

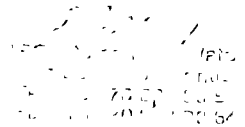
II INTERNATIONAL SYMPOSIUM



Gestión y Tecnologías Apropriadas para el Agua en Pequeños Núcleos Habitados"

"Suitable Water Management and Technologies for Small Settlements"

"Gestion et Technologies Appropriées de l'Eau pour les Petits Ensembles Habités"



13th, 14th, and 15th October 1998

Ponencias sesiones generales / Conférences séances générales/ Plenary sessions' lecture

Sponsors:



Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient Junta de Sanejament



Area metropolitana de Barcelona Entitat del medi ambient



Institut Català de la Mediterrània d'Estudis i Cooperació



201-15837

II SIMPOSIUM INTERNACIONAL

GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL AGUA EN PEQUEÑOS NÚCLEOS HABITADOS

Barcelona, 13 al 15 de Octubre 1998

Grupo de Tecnología del Agua, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

BIENVENIDA Y PRESENTACIÓN

Autoridades Académicas, representantes de la Administración, patrocinadores, conferenciantes invitados, miembros del Comité Científico-técnico, participantes en el simposio, colegas del mundo del agua, señoras y señores, les doy la bienvenida al II Simposio Internacional sobre Gestión y Tecnologías Apropriadas para el Agua en Pequeños Núcleos Habitados, en nombre de la Universidad Politécnica de Catalunya, de la ETSEIB que nos acoge en sus locales, de la EUETIT en Terrassa, que alberga al Grupo de Tecnología del Agua , y de los Patrocinadores del citado Grupo y de este Simposio

Iniciamos hoy la segunda edición de este simposio dedicado a los problemas del agua en los pequeños núcleos habitados. Posiblemente alguno de Vds tiene una idea preconcebida de un pequeño núcleo habitado, de la gestión del ciclo del agua en él y de la tecnología apropiada. Incluso esta idea puede ajustarse a las definiciones prácticamente aceptadas aquí en Europa o en otro lugar para; pequeño o muy pequeño abastecimiento, abastecimiento doméstico privado, comercial privado, ... De un modo más gráfico, cada cual trae su problema conceptualizado, caserío aislado, poblado en zona árida, núcleo industrial con autoabastecimiento, instalación turística o lúdica, incluso, porque no, una nave espacial tripulada. Aspectos como; el número de habitantes, la conexión a la red, la vigilancia de la calidad, la gestión integral del ciclo del agua, la financiación, la tecnología empleada, la disponibilidad de recursos hídricos, ... irán introduciendo matices diferenciales o comunes entre la casuística existente.

A estas concepciones añadimos que en la Unión Europea más de 12 millones de personas habitan en estos pequeños núcleos. Cifras mucho mayores encontraremos a medida que deambulemos por la geografía del Planeta. Sólo por citar una de las ponencias recibidas, en un programa en el subcontinente indio, se espera dar cada año agua a nueve millones de personas en pequeños nucleos habitados. Estas cifras son verdaderamente importantes, pues nos referimos a habitantes, a seres humanos, a congéneres y su bienestar, su salud, su vida.

En España hay casos destacables de número de pequeños nucleos habitados, como el de Galicia, donde se estiman en más de 30.000 el número de pequeños núcleos, situación que comparten en Europa otras zonas de Dinamarca, Grecia y Portugal.

LIBRARY IRC
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE
Tel.. +31 70 30 689 80
Fax. +31 70 35 899 64
BARCODE: 15037
LO: 201 986E

En todos los lugares encontraremos esta casuística. Así, Catalunya afronta el saneamiento en los años venideros de los núcleos hasta 2000 habitantes

Las cifras suelen ser indicativas del conocimiento y definición de un problema, en muchos casos también de la solución del mismo. No quiero dar más cifras al respecto pues aparecerán en las ponencias, pero si indicar que el calificativo de pequeño no se refiere de manera exclusiva al número de habitantes, son otras características las que tendremos que considerar.

De todos modos he de indicar que todos los pequeños núcleos habitados con problemas tienen unas características comunes que son ; falta de una estructura social y falta de una tecnología adecuadas y, obviamente, en muchos casos falta un entorno natural con agua en condiciones adecuadas, ni poca, ni excesiva, con cierta calidad y disponible a lo largo del tiempo. De las características citadas he de destacar la estructura social. En ella se mezclan actitudes individuales y colectivas, atavismos, instrucción, infraestructuras de servicios, .. y la falta de una adecuada estructuración social encarece el coste de los proyectos entre diez y veinte veces por unidad servida, cuestionando la posterior sostenibilidad y adecuado funcionamiento o utilidad del sistema

La participación de administraciones a diferentes niveles, de las ONG, de las propias comunidades e individuos afectados, de las empresas privadas y de las universidades, en los diversos aspectos de la gestión del agua en pequeños núcleos, aporta experiencias si no extrapolables, si adaptables y, por ello, dignas de ser oídas y tenidas en cuenta. El conocerlas, ponerlas en común y observar el progreso de las mismas a lo largo del tiempo, es el objetivo de este II Simposio y esperamos que de los venideros a celebrar en otros países

He de hacer hincapié en que la sensibilización general en los problemas del agua y la disponibilidad de especialistas listos a participar en estas tareas del agua y la vida, son crecientes y, por ello, esperanzadoras

Para dialogar sobre todos estos asuntos iniciamos este II Simposio, en el que hemos mantenido la misma estructura temática que en el anterior, con la finalidad de marcar una continuidad en el tratamiento de los problemas entonces aflorados. Con objeto de bien administrar el escaso tiempo de que disponemos, está previsto realizar unas sesiones generales, en las que para todos se dará una visión experta sobre cada temática tratada y un resumen del material recibido. Acto seguido, las sesiones paralelas, entre las que tendrán que elegir para poder oír parte de las presentaciones.

En esta edición hemos previsto unos talleres de trabajo sobre aspectos concretos. Estos aspectos han sido propuestos por colegas del comité científico técnico. En ellos tendrán ocasión de exponer problemas, confrontar opiniones y de establecer contactos más personalizados. Todo ello en el breve espacio de tres días.

Notarán que hemos unido dos sesiones generales, concretamente la IV Aspectos sanitarios y la VI Desinfección, pues; la VI fue ampliamente tratada durante el I Simposio, y además, la OMS realizó un seminario sobre esta temática antes del verano en EE.UU., por lo que resultaría prolijo reiterar exposiciones. Además las aportaciones

recibidas así lo han manifestado, considerando por lo tanto más conveniente un tratamiento conjunto de las citadas sesiones

Durante el Simposio, verán en el programa que se han previsto otras actividades como el poder contactar con asociaciones y la visita técnica, además del encuentro general previsto para el miércoles por la noche y durante el que reforzaremos la parte más importante de estos encuentros, el aspecto humano.

Para cualquier aclaración pueden dirigirse al personal de la organización que distinguirán por el color de la escarapela.

Quiero agradecer a todos los asistentes el esfuerzo que han hecho colaborando de un modo o de otro; preparando ponencias, organizando actividades, patrocinándolo, asistiendo a él y desplazándose a Barcelona y les deseo una agradable y fecunda estancia entre nosotros

Cedo la palabra al Dr. Emilio Custodio el cual no necesita presentación y, habida cuenta de sus méritos, realizarla nos tomaría más tiempo del disponible para su ponencia inaugural.

Barcelona 13 de Octubre de 1998

INDICE DE PONENCIAS/LECTURES INDEX.

Conferencia Inaugural.

Emilio Custodio: "LAS AGUAS SUBTERRANEAS COMO FUENTE DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO A PEQUEÑOS NUCLEOS DE POBLACION"

1. *Sesión Problemas de Abastecimiento/Supply Problems Session.*

José Alberto Tejada-Guibert: "WATER SUPPLY IN SMALL SETTLEMENTS AND PERI-URBAN AREAS-SELECTED ASPECTS"

2. *Sesión Recursos Disponibles/Available Resources Session.*

Glen E. Stout & Tom Bik: "BACK TO THE BASICS: SOURCE WATER PROTECTION FOR SMALL COMMUNITY SYSTEMS"

3. *Sesión Evaluación, Captación y Protección/Evaluation, Captation and Protection Session.*

Gamaliel Martínez de Bascarán: "DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑOS MUNICIPIOS"

4. *Sesión Aspectos Sanitarios y Desinfección/Sanitary Aspects and Desinfection Session.*

Margarita Palau Miguel: "EL AGUA DE CONSUMO Y LA SALUD"

5. *Sesión Tecnologías/Technologies Session.*

Jan Teun Visscher, Teun Bastemeijer & François Brikké: "TECHNOLOGY SELECTION: A KEY TO SUSTAINABLE COMMUNITY WATER SUPPLY"

6. *Sesión Gestión/Management Session.*

Claudia Inés Jiménez Gutiérrez & Mario Alejandro Pérez Rincón: "LA GESTION COMUNITARIA EN LA ADMINISTRACION DE LOS SERVICIOS PUBLICOS"

GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL AGUA EN PEQUEÑOS NÚCLEOS HABITADOS

Barcelona, 13-15 octubre 1998

Las Aguas Subterráneas como fuente de agua para el abastecimiento a pequeños núcleos de población



- *Necesidades de los pequeños núcleos de población*
- *Características favorables de las aguas subterráneas*
- *Consecuencias de la explotación de acuíferos*
- *Competencia de usos*
- *Contaminación de aguas subterráneas y pozos*
- *Diseño, mantenimiento y gestión de captaciones*
- *Protección de pozos y de los acuíferos*
- *Rehabilitación, descontaminación y remediación*
- *Aspectos hidrogeológicos y de gestión en España*

*Emilio Custodio, Dr.I.I.
Catedrático DIT/UPC
Director General ITGE*

International Symposium
Suitable Water Management and Technologies for Small Settlements

**WATER SUPPLY IN SMALL SETTLEMENTS AND PERI-URBAN AREAS -
SELECTED ASPECTS**

José Alberto Tejada-Guibert¹

Summary: A selective review of elements relevant to water supply in small settlements and peri-urban areas is presented. First, an overview of concepts and figures on what constitutes basic domestic water needs and the status of water supply in the developing world is given. Even though there is progress, still about one billion disadvantaged people lack water supply services. Technological aspects in rural water supply are discussed briefly, highlighting possible alternative freshwater sources. Current participatory and planning/management concepts, are contrasted to traditional, centralized top-down approaches. Characteristics of peri-urban areas and implications with respect to water supply are described.

Key words: water supply, rural communities, peri-urban areas, participation, water management, developing countries

INTRODUCTION

Though of a general nature, this paper does not attempt to review all aspects of planning, implementing and operating a rural or peri-urban water supply system, but concentrates on some current topics. The water supply situation in the developing world is highlighted, as this is where the more intense efforts should be made by international and national organizations. Despite addressing technical aspects of small community water supply and pointing at some non-conventional sources of freshwater as options, the main emphasis of the paper is on the emerging approaches for the implementation and management of small water supply systems. The chapter on peri-urban areas occupies an important part of the paper because the issue of water management in these areas in the outskirts of the formal city is quickly gaining currency and importance at a global scale.

DOMESTIC WATER NEEDS

An on going debate in the water supply field is what constitutes the minimum level of service for domestic use. The World Health Organization, 1996, produced some illustrative information on the concepts of access and minimum water requirements in rural areas based on a survey of developing countries. Upon the query on what how far people would be willing to go to procure water, that is, maximum access distance, the countries gave the following tally:

¹ Division of Water Sciences, UNESCO
1 rue Miollis, 75732 Paris Cedex 15, France
e-mail : ja.tejada-guibert@unesco.org

Distance	Number of countries	
	Urban	Rural
50 meters	20	10
100	6	1
250	3	6
500	8	17
1,000	1	4
2,000	-	4

Thus, it may be interpreted that the urban dwellers in about half of the responding countries would consider reasonable a distance of 100 m from the water source (18 out of 38 countries reporting), while in the rural areas, a distance of up to 500 m would be acceptable to more than half (25 out of 42 countries).

Likewise, the number of countries that defined the minimum quantity per person and per day in rural areas was:

15-20 litres	1
20	19
20-30	5
30-50	10
>50	3

An allowance of 30 l/p/d would be greater or equal than the minimum stipulated by 25 of the 38 responding countries. This quantity may be compared to figures cited below.

The right of meeting basic needs of water for all people has been reaffirmed at a number of high level intergovernmental conferences, and implicit in this formulation is that a minimum quantity of resource requirements for human and ecological that should be considered in the allocation of the resource. Gleick, 1998 considers two main categories: (i) the quantity necessary for drinking water and sanitation (waste disposal) and (ii) the quantity for basic hygiene (washing, showering, bathing) and cooking.

Basic water requirements for humans should include water necessary for disposing of human wastes, as the distinct health advantages of access to adequate sanitation facilities, as well as of protecting drinking water from pathogenic bacteria and other agents of disease, have been clearly established. While waste-disposal options that require no water are available, it has been recognized that there are additional health benefits when up to about 20 litres per capita per day (l/p/d) are provided for this purpose. The figures above suggest as basic water requirement, 25 l/p/d of clean water for drinking and sanitation. This amount is close to the lower bound of the 20-40 l/p/d range set by the WHO and the World Bank. The supplementary needs for basic hygiene and food preparation has been estimated at about 25 l/p/d, thus adding this amount raises the basic water requirements to 50 l/p/d. Gleick, 1998, goes on to propose this "as a new standard for meeting the four domestic basic needs, drinking, sanitation, bathing and cooking, independent of climate technology, and culture."

Table 1 presents a summary of the latest information of access to safe drinking water in developing countries for 1980, 1990 and 1994. The overall world total shows that, percentage-wise, urban coverage has remained relatively static (77%, 82%, and 82% for 1980, 1990 and 1994, respectively) while rural access to safe water has grown spectacularly (30%,

50% and 70%, respectively). Looking closer, it is evident that gains in the rural sector have been modest in Africa, Latin America & the Caribbean and Western Asia, and that the bulk of the increase occurred in the most populous region, Asia & the Pacific, where percent access went from 28% in 1980, to 53% in 1990 and to 78% in 1994.

In absolute numbers, the gains in rural areas are also more impressive, going from a world-wide coverage of 691 million in 1980 to 1,953 million in 1994, a nearly three fold increase, while in urban areas it went from 718 million to 1,315 million in 1994 (less than double). Thus, even if there was an absolute increase of people served in urban areas, service level may be falling to keep up with urban population growth! This underscores the much higher rate of growth of urban areas, often exacerbated by rural-urban migration. The figures of Table 1 show an annual rate of population growth of 3.9% for the urban sector and of only 1.4% for rural areas for 1980-1994. Yet there were still left 836 million unserved in rural areas, and a substantial part of the unserved 279 million urban population, are found in the peri-urban areas. Thus, the unserved disadvantaged population in the developing world is roughly one billion people.

A similar analysis on access to sanitation service (detailed figures not presented here), reveals an even more serious problem, which can hardly be set apart from the water supply aspect: percentage-wise, world-wide coverage in absolute numbers has barely increased (1,472 million in 1990 to 1510 million in 1994) and there is an actual decrease percentage-wise (urban sanitation from 67% in 1990 to 63% in 1994; rural sanitation from 20% to 18% in the same period). The number of unserved people grew measurably in the same period from 2,599 million to 2,873 million. The World Health Organization (WHO, 1996), while noting that a more rigorous current definition of what constitutes adequate sanitation had undoubtedly affected upwards the statistics, the comparison with the growth of water supply, means that governments and communities grant a low priority to sanitation improvements. Evidently, within an integrated planning framework, water supply and sanitation have to be viewed as complementary parts of the problem.

WATER SUPPLY IN SMALL SETTLEMENTS

Technical Requirements

It is common to find text book definitions such as "the objectives of a water supply system is to provide convenient and sufficient access to safe and palatable water in a given design area during a 'design period' of time ... at a minimum burden of cost and operation and maintenance" (Dahi, 1990). This is correct from a technical standpoint, but social, institutional and economic viability, and the means to achieve a functional system should not be overlooked. The methodology for the planning, design and construction of rural water supply systems with guidelines for the selection of appropriate technology is already well developed. Some technical concepts are succinctly discussed below.

In the discussion on basic water needs above some figures on minimum per capita requirements have been shown. For the design of a domestic water supply system one can find typical water demands, which provide some general guidelines (never a substitute for careful specific assessment) (Hofke, 1986; Dahi, 1990), such as:

Demands (l/p/d)

1,000 m remote standpost/well	5 - 10
500 m remote standpost/well	10 - 15
200 m village well	10 - 25
100 m distance standpipe	20 - 50
Yard connection	20 - 80
Single-tap house connection	30 - 60
Multiple-tap house connection	70 - 250

The design water demand needs to take into account various other parameters such as daily peak factor, projected increase of water demand over the design period, estimated losses, etc.

Suitable water quality guidelines have been developed by the World Health Organization (WHO, 1984) and various national authorities, so that drinking water provided to the consumer satisfies conditions which require it to be, *inter alia*: organoleptically acceptable (good taste, no smell, etc.) microbiologically safe (no pathogenic bacteria, etc.), chemically hygienic (no or low contents of toxic metals, etc.), technically acceptable (low contents of non-pathogenic bacteria, etc.) and radiologically safe. What is acceptable varies according to circumstances. Rural areas may more tolerant to certain organoleptic and technical factors. A water treatment plant may be advisable to attain the required acceptability. Suitable guidelines exist for appropriate practices within a rural or marginal environment, such as the ones issued by the Pan American Health Organization (PAHO, 1995); in this milieu, the household can also play an important role in safeguarding the quality of their supply (OAS, 1993).

A water supply system must be implemented in order to provide the desired level of service. In its wider connotation, the water supply system involves the physical, operational, management, user response and sustainability aspects. From a conventional engineering standpoint, a water supply system may consist of one or more of the following technical components:

- *Source and water intake*: spring, dug or tube well, river, rain harvesting, etc.
- *A pump or pump stations*: hand, electric, diesel.
- *Conveyance* to plant, tank or directly to consumers.
- *Treatment plant*: disinfection, aeration/filtration, slow sand filtration, coagulation/filtration.
- *Water tank or reservoir*
- *Distribution network* to deliver water to consumers.

Engineering-wise, the various options for the six components and the respective design practices are rather well established (e.g., Hofke, 1986). Unlike water supply systems in cities in different parts of the world which may be substantially alike, have a substantial amount of infrastructure already in place and for which the technological options may not vary widely, a system to serve small communities must be tailored to local conditions: water source, physical setting seasonal variations, acceptability, affordability, educational, cultural and institutional factors, etc. Thus the evaluation criteria for the selection of the water supply system in a rural setting must carefully account for all these factors.

Though it may seem that everything is well in place as far as technology for small water supply systems is concerned, there is certainly room for innovative approaches. For instance, Lee and Visscher, 1992, present an interesting array of water harvesting technologies for arid

and semi-arid environments. A wide-ranging study and collective effort was carried out recently in Latin America (UNEP and OAS, 1997) to identify and characterize alternative technologies for freshwater augmentation in the region. The general categories applicable to domestic uses employed include: freshwater augmentation *per se* (increasing the water available for withdrawal), water quality improvement and water conservation. Rather comprehensive lists of contacts and pertinent literature are given. Table 2 presents a compressed summary of their findings with respect to technologies applicable to domestic uses.

Planning aspects

Two largely non-technical aspects of community water supply reflecting current views of various international organizations and practitioners are addressed below: (i) the participatory process, and (ii) a new approach to management. These are responses to the traditional supply-driven philosophy that has been applied extensively by national and international agencies to the implementation rural water supply programmes, by which decisions are imposed from the top down, the technical solution and the size of the system are defined by engineers without any significant involvement of the community, and a main success criterion of the programme is the number of delivered systems. This philosophy has been questioned as the rate of failure of the systems so built has been high, as measured by the sustainability of the systems and other criteria.

People's Participation

The importance of instituting a participatory approach is now recognized as a cornerstone of a correct strategy for successful implementation of projects in the rural environment. The various definitions of participation (Narayan, 1994) include to varying degrees the notions of contributing, influencing, sharing or redistributing power, control, resources, benefits, knowledge and skills through beneficiary involvement in decision making. A good functional definition of participation is "a voluntary process by which people, including the disadvantaged (in income, gender, ethnicity, education), influence or control the decisions that affect them - the essence of participation is exercising voice and choice". Participation can take place at various levels and in many modes. For instance, the levels of information sharing and consultation are ways of exercising influence, while decision making and initiating action are ways of exercising control. Information flow may be initially one-way, from agencies to communities, while initiating action may involve an effective empowerment of the local population.

The most appropriate types of participation in rural water supply will largely depend on who owns the water (it may be public, private or common property) and who manages the extraction and distribution of water. When external agencies intervene to improve the water quantity and quality or to facilitate access to it, the issues related to rural infrastructure and choice of technology must be considered. Despite continued investment by governments in infrastructure, there has been a visible deterioration of the services provided. This has called for a re-examination on how approach the problem: institutional alternatives, increased public sector accountability, strategies to increase the rural users voice. As Narayan, 1994 points out "viewed in this perspective, the challenge is not one of technology and construction but one of rules and regulations (institutions) and organizations". The task of the water agencies has thus changed dramatically in current times, yet many times the agencies cling to the old "management by blue-print" style: top-down, incommunicative, rigid, with set schedule and

construction completion targets, with self-set success measures, quite different from today's requirements.

Notwithstanding the perception about the benefits of participation in the success of development projects, it has remained a difficult task to document and quantify the benefits. Narayan, 1994, undertook an in-depth study of 121 rural water supply projects in developing countries around the world to gauge the impact of beneficiary participation. The results show statistically that participation was a significant factor contributing to project effectiveness. Participation contributed significantly to individual and community empowerment and strengthened local organizational skills. The study examined the role of outcomes at each stage of the project cycle (macro-project design, implementation, construction, maintenance) in the final outcome, identifying two major factors:

- Participation was the single most important factor in determining overall quality of implementation.
- The impact of participation throughout the project cycle was significantly greater than during any single stage.

Furthermore, in-depth analysis of a number of individual projects led to the following findings:

- The forms of effective representation varied tremendously, ranging from representational committees of users to leadership by elites, and from direct involvement in construction to supervision of contractors.
- Effective participation did not result when agencies retained control over implementation details.
- While non-governmental organizations (NGOs) projects represented only 15% of the total sample, they made up half of the success sample.
- Physical infrastructure and technological issues have been addressed more effectively than issues related to the social organizations essential to manage the physical works.

The most fundamental message issuing from this study is that to reach the one billion disadvantaged people unserved in rural and peri-urban areas with reliable water supply calls for deep changes in the way rural water projects are designed. A shift from centralized initiatives to local ownership and control is needed, and from supply-driven to demand-responsive and participatory approaches, with changes at both sector policy level and at community level.

The Demand Responsive Approach

In one way or the other, all who discuss now water resources management strategies can be considered as children of Dublin, as the principles issuing from the International Conference on Water and the Environment (ICWE) held in Dublin in 1992 have had very strong influence. The Dublin Principles highlight the finiteness and vulnerability of water; the necessity of a participatory approach in the water development and management; the acknowledgement of the central role of women in water management; and the recognition of water as an economic good. The implications for the integrated planning and management of water, in its holistic connotations as well as considering the watershed as a planning unit, and for the involvement of all stakeholders in the process of water management are quite clear.

The principle of water as an economic good implies that the availability of suitable water has a cost and that somebody has to pay for it (whether it is the government, the user or somebody else); it counters the widespread notion that water is a free good and that its availability is unlimited. Of late, there has been a reaction to the idea that water should be treated exclusively as an economic good; for instance, the recent International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century- Water : A Looming Crisis ? (Paris, June 1998), concluded: "water is a social as well as an economic good" (UNESCO et al, 1998).

One initiative embracing this last dictum and responding to the call made for a new approach, is the Demand Responsive Approach (DRA) for rural water and sanitation advocated by UNDP and the World Bank. DRA is based on logical extensions of the Dublin Principles (Sara et al., 1998). The four overarching principles that govern DRA are:

- (i) water should increasingly be managed as an economic as well as a social good,
- (ii) management should be focused at the lowest appropriate level,
- (iii) a holistic approach to the use of water resources should be employed, and
- (iv) women should play a key role in the management of water.

DRA is explained as "... a radically different approach to rural water and sanitation than what was done in the past. It requires a new way of designing projects to pay closer attention to the correct incentive structure that will elicit appropriate responses from a wide range of stakeholders - communities, non-governmental organizations (NGOs), private sector and government." Water supply should be tailored to meet the economic demand of users (and not imposed by suppliers). DRA should promote innovation and flexibility and incorporate learning processes to ensure its functionality. As a consequence, its action should be more sustainable than those of supply-dominated approaches. A key characteristic is that communities make informed choices on technology and service levels considering their willingness to pay, on financial management, on modes of operation and maintenance of services, etc. Governments play the role of facilitators, formulating appropriate policies and providing encouragement to stakeholders; an enabling environment should accompany the approach for the provision of goods, services and technical assistance, involving the private sector and NGOs.

The management of water as an economic good is stressed, and it is recommended that financial policies should send out correct signals linking service levels to actual costs, maximize cost recovery by capturing community willingness to pay, and make an efficient and equitable use of subsidies.

A sure test of the value that communities attach to the water services is for them to be willing to pay at least as much as the cost of providing them (supply-oriented approaches did not consider this criterion, because it was assumed that the social value of water supply was always greater than the cost, and governments quite often absorbed the capital costs). Governments, in an effort to lower costs, created "appropriate low cost technologies", which generally left communities little choice as to level of service and technology desired. Current findings point to the fact that demand for water cannot be well-predicted on the basis of income alone and that "a project targeting only the poor does not require extensive government subsidy" (Garn, 1998).

It must be kept in mind that while rural water and sanitation services are technically simple, they are institutionally complex (Sara et al., 1998). All stakeholders should be involved with the community playing the leading role. DRA requires shifting responsibilities for decision-making, procurement and financial management away from government agencies to the community. The institutional framework of the project should seek to encourage intervening organizations to assume roles in which they hold comparative advantage.

PERI-URBAN AREAS

General Characteristics

Peri-urban areas lie at the interface between the rural and the urban environment. In its normally accepted connotation, the term peri-urban does not refer to the relatively high-income, low density, green suburbs or 'banlieues' of many first world cities, but to the high-growth, precarious settlements springing around large cities of developing countries. A number of definitions have been proposed. According to Habitat-UNEP, 1996, peri-urban areas include "settlements that are marginal to the physical regulatory boundaries of the formal city." Typically the peri-urban settlements have uncertain or illegal land-tenure; low income, high density, and lack of formal recognition. Many times they are situated in fragile eco-systems: low lying, flood-prone, plains or unstable mountain slopes, deemed undesirable for the formal expansion of the city. The inhabitants of the peri-urban areas are also often exposed to effects of waste from legal and illegal industries located nearby.

It has been estimated that the growth rate of peri-urban areas in developing countries is 1.5 to 2.0 times that of the cities as a whole. The peri-urban areas are where many rural immigrants settle when they arrive at the city, where they start as small nuclear settlements and then they expand rapidly. Places close to sources of employment in the urban fringes and where there is no enforcement of formal controls or regulations are the natural places for these developments to take place. In their evolution, peri-urban areas may eventually become formally recognized peripheral communities or they may be absorbed by the formal cities forming low-income pockets. Habitat-UNEP, 1996, characterize peri-urban developments as shown in Table 3.

Most the peri-urban areas in developing countries remain unserved by piped water supply. They depend primarily on vendors who provide water of doubtful quality and exorbitant prices (typically 10-100 times higher than the formal water rates). Sanitation coverage is even poorer than that of piped water, a problem which is often compounded by the occurrence of frequent flooding with inadequate drainage, with an increase of urban-vector diseases. The high-density of population, which may reach 400 inhabitants per hectare with vertical growth housing, accompanied by lack of basic services, exposure to industrial wastes and effluents, and the problems cited above, leads to disastrous sanitary conditions.

Despite the above, peri-urban areas are growing explosively as they gain economic importance, primarily as sources of cheap labour for the urban industries (and as domestic help). Many cottage industries, usually of an informal character, start up in the confines of the peri-urban areas, competing for the limited local water resources. Surprisingly, a growing economic activity in peri-urban areas is urban agriculture, occupying derelict tracts of land, producing food for local consumption and for sale to the city. This is a significant activity, which implies a greater self-reliance in food production, greater employment opportunities, beneficial recycling of urban waste, enhancement of the environment. There is scope of expanding this activity by improved water management practices. Especially in a number of

Asian cities this potential has been achieved (for example, 18% of China's largest cities are 90% self-sufficient in vegetables; 60% of metropolitan Bangkok is used for urban agriculture.)

The residents of peri-urban areas are not helpless people waiting for external generous aid to improve their lot: many are enterprising, ingenious people whose very desire of improvement drove them to the city. In a number of cases, they make up discrete economic entities with ability to pay for the improvements of their infrastructure and to embark in other processes of self-improvement. Thus there is great potential for the joint work with policy-makers and formal authorities.

There a number of constraints, among them not being part of the formal financial structure of the city (little or no tax revenue, intensified by the informality of economic activities, limited or no presence of the banking system, etc.). The legislation and institutional basis are also weak. Hence, Habitat-UNEP concluded that "the way forward is to apply a holistic approach ... this will call for protecting water resources and ensuring their availability for competing needs, as well as the delivery of services in an equitable and efficient manner. Critical to this process will be: promotion of investment; institutional and legislative reforms; human resources development; and building partnerships among all stakeholders."

Water Supply in Peri-urban Areas

The Paris Statement (UNESCO and Académie de l'eau, 1998) recognized the specific and urgent problems of the peri-urban areas, calling for the design of water pricing policies reflecting the economic value of water but having social sensitivity and for the active involvement of the local communities in the provision of water services. It also stressed the need of developing novel technological approaches for the efficient management of water resources in the urban/peri-urban environment, including dry sanitation as an alternative to traditional water-borne sanitation and consideration of stormwater as a resource, not as just as excess water to be evacuated.

Provencher, 1998, conducted a study on water and sanitation conditions in peri-urban areas and cites the various modes shown in Table 4 for domestic water procurement of city dwellers in developing countries. Normally, a minority in peri-urban areas is able to use piped water. The consumer will try to maximize his utility according to ease of access, cost and quality of available water and to the purpose in which it is used. This strategy leads the consumer to adopt complementary procurement modes, such as using as much as possible 'free' resources (private wells, ponds, rivers, etc.) for non-consumptive uses and buying the strictly necessary quantity of drinking water (home delivery, tanker truck, public fountain, neighbourhood resale). As a consequence of feeling as outsiders to the formal system, the individual consumers in the peri-urban areas tend to be very protective of their limited household budgets, preferring to pay small sums of money every time water is procured, and this, added to a limited savings capacity, makes them tend to avoid initial investments (say, for being connected to the network).

Suppliers in urban centres of developing countries may be classified as institutional sector (water companies) and non-institutional, often informal sector (water carriers and resale micro-retailers). Because of the explosive urban growth in developing countries and of their peri-urban areas, institutional coverage is only partial (and in some cases it is diminishing as it can not keep up with population growth). Extending the network to peripheral areas requires considerable investment and the companies have misgivings about the debt recovery since

they question the ability and willingness to pay of consumers there. The shortage of coverage often leads to the adoption of parallel modes of supply involving the institutional and non-institutional sectors and the recognition that the connection of every peri-urban home to the network is not a realistic goal in the short term.

In many developing countries, the gradual recognition of the non-institutional sector contributes to the decentralized management of services while favouring the participation of locals. Among the ways this recognition is being given, Provencher, 1998, lists: the delegation of management of collective water taps to private individuals; the gradual legalization of neighbourhood private resale of water; control of rates charged by water vendors; encouraging public awareness with respect to public health issues and to the role of consumers as stakeholders.

Within an integrated urban water resources planning context, an innovative measure suggested involves the implementation of flexible, evolving solutions in the spatial and time dimensions, adaptable to changing technical, economic and institutional conditions while remaining compatible with a long term approach. Appropriate levels of service may be implemented according to the requirements of the user, differing in technical characteristics and financing conditions.

There are several examples of cases in which such a flexible approach has been put into practice. For instance, in Durban, South Africa, three water service alternatives are offered to households of less-privileged districts: (i) full pressure network, which is the normal service with metered, unlimited water use and monthly invoice; (ii) intermediate pressure network, by which a 200-litre tank on the roof of the dwelling is filled from the water main in order to reduce instantaneous demand from the network, being a more economical and efficient way of servicing the community, and (iii) system of individual tanks, by which a 200-litre tank connected to the network next to the dwelling is filled once a day by a controller, limiting daily consumption to 200 litres per household. In Buenos Aires various institutional solutions are offered to users wishing to connect to the water network: (i) participative water service, bartering labour in exchange for connection to the network in the case of small-scale projects; (ii) employment generation unit, for larger projects: a contractor financed by the provincial authority hires local personnel to carry out the network extension works, and the user reimburses the water company over five years; and (iii) fiscal compensation agreement: the water company advances the funds for the municipality to contract out the trenching of the extension, but then it is granted a tax credit - the savings to the company go to works in the peri-urban areas.

CONCLUSIONS

1. Rural water supply coverage is making progress in the developing world, but most of the gain in the last few years has been in the countries of Asia and the Pacific. Overall, about one billion people remain without water supply services in rural and marginal areas.
2. While technology for water supply in small settlements has made significant advances and there is a considerable body of literature and experience in this aspect, new and significant alternative technologies to heighten efficiency and to increase the availability of safe water at competitive costs are being developed.

3. The traditional supply-driven approaches to rural water supply, which emphasizes central-decision making and paternalism, has been shown ineffective and new approaches based on community participation, decentralization, flexibility accompanied by a learning process, and opening to NGOs and the private sector are emerging. Working solutions may be technically simple, but they will be institutionally complex in order to prove functional and sustainable.
4. There is growing acceptance that water is an economic and social good, and that this principle should be applied in the implementation and management in rural as well as in peri-urban areas.
5. Peri-urban areas deserve growing attention as they are a dynamic, rapidly expanding part of the urban complex, yet they normally lie outside the legal and regulated boundaries of the cities. The inhabitants are mostly rural disadvantaged migrants, and they pose urgent water supply and sanitary demands.

REFERENCES

- Dahi, E. (editor), 1990, Environmental Engineering in Developing Countries, Centre for Developing Countries, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- Garn, M., 1998, Managing Water as an Economic Good, Community Water Supply and Sanitation Conference, 5-8 May 1998, UNDP-World Bank Water and Sanitation Programme, The World Bank, Washington, D C.
- Gleick P.H., 1998, The Consequences of Water Scarcity: Measures of Human Well-being, Proceedings of the International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century - Water: a looming crisis? (UNESCO, Paris, 3-6 June 1998), addendum to IHP-V Technical Documents in Hydrology No. 18, UNESCO, Paris.
- Hofkes, E.H, 1986, Small Community Water Supplies in Developing Countries, Technical Paper Series 18, IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, The Netherlands.
- Lee, M.D. and J.T. Visscher, 1992, Water Harvesting - A Guide for Planners and Project Managers, Technical Paper Series No. 30, IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, The Netherlands.
- Narayan, D., 1994, The Contribution of People's Participation: Evidence from 121 Rural Water Supply Projects, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, TWUWU and Social Policy and Resettlement, ENVSP, The World Bank, Washington, D.C.
- Organization of American States (OAS), 1993, La desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales, OAS, Washington, D.C.
- Pan American Health Organization (PAHO), 1995, Guías para la Selección y Aplicación de Tecnologías de Desinfección del Agua para Consumo Humano en Pueblos Pequeños y Comunidades Rurales en América Latina y el Caribe, Technical Series No. 30, PAHO, Washington, D.C.

Provencher, L., 1998, The Challenge of Drinking water Supply and Sanitation in Peri-urban Areas, Proceedings of the International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century - Water: a looming crisis? (UNESCO, Paris, 3-6 June 1998), addendum to IHP-V Technical Documents in Hydrology No. 18, UNESCO, Paris.

Sara, J., M. Garn, and T. Katz, 1998, Some Key Messages about the Demand Responsive Approach, Community Water Supply and Sanitation Conference, 5-8 May 1998, UNDP-World Bank Water and Sanitation Programme, The World Bank, Washington, D.C.

UNESCO, World Water Council, and International Association of Hydrological Sciences, 1998, Recommendations of the International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century- Water: A Looming Crisis?, 3-6 June 1998, UNESCO, Paris.

UNESCO and Académie de l'eau, 1998, Proceedings of the Symposium Water, the City and Urban Planning, 10-11 April 1997, International Hydrological Programme, UNESCO, Paris.

United Nations Centre for Human Settlements (Habitat) and United Nations Environment Programme (UNEP), 1996, Proposal for a Multi-Agency Programme for Integrated Water Resources Management in Peri-Urban Areas, a discussion paper prepared for the ACC Subcommittee on Water Resources.

United Nations Environment Programme (UNEP) and Organization of American States (OAS), 1997, Source Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean, International Environmental Technology Centre, UNEP, and Unit of Sustainable Development and Environment, General Secretariat OAS, Washington, D.C., USA.

World Health Organization (WHO), 1996, Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report 1996 - Sector Status as of 31 December 1994, WHO, Water Supply & Sanitation Collaborative Council and UNICEF, WHO/EOS/96.15, Geneva.

World Health Organization (WHO), 1984, Guidelines for Drinking-water Quality, Vol. 1 Recommendations, Geneva.

Table 1. Access to safe drinking water in developing countries, by region, 1980, 1990 and 1994 (millions)

<u>Region and Country</u>	<u>1980</u> <u>Population</u>	<u>Percent</u> <u>with</u> <u>Access</u>	<u>Number</u> <u>Unservd</u>	<u>1990</u> <u>Population</u>	<u>Percent</u> <u>with</u> <u>Access</u>	<u>Number</u> <u>Unservd</u>	<u>1994</u> <u>Population</u>	<u>Percent</u> <u>with</u> <u>Access</u>	<u>Number</u> <u>Unservd</u>
AFRICA									
Urban	120	83	20	201	67	66	239	64	86
Rural	333	33	223	432	35	279	468	37	295
Total :	453	46	243	633	45	345	707	46	381
LATIN AMERICA & THE CARIBBEAN									
Urban	237	82	43	314	90	32	348	88	42
Rural	125	47	66	126	51	62	125	56	55
Total :	362	70	109	440	79	94	473	80	97
ASIA & THE PACIFIC									
Urban	549	73	148	829	83	140	955	84	150
Rural	1,823	28	1,313	2,097	53	989	2,167	78	477
Total :	2,373	38	1,461	2,926	61	1,129	3,122	80	627
WESTERN ASIA									
Urban	28	95	1	45	87	6	52	98	1
Rural	22	51	11	27	63	10	29	69	9
Total :	49	75	12	72	78	16	81	88	10
TOTAL									
Urban	933	77	215	1,389	82	244	1,594	82	279
Rural	2,303	30	1,612	2,682	50	1,340	2,789	70	836
Total :	3,236	44	1,827	4,071	61	1,584	4,383	74	1,115

Source: WHO, 1996 and Gleick, 1998

Table 2: Summary of Alternative Technologies for Freshwater Sources (adapted from UNEP and OAS, 1997)

Technology	Applications	Extent of Use	Operation and Maintenance	Level of Involvement	Costs	Effectiveness	Suitability	Advantages	Disadvantages	Cultural Acceptability	Future Development of the Technology
<i>Rainwater harvesting (roof catchments)</i>	Domestic use, some agricultural use	Widespread	Low	Community	Low	High	Widespread, but decreases as other options become available	Simple and easy to construct	Dependant on rainfall	High	Better quality control needed
<i>Fog harvesting</i>	Domestic use, Agricultural use, Industrial use	Pacific coast of Latin America, and countries	Low	Community, NGOs and government	Moderate	High under optimal conditions	Limited to areas where heavy fogs occur	Provides good quality water in water-poor areas	Requires a supplementary water source	Experimental	Improved distribution systems needed
<i>Runoff collection small dams, impoundments</i>	Agricultural use, Domestic use	Widespread	Low	NGOs and government	Moderate to high	Moderate	Widespread	Provides water in dry period, suitable for multiple purpose	Requires proper topography, impervious soils, can be costly, evaporative losses	High	Improvements of design for safety, water tightness & reduction of evaporation losses
<i>Water conveyance</i>	Primarily domestic use	By tanker in the Caribbean, widespread by pipeline/aqueduct	Moderate	Government	High	High	Primarily as an emergency measure, and in areas where water is unavailable	Water is delivered to the point of need	Very costly to use on a routine basis	Limited due to costs	Improved distribution infrastructure needed
<i>Artificial recharge of aquifers</i>	Domestic use, Agricultural use	Widespread	Low	Community and government	Low to moderate	High	Widespread	Can reduce groundwater salinity	Can introduce pollutants into the groundwater	High	Pollution controls needed
<i>Groundwater pumping using non-conventional energy sources</i>	Agricultural use, Domestic use	Widespread	Low to moderate	Community and NGOs	Low to high	Moderate to high	Widespread especially in areas where conventional energy sources are scarce	Uses renewable energy sources	Replacement parts may not be readily available	High in rural areas	Training in pump maintenance and repair is needed
<i>Desalination</i>	Domestic use	Caribbean	Moderate to high	Government	High	High	Primarily in coastal or island areas where freshwater is not available	Uses an "unlimited" source of water to produce high quality water	Energy-intensive and very costly to use on a routine basis	Limited due to cost and technical requirements	More cost-effective and "lower-tech" design improvements are needed
<i>Clarification using plants</i>	Domestic use	Widespread	Low	Community	Low	Moderate	Widespread in areas with suitable plants	It is a natural process	May encourage the spread of undesirable plants (such as water hyacinth)	High	Identification of other suitable plants is needed
<i>Disinfection</i>	Domestic use	Widespread	Low	Community and government	Low	High	Widespread	Effective against most pathogens	Boiling is energy intensive, chlorination presents some safety concerns	High	Improved management methods needed for chlorination systems
<i>Filtration</i>	Domestic use	Widespread	Low	Community, NGOs and government	Low to moderate	Moderate to high	Widespread	Can be applied at scales ranging from household to regional	Filter maintenance is required, media or skilled technicians may not be available	High	Improved filter efficiency is needed
<i>Water conservation: dual systems, low-flow fixtures, others</i>	Domestic use, Some industrial use	Widespread	Low	Community, some government	Low to moderate	High	Widespread	Reduces demand for water from public supplies by 50% or more	Initial cost of implementation may be somewhat higher than alternatives, dual systems can cross-contaminate	Moderate to high	Public awareness needed

Table 3. Phases of Peri-urban Development

CHARACTERISTIC	EVOLUTION			
	Informal	Developing Intermediate	Quasi-formal	Formal
Settlement Pattern				
Description	Scattered dwellings, poorly constructed	Numerous dwellings, better constructed	High density with scattered formal housing	Formal housing
Infrastructure	Non-existent	Alleys etc develop, community organisations created	Street systems develop, strong community organisations and informal governments	Infrastructure exists municipalities formed
Need for investment	High	High	Moderate	Low
Source of Investment	External	External Cash Internal Labour	Becoming internal	Internal
Land tenure	None	Very few land owners	Some land ownership	High level of ownership

Source: Habitat & UNEP, 1996

Table4. Common Water Procurement Modes in large Cities in the Developing Countries

Service mode	Water access conditions	Use	Specific consumption (l/inhab./day)	Water quality	Payment conditions	Cost per cu. m. of water
Individual service line	Private tap in home or nearby (courtyard)	All uses	150 to 200	Usually good	Monthly invoice	P
Public fountain	Transport, queue at fountain	Drinking	20 to 30	Contamination possible at fountain	Cash payment	10P
Delivery	Home delivery	Drinking	5 to 20	Variable	Cash payment	30P
Private well	Access close to dwelling	Washing, laundry	50	Poor (salinity)	Individual maintenance	"free"
Uncontrolled source (pond, river)	Access close to dwelling	Washing, laundry	50	Poor (contamination)		"free"

Source: Provencher, 1998

**BACK TO THE BASICS:
SOURCE WATER PROTECTION FOR
SMALL COMMUNITY SYSTEMS**

Dr. Glenn E. Stout
Tom Bik

Summary

Source water protection, perhaps one of the oldest forms of water supply management, has recently received renewed attention the United States. Even as water treatment technologies gear up to meet the demands of an increasing number of complex contaminants, simple source water programs have become the first line of defense in a comprehensive national safe drinking water program. The history of the return of source water protection programs to the policy arena, and the accompanying recognition of the critical role of public participation, offer valuable lessons in the development of water management policy and practice. Source water programs are particularly relevant to small community water supply systems, where resources are scarce and community participation is likely to be available and effective.

**BACK TO THE BASICS:
SOURCE WATER PROTECTION FOR
SMALL COMMUNITY SYSTEMS**

Dr. Glenn E. Stout
Tom Bik

List of Key Words

- Source water protection
- Drinking water regulation
- Small community water systems
- Regulatory evolution

BACK TO THE BASICS: SOURCE WATER PROTECTION FOR SMALL COMMUNITY SYSTEMS¹

Dr. Glenn E. Stout
Tom Bik

INTRODUCTION

The management of public water supplies is constantly evolving in response to changes in social, technological, and environmental conditions and the sophistication of our knowledge in each of these areas. One method of observing this evolution is by studying changes in the laws that societies devise in order to insure public health through the regulated management of water supplies.

In the United States, some form of federal control over the management of public water supplies has been in place for more than 100 years, with the most dramatic changes occurring in the last 30 years. Numerous different approaches have been legislated in response to technological change, improved scientific methodology, public demands for safe drinking water supplies, and political compromise. Evidence of the efficacy of these approaches has come from experience. Through the democratic process, feedback from stakeholders has cycled through the political and administrative process to re-emerge in improved laws and regulations.

Source water protection, perhaps one of the oldest forms of water supply management, has recently received renewed attention the United States. Even as water treatment technologies gear up to meet the demands of an increasing number of complex contaminants, simple source water programs have become the first line of defense in a comprehensive national safe drinking water program. The history of the return of source water protection programs to the policy arena, and the accompanying recognition of the critical role of public participation, offer valuable lessons in the development of water management policy and practice.

Source water protection programs are particularly relevant to small community water supply systems, where resources are scarce and community participation is likely to be available and effective. This paper reviews the historical development of drinking water regulation in the United States and the process that led to the institutional re-emergence of source water protection as a water management strategy. It describes the structure of the U.S. source water protection program and discusses how source water protection has become an effective management strategy for the delivery of safe, affordable water supply in small communities.

¹ Glenn E. Stout, Professor Emeritus, and IWRA Past-President,
University of Illinois, 1101 West Peabody Drive, Urbana, Illinois, 61801-4723
g-stout@uiuc.edu
Tom Bik, IWRA Research Associate
4535 Faner Hall, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois, 62901
tombik@siu.edu

HISTORICAL PERSPECTIVE OF WATER REGULATION IN THE U.S.

Early developments

Proximity to a readily accessible source of safe drinking water was a necessity for communities during the early settlement of the North America. Local laws to protect source water protection were well established even during the colonial period.

There shall be no man or woman dare to wash any unclean linen, wash clothes, ... nor rinse or make clean any kettle, pot or pan, or any suchlike vessel within twenty feet of the old well or new pump. Nor shall anyone aforesaid within less than a quarter mule of the fort, dare to do the necessities of nature, since by these unmanly, slothful, and loathsome immodesties, the whole fort may be choked and poisoned.

Governor Gage, Jamestown Colony, 1610 Proclamation (USEPA, 1996c)

As population densities increased, so did sources of disease and pollution. Household wells were no longer safe from contamination and many settlements organized to create public water supplies. Whenever possible, communities secured upstream reservoirs as their source of supply and restricted access to these areas in order to preserve water quality. While all of the county's large cities experimented with privately operated water systems, most quickly adopted municipally operated systems, thus establishing the role of government in the management of water supplies (Baumann and Dworkin, 1978; Blake, 1956).

In 1854, Dr. John Snow's careful studies of London's cholera epidemic demonstrated that water was the most likely carrier of the deadly disease. By 1884, the causal agents for both cholera and typhoid had been identified and isolated and the role of drinking water in their transmission was confirmed. Treatment technologies using filtration and chlorination developed soon afterwards, but the role of water in transmitting deadly diseases had become firmly established.

Federal efforts to regulate water supplies in the U.S. began in 1893 with the passage of the Interstate Quarantine Act. This act authorized the Surgeon General and the U.S. Public Health Service (PHS) to create regulations that would prevent the introduction and transmission of communicable diseases. The first regulation promulgated under the Act was to prohibit the use of common drinking cups on interstate trains. Two years later the first water standards were set for the 800 water systems that provided water for interstate passenger trains. These regulations were later expanded to include water systems that provided water for bus and airline services.

In 1942 regulations were enacted to require bacteriological testing of water supplies, and four years later voluntary water quality standards were made applicable to all U.S. water supplies. In 1962 these regulations were revised, setting standards for 16 different contaminants, including biological and, for the first time, inorganic chemicals. However, the PHS was given little power to enforce the standards and they were widely ignored. A 1969 PHS survey found that less than less than 60% of all systems could meet water quality standards (Jespersion, 1997; Raucher, 1996).

1974 Safe Drinking Water Act

Throughout the 1960s, evidence of the health effects of pollutants in the environment increased dramatically. Citizen concern over the risks from these pollutants translated into a demand for increased action by government. In 1970, federal agencies were restructured and the U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), was established to address environmental problems. Responsibility for the regulation of drinking water was transferred from the PHS to the USEPA.

Legislative efforts to create enforceable drinking water standards began in 1971, but quickly stalled in Congress. In 1973 the Environmental Defense Fund, a prominent citizen advocacy group, published studies that identified the presence of carcinogens in the drinking water of the city of New Orleans and communities along the Ohio River Valley. These studies provided the necessary visibility and urgency to spur legislation forward. In December of 1974 the Safe Drinking Water Act (SDWA) was signed into law. SDWA authorized USEPA to set non-mandatory health-based maximum contaminant level goals (MCLGs) for "any substance that may have an adverse effect on the health of persons". Enforceable maximum contaminant levels (MCLs) were required to be set as close to MCLGs as possible. Congress specifically instructed the USEPA to consider technical feasibility and costs when setting contaminant goals and levels.

While the USEPA would ultimately be responsible for the enforcement of SDWA, States were given the option of assigning a State agency to assume primary responsibility (primacy) for monitoring and enforcement. The Act also contained provisions for setting fines and other administrative procedures to enforce compliance (Jespersion, 1997; Raucher, 1996).

1986 SDWA Amendments

In the first seven years following the passage of the SDWA, USEPA promulgated regulations for 15 inorganic compounds that had previously been part of the PHS voluntary standards. Between 1981 and 1986 further implementation of the SDWA was effectively stalled by the Reagan administration's opposition to what it perceived as unfunded federal intrusion into a responsibility of local governments.

In reaction to the 5 years of inactivity under the Reagan Administration and the scant progress made in the first 7 years of the Act, the 1986 SDWA Amendments were both aggressive and prescriptive. Congress specified a list of 83 contaminants for which the EPA was to promulgate rules by June of 1989, with 25 additional contaminants to be added to the list every three years. Little flexibility was allowed in meeting the mostly technology-driven standards. Congress did not appropriate any funds to assist the States with the significant administrative and compliance costs that were associated with the program. The 1986 Amendments, with their focus on carcinogenic compounds and chemical pollutants, were difficult to administer and expensive to implement. (Raucher, 1996)

1996 SDWA Amendments

Congress' attempt to stifle further executive office interference and USEPA regulatory reticence resulted in an equally ineffective policy. The USEPA was charged with issuing rules for a large number of contaminants. The burden of creating these regulations prevented USEPA from attending to other pressing water supply problems, such as the persistent, and occasionally dramatic, problems caused by biological pollutants in compliant systems, such as the much-publicized outbreak of cryptosporidiosis in Milwaukee in 1993.

State regulatory agencies and water supply utilities also continued to complain that the 1986 Amendments were prohibitively expensive to implement. Small community water systems were affected the most, since these systems lacked the economies of size needed to afford the required treatment technologies. Few small systems had access to sources of capital that could be used to borrow funds for the purchase of such technologies, and many lacked the technical expertise to evaluate alternative forms of treatment. Small system managers also argued they were being unfairly burdened by having to provide treatment for contaminants that could not possibly be present in their raw water supplies.

Seven years after the passage of the 1986 Amendments USEPA continued to struggle with rulemaking for the Act. In 1993, a radically different Congress made appropriations for the continued operation of the USEPA contingent upon delivery of a rulemaking progress report. The USEPA report described many of the problems with the 1986 Amendments and recommended numerous changes. Advocacy groups for water utilities, public health organizations, and environmental interests lobbied Congress to again amend the SDWA. In 1996, Congress overwhelmingly passed new Amendments to the Act.

The new Amendments reversed the prescriptive approaches of the previous legislation and adopted many of the recommendations of the 1993 USEPA report to Congress. The new Amendments contained changes in four principle areas:

- new and stronger approaches to prevent pollution
 - better information for consumers and efforts to enhance citizen participation
 - prioritization of regulated contaminants and risk assessment
 - significant funding resources through the Drinking Water State Revolving Fund (DWSRF)
- (USEPA, 1996)

In passing the Amendments, Congress had abandoned the one-size-fits-all approach of earlier legislation, with its largely after-the-fact regulatory penalties. In its place, they created a flexible, preventive approach, which put States in control of the programmatic and administrative details, and supported them with funding and technical assistance.

The 1996 SDWA Amendments and small community water system

The 1996 Amendments contain several provisions that specifically target small water systems, alleviating many of the problems of previous regulations. These provisions explicitly recognize the differences in costs, technology, management capacity, and risk characteristics of small water systems.

- *Technical assistance and Technology assistance centers* - USEPA may provide technical assistance, and funding for technical assistance, and establish technical assistance and training centers for small water systems.
- *Water conservation* - All water systems are required to prepare for water conservation plans. USEPA must issue specific guidelines for water systems that serve less than 10,000 people.
- *Small system technologies* - USEPA must publish a list of affordable treatment technologies for three categories of small water systems, by the number of persons served: 25 - 500, 500 - 3,300, and 3,300 - 10,000. When listing technologies and treatment techniques USEPA must consider the quality of source water to be treated.
- *Variations* - If the technology to meet compliance standards is not affordable, small systems can use next best technology. USEPA must list such alternative methods when issuing regulations for small water systems.
- *Prevention* - Improved opportunities for safe water supply through operator certification, technical, financial and managerial capacity development, and source water protection.
- *Funding* - 15% of the annual allotments of DWSRF are reserved for systems that serve less than 10,000 people.

(Freedman, 1996; Pontius, 1996; Saxena, 1997; USEPA, 1997)

The 1996 Amendments also require that primacy States create a source water assessment program (SWAP) to determine the potential of contamination of public water supplies, and authorize the establishment of source water protection (SWP) programs as a vehicle to reduce the threat of source contamination. SWP programs can be developed by any water system, however, they provide an especially effective tool for small water systems to reduce cost, while improving and protecting water quality.

THE STRUCTURE OF WATER SUPPLY SYSTEMS IN THE U.S.

Definitions of public water systems

The difficulty of maintaining national drinking water quality in the U.S. can easily be appreciated by looking at the structure of U.S. water supply systems. A public water supply (PWS) system is simply defined as one that provides water for human consumption. To qualify, a system must provide service to a minimum of 15 connections, or 25 individuals, which receive water for at least two months of the year. In the U.S. there are more than 200,000 public water supply systems.

A PWS can be either a community water system or non-community water systems. Community water systems (CWS) are those that provide service the entire year. Operators of these systems have the highest level of responsibilities under the SDWA and face the greatest regulatory requirements. Approximately 30% of all PWSs are community water systems.

Non-community water systems can be either transient or non-transient. Transient non-community systems (TNC) serve customers who are transient and in non-residential areas, such as,

campground, motels, or gas stations. Regulations for these systems are less rigorous, since consumers face little risk of health threats caused by long-term exposure to contaminants. Nearly 60% of all systems fall into this category.

Finally, non-transient, non-community water systems (NTNC) provide daily service to the same non-resident individuals for more than least 6 months out of the year. These systems account for about 10% of all the PWS systems, and include schools, offices, factories and other large institutions that have their own water supplies. These systems make up about 10% of all PWS systems (Boisvert and Schmit, 1996; EPA, 1993).

Regulation of small water supply systems

Of the more than 57,000 community water systems, more than 90% serve communities that meet the USEPA classification of small (service population between 10,000 and 3,300) or very small (less than 3,300). About half of these small and very small systems are located in rural counties and use ground water as a source of supply. While these systems account for less than 10% of the population served by U.S. water systems, they account for an inordinate percentage of SDWA violations. (Boisvert and Schmit, 1996; MacDonald, et al., 1996).

Small water supply systems present a challenge to regulators just in the sheer number of systems that must be monitored. Since water supply is inherently a decreasing cost enterprise, small water systems lack the economies of size that allow larger systems to hire sophisticated operational and management staff, gain easy access to capital, and purchase improved administrative and treatment technologies. The per capita cost of complying with water quality standards based upon administratively mandated treatment technologies was unaffordable for most of these systems (Cromwell, et al., 1992; MacDonald, et al., 1996, Raucher, et al., 1994).

Source water protection programs can be particularly appropriate for small community water supply systems, especially in rural areas. These systems are likely to have simple, easily disrupted water sources and few financial or technical resources to address pollution problems. Small community systems in rural areas are especially prone to source pollution because of the dominance of on-site wastewater treatment systems, agricultural and livestock practices, illegal disposal of hazardous wastes, and a lack of zoning or other institutional controls on potentially dangerous pollutant releases. On the positive side, small communities are often in a much better position to tap community resources necessary to plan and implement source water protection programs.

SOURCE WATER PROTECTION PROGRAMS

The Cost of doing nothing

The addition of source water protection provisions into the 1996 Amendments were motivated by repeated incidents of the pollution of water sources, and the high costs of remediation.

- A dry cleaner in Brewster, NY disposed of chemical waste into a dry well, contaminating the water supply for 1,650 residents. Cost of remediation: \$250,000.
- In one small community in Oregon, contamination of two drinking water wells resulted in clean-up costs in excess of \$500,000. Residents had to use bottled water for drinking and cooking purposes for two-years until a treatment unit was installed.
- In Exton, PA, population 14, 335, engine solvent from a local business escaped into the community's drinking water supply. Cost of remediation: \$10, 967,000.
- In Montgomery County, MD, leachate from the county landfill polluted the water supply for 145 rural residents. The county paid \$3 million to connect the residences to the closest available water service and will pay the cost of supplying the homes with water (\$45,000/year) for the next 50 years.
- The city of Wichita, KS, located in the dry western portion of the U.S., lost the use of 2.5 billion gallons of previously safe water to contamination by industrial solvents.
(Ainsworth, et al., 1996; Hubbard & Yuhas, 1997; OHD, 1997)

Numerous direct and indirect costs can be attributed to the failure to protect source waters:

- Contaminated water can cause temporary or permanent health damage to individuals.
- Polluted waters increase the cost of treatment for utilities and customers.
- Highly technical and expensive consultations may be required to estimate the extent and magnitude of water pollution problems.
- Seriously polluted sources may be economically unrecoverable, thus requiring water users to pay the cost of developing a new water source.
- Water source pollution may result in costly litigation by parties who have been harmed by the pollution or loss of water supply.
- Polluted water sources may have detrimental impact on aquatic ecosystems and migratory species.
- Information campaigns to announce the pollution of water supplies, and the actions consumers must take in response, can be expensive and politically damaging.
- Negative press reports of polluted water sources can negatively impact a community's public image and opportunities for future economic development.
(Ainsworth, et al., 1996, USEPA, 1996c)

Benefits of source water protection

SWP programs can provide easily quantifiable economic savings in terms of avoided costs and other difficult to quantify, but no less real, benefits. States can save resources that would otherwise have to be devoted to compliance assistance, oversight, and enforcement. Likewise, water systems with SWP programs in place are eligible to receive regulatory relief from monitoring responsibilities, and receive waivers for unnecessary treatment processes. Evidence from the Wellhead Protection Program, which has already been implemented under previous legislation, suggests the magnitude of savings that are possible. The State of Massachusetts estimated that its public water supply systems saved \$22 million over a 3-year compliance cycle; the state of Texas estimated \$49 million for a 2.5-year cycle. State water officials in Maine estimate that 15 systems saved \$108 million by avoiding the need to install filtration equipment.

SWP programs also play a role in reducing health risks, maintaining real estate values, avoiding job losses and improving the ability of communities to attract new business. Innovative design of source water protection areas can enhance the natural and aesthetic environments of communities, improve wildlife habitat, and promote biodiversity (Ainsworth, et al., 1996; AWWA, 1997; USEPA, 1997c).

Source water assessments

The 1996 SDWA Amendments contain two sections that relate to source water protection; one is mandatory, the other voluntary. States must submit a source water assessment plan (SWAP) for all community water systems. In addition, States are authorized to establish voluntary partnerships for source water protection. These "petition" programs, while optional, are a prerequisite for water systems to be eligible for monitoring relief. Grants are available from USEPA to assist in the establishment of these programs. Both the legislation written by Congress and the rulemaking written by USEPA encourage a maximum degree of integration with existing programs, data sources, funding and legislative authorities.

In August of 1997, the USEPA issued guidance to the States for both the assessment and petition programs. Using this guidance, States with primacy must perform source water delineation and assessments for all (over 200,000) public water systems in the country. Each State was allowed to dedicate up to 15% of their 1997 Drinking Water State Revolving Fund (DWSRF) allocation for this purpose. SWAPs must be approved by USEPA prior to implementation and assessments must be completed within two years after program approval. States must make the results of the source water assessments available to the public (USEPA, 1997c).

In order to gain USEPA approval, SWAPs must contain four required elements. First and most importantly, SWAPs must provide for adequate public participation. States are advised to convene both technical and citizen advisory committees to assist in the development of their SWAPs. Every effort should be made to ensure that these committees represent a diversity of perspectives. States must also conduct public hearings, workshops, or other types of forums to provide "meaningful and substantial" opportunities for general public involvement. In their SWAP approval submittal, States must include a "responsiveness summary" that shows how public comments were used in the development of the SWAP (USEPA, 1996c).

Second, SWAPs must describe the approach that will be used in their assessment of source water areas, and explain how the goals of the program are consistent with the goal of national safe water policy. USEPA suggests that the approach include all relevant, available information from other State and Federal programs. Assessment approaches should be "differential". They should recognize differences in the potential threat to water supply based on characteristics such as: system size, local hydrological conditions, land use patterns, or in the case of small water systems, any special funding or technical assistance that may be required because of a lack of technical expertise or economies of scale.

Each assessment approach must also include three legislatively mandated elements:

1. Delineation of the source water protection area

States must determine the areal extent of watersheds and recharge zones for each public water supply system. Techniques for determining source areas will differ depending upon the type of source (ground water, surface water, ground water/surface water interface). Many States have already prepared partial source water delineations to comply with other wellhead, watershed and agricultural programs. States are advised to employ these existing resources and data in their SWAPs.

2. Inventory of contaminant sources within the delineated source water protection area

States need to compile a list of their "contaminants of concern". The list must include, at a minimum, all those contaminants that have regulated maximum contaminant levels, as well as the microorganism *Cryptosporidium*. States must also indicate other "significant potential sources" that will be investigated during the assessment.

3. Determination of public water supply susceptibility

States must prepare a "susceptibility determination" for all public water supplies. Such a determination should take into account hydrologic and hydrogeologic factors, inherent characteristics of the contaminants (e.g., toxicity, environmental fate and transport); and characteristics of the potential source of the contaminant (location, likelihood of release, effectiveness of mitigation measures). States need consider that susceptibility will be greater in small source water areas, where contaminants are likely to be closer to water supply intakes. The analysis of susceptibility is intended to become the instrument that transforms the assessment inventory into a useful decision making tool.

Third, states must describe the procedures that they will use to make the results of source water assessments available to the public. Web sites, water bill stuffers, articles generated in local newspapers, and free copies of assessment summaries, are all methods that can be used to ensure that citizens are well-informed, and thus educated and motivated to participate in source water protection activities. USEPA recommends that reports to the public include a list of contaminants, clearly written narratives, and easily interpreted maps.

Finally, States must describe how the approach that they selected will be implemented. Timetables, describing the order of program element, must be included in the submittal. The SWAP must also include a description of the technical and financial resources that will be used to implement the program and a description of how the SWAP will be coordinated with existing programs. Submittals are also required to explain how States will report progress to USEPA and the process by which assessments will be updated (USEPA, 1997c).

The primary congressional intent of source water assessments was not to create masses of unused and unusable data, but rather to stimulate action. SWAPs are intended to provide States, water systems and citizens with the information, tools and resources needed to form partnership to address source water problems at the community level. Each element of the SWAP is linked to

this action goal. In their implementation proposals, States are strongly encouraged to describe how their SWAPs will serve as the foundation for the development of SWP programs.

Source water petition programs

The core purpose of source water assessments is to provide a strong basis for developing, implementing, and improving SWP actions, "for the protection and benefit of public water systems". While the 1996 Amendments do not confer any new regulatory or enforcement authorities upon the states, many of the provisions require USEPA to further incorporate SWP into drinking water regulations, particularly as a basis for increased regulatory flexibility (USEPA, 1997c).

States are encouraged to develop Source Water Quality Protection Partnership Petition Programs and submit them to the USEPA for approval. Under such programs, owners and operators of water systems, local governments, resource agencies, and affected citizens can petition the States to receive technical and financial assistance to establish SWP partnerships. The purpose of these partnerships is to develop voluntary and incentive-based strategies for the long-term protection of source water.

Successful development of local SWP partnerships hinges on three key steps:

1. Local Teams

The organization of efforts to prevent contamination of water supplies requires a team of responsible individuals who can guide the process in a cohesive, efficient manner. Teams should consist of representatives of the PWS and well-informed individuals, who can focus on the primary objective of protection of drinking water sources, while recognizing the constraints from other ongoing activities in the watershed. It is the intent of the SDWA legislation that the public participation process required during the SWAP will serve to attract a core group of individuals that will evolve into SWP teams.

2. Management Measures

The basic goal of SWP is to reduce or eliminate potential threats to drinking water supplies within source water protection areas, either through federal, state, or local regulatory controls, or by using non-regulatory, voluntary measures. Selected management measures should avoid unnecessary adverse effects, while striving to support conservation and other benefits from watershed protection. Land-use controls, regulatory measures, and other methods have traditionally been used for a variety of purposes in controlling the impacts of municipal growth. When proposed and supported by local groups, these tools can also serve to protect drinking water supplies.

3. Contingency Planning

The formation of SWP teams to address source water issues provides an excellent forum for the development and implementation of both long and short-term drinking water supply replacement strategies. Such strategies can assure that consumers continue to receive safe drinking water in the event of source contamination. Such contingency plans

can also prove useful to communities during natural disasters or other physical disruptions of water supplies.

States can develop and submit SWP programs to the USEPA at any time. The adequacy of a State SWP program will be evaluated by USEPA based upon how well the program facilitates the development of local, voluntary, incentive-based partnerships, through the coordination of local governments, persons living within source water protection areas, and owners and operators of community water systems. USEPA will also consider how well the program process provides for assistance from the State in identifying resources that are available to implement the recommendations of the partnership in addressing the origins of drinking water contaminants specified in the petition.

As with SWAPs, Congress established a source of funding that can be used by States to implement SWP programs. States with an approved partnership program are eligible to receive up to 50% of the cost of administration of the program, up to the annual authorization of \$5 million. States can also designate up to 10% of their yearly DWSRF capitalization grants for voluntary, incentive-based, source water protection measures. Effective coordination with established pollution control programs may provide other opportunities for funding assistance for SWP partnerships.

THE ROLE OF CITIZEN PARTICIPATION IN SOURCE WATER PROTECTION

The 1996 SDWA Amendments specifically require that USEPA and the States create opportunities for citizen participation "to the maximum extent possible", in both the design and implementation of the SWAPs. Likewise, SWP programs are legislatively intended to be local, voluntary, incentive-based initiatives.

This considerable attention to public participation is an acknowledgement of the necessity of building the broad base of support needed to define the goals of SWAPs, and to implement SWP programs. SWP programs are, by their very nature, "place-based" initiatives, that require land use decisions. Few water systems have the luxury of being in total control of their recharge areas and/or watersheds. Fewer still are in position to purchase these areas. Any program hoping to improve the quality of source water for public water systems must rely upon the voluntary efforts of private landowners and the business community. Congress did not incorporate provisions for the confiscation of private land into the SDWA as a means to protect water quality. Instead, the Amendments provide significant funding and technical assistance for community level organization, and decision making.

Beyond this key pragmatic underpinning, are numerous other reasons to acknowledge and promote public participation. The contaminant inventories required in SWAPs are labor intensive. Local volunteer participation in SWAPs can significantly reduce the total costs of implementation. Such volunteers are also more likely to have first-hand knowledge of the area and potential sources of contamination. SWP participants are likely to be customers of the local

water supply; they are motivated to perform their duties carefully, and to guard against bias during collection of assessment data.

The mandatory reporting requirements of the SWAP should increase consumer awareness and motivate citizens and communities to establish local SWP Programs. Local citizen involvement in SWP efforts heightens a sense of resource ownership, and bolsters citizen support for other water system initiatives. For example, water prices in small U.S. community systems are generally acknowledged to be far below the full cost of production. Even with costs-saving techniques like SWP programs, prices are certain to increase significantly as the deteriorated infrastructure of many small systems is replaced, and financial capacity programs (another part of the 1996 Amendments) bring about full-cost pricing. Improved communication between utilities and customers will do much to increase community understanding of the need for rate increases when they do occur, and secure an adequate and timely flow of income to water utilities. (Cromwell, et al., 1992; MacDonald, et al., 1997)

Citizen involvement is also desirable because of equity considerations. The decisions that are made in the process of SWAPs and SWPs will affect all members of the community. By maximizing participation, government and water utility officials can be assured that local concerns will be discussed in a public forum, and addressed by community actions. Similarly, the costs of assessments, programs, and actions are ultimately borne by taxpayers and consumers. Social equity standards require that those who pay have an opportunity to participate in the decisions that affect them.

USEPA has sought out ways of increasing the participation of citizens in SWP and other programs through the guidance that it has provided to the States. USEPA provides numerous tools to facilitate public participation. Citizen advisory panels, with representatives from all relevant constituencies, played a significant role in the development of the regulations promulgated from the 1996 SDWA Amendments. Draft documents from panel meetings were posted to web sites, allowing citizens to track and comment on the development of regulations as they were being written. USEPA also makes available a vast amount of public information through an extensive system of web sites, through a large number of easily available, free publications, and through a toll-free Drinking Water Hotline telephone service. The National Small Flows Clearinghouse and the National Drinking Water Clearinghouse are two USEPA-funded organizations established specifically to provide information to the customers and managers of small community water and wastewater systems.

Citizen participation in small community water programs is a dominant element of the management of rural water supplies in many countries (Narayan, 1994). Small communities, which generally have fewer financial resources, must often rely upon direct citizen participation to achieve communally expressed goals. Through legislative mandate and administrative requirements, both the Congress and the USEPA, have acknowledged the role that communities must play in protecting and improving their water supplies.

EXAMPLES OF SOURCE WATER PROTECTION ACTIVITIES

Elkhart, Indiana

Elkhart began its source water protection program in the 1980s without any legislative mandate. When chemical solvents were discovered in the in one of the communities wellfields, community leaders decided that they needed to find a way to inventory and map potential sources of pollution. Twenty senior volunteers, from the Service Corps of Retired Executives and the American Association of Retired Persons, worked with city staff members to visit homes and businesses. More than 280 potential contaminant sources were identified, mapped and designated for management, through zoning, land use controls and technical assistance. Through the efforts of program participants the community has been successful in preventing a reoccurrence of the type of problem that shut down its wellfield (USEPA, 1997a).

Woodbury, Connecticut

This small town of 8,000 used only a single surveyor to inventory potential contaminant sources. Using phone directories, state databases, historic land use maps, aerial photographs, personal interviews and a windshield survey, the surveyor identified 130 high risk sources of potential wellhead contamination. Interviews with the fire marshal and town planner proved to be the most useful source of information. The survey took approximately six weeks to complete. (USEPA, 1996a).

Waverly, Nebraska

Officials from several state and local agencies used aerial photographs and a list of potential contaminants to help citizens of Waverly determine which sources merited additional consideration. Interviews were also conducted with knowledgeable local citizens, who proved to be a much better source of information than outside agency staff members. Sources of concern were plotted on a wellhead protection area map. The inventory identified 33 potential sources, with contaminants such as waste oil, organic solvents, acids, pesticides, gasoline, diesel fuel, and a variety of other chemicals. Time of contaminant travel to wells ranged from 60-days to more than 20 years. The town uses the inventory to assist its contaminant source management and contingency planning efforts. (USEPA, 1996a).

East Dundee, Illinois

In East Dundee, a pilot program to implement local source water protection using teams of high school students and senior volunteers is being tested. The "Source Water Protection Mentor Initiative Program" is being coordinated by the USEPA and funded by the Environmental Alliance for Senior Involvement. Volunteers were trained by Illinois EPA officials at the local community college in the basic principles of groundwater flow, potential sources and routes of groundwater contamination, and how to conduct a potential source inventory.

Volunteer teams of students and seniors, conducted windshield surveys and door-to-door interviews to identify potential threats within the drinking water protection area for the village wells. The teams completed the project over a two-week period. Their success has led to the development of similar projects in nearby communities. The students are making a video detailing the project and providing recommendations on how the city can protect its drinking water supply. They are also urging the city to adopt a groundwater protection ordinance (IEPA, 1998).

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The benefits of a safe, reliable national water supply systems are incalculable. Some form of coordination or regulation is required in order to reach this goal. The experience of the United States in the regulation of drinking water supplies provides a case study in the evolution of regulatory approaches. Several observations can be made from the U.S. regulatory experience.

Regulatory approaches must be flexible enough to accommodate critical differences in water supply system characteristics.

There is tremendous variability in water supply systems characteristics in the U.S. Regulatory provisions must reflect this variability, and provide avenues for compliance that consider affordability, risk, and available technology. Small water supply systems merited particular attention in the latest SDWA Amendments. By acknowledging the unique characteristics and problems of these systems, SDWA regulations can more effectively achieve national safe drinking water goals.

Regulatory authority should reside with the organization closest to the problem.

State control of program design and enforcement serves to ensure regulatory flexibility. State agencies are more likely to be knowledgeable about the unique characteristic of local water supplies and are more accessible to information from water supply managers. States, in turn, pass down the responsibility for source water programs to communities and utilities.

Funding assistance for the achievement of national policy objectives should originate from federal source.

National safe drinking water supply benefits all citizens of the country. The federal government must use its greater fundraising ability to support safe drinking water programs. Funding assistance must be used judiciously so as to promote locally sustainable efforts.

Investments in new technology are not always the best, or cheapest, way of improving water supply operations.

Regulatory programs must consider all alternatives that can improve water quality and operational efficiency. Investments in management activities (such as SWP programs, operator training and capacity development) are often much more effective in improving water supply operations, especially in small systems.

Citizen and stakeholder participation is key to the successful development and implementation of drinking water regulations.

The benefits of using a participatory process have gained increasing recognition as a critical ingredient in the regulatory process. Citizen and stakeholder issues need to be addressed during, not after, the rulemaking process. Agencies need to invest substantial resources in order to enhance the participatory process.

Prevention must come FIRST in the sequence of regulatory policy options. Source water protection practices should take the highest priority among management alternatives. Treatment and remediation costs are far more costly than prevention. Source water protection is the cheapest, easiest way to guarantee the long-term quality of drinking water supplies.

The U.S. experience with the development of its source water protection program also offers some valuable insights into appropriate format for such programs.

Information is the key to action.

Source water assessments are required for all public water supplies. Reporting requirements of the SWAP are intended to guarantee that citizens are informed about the problems and potential problems in their water supply. Informed citizens are more likely to take action.

Citizen participation is key to successful SWAP and SWP programs.

Source water management measures are inevitably linked to local land use decisions. These decisions can best be made by those individuals who will be affected by them, using the best information that can be made available. Citizen volunteer efforts can also substantially improve assessment quality and reduce implementation costs.

Integration with existing efforts maximizes the employment of scarce resources.

Numerous federal and state initiatives have already made considerable progress in addressing water quality concerns. These programs command significant resources that can be used to address source water quality goals. Rather than replacing or duplicating existing efforts, source water programs must act as a lens that focuses all available authorities, technical assistance, and funding resources toward source water assessment and management.

Water management regulation and practice will continue to evolve in response to external changes and an increasing knowledge base. Much of the history of water management reflects an outdated "linear view" of water resources that encourages the "once-through" use of water, and that fails to "allow cooperative planning endeavors among impacted parties for unified water resource management" (Hall, 1998).

Hall (1998) calls for a fresh start in water management; a shift to a new conceptual model that recognizes the "cyclical" nature of water resources, and the interrelationships and feedback that occurs throughout the cycle. "The future," he states, "will require policies designed not just to clean up dirty water, but to keep it from getting dirty. To protect its quality rather than to restore it."

With the passage of the 1996 SDWA Amendments U.S. water policy appears to have undergone a significant shift towards a "cyclical" approach. Source water protection, surely one of the most basic of safe drinking water strategies is back to stay. Small community water consumers are likely to be the principal beneficiaries of this return to the basics in water supply management.

The authors wish to acknowledge the excellent and informative USEPA documents that were used in the writing of this paper. Readers who are interested in further details on SWP programs in the U.S. may wish to access the USEPA Office of Ground Water and Drinking Water web site at www.epa.gov/OGWDW.

Literature Cited:

- Ainsworth, Steve, Hamilton Brown, and Paul Jehn. 1996. *How's the Water*. Public Management. vol. 78, #2, pp. 15-18.
- AWWA. 1997. AWWA White Paper - Source Water Protection. (Approved April 11, 1997). www.awwa.org/govtaff/whitepap.htm.
- Baumann, Duane and Daniel Dworkin. 1978. *Water Resources for Our Cities*. Association of American Geographers. Washington, D.C.
- Blake, N. 1956. *Water for Cities*. Syracuse, New York: Syracuse University Press.
- Boivert, R.N. and T.M.Schmit. 1996. *Distribution of Community Water Systems Across the United States With Emphasis on Size, Water Production, Ownership, and Current Treatment*. Unpublished Report to the USEPA. Department of Agriculture, Resource, and Managerial Economics, Cornell University. February.
- Cromwell, John E., Walter L. Harner, Jay C. Africa, and J. Stephen Smith. 1992. *Small Water Systems at the Crossroads*. Journal AWWA. vol. 84. #5. pp. 40-48
- Freedman, Allan. 1996. *CQ's Washington Alert 09/24/96 Provisions: Safe Drinking Water Act Amendments*. Congressional Quarterly. www.cais.com/nrwainfo/cq.htm.
- Hall, Millard W. 1998. *Extending the Resource: Integrating Water Quality Considerations into Water Resources Management*. Water Resources Update. Issue 111. Spring. pp. 30-37.
- Hubbard, Harriet and Barbara Yuhas. 1997. *Know the Hidden Threat to Your Water Supply*. Public Management. vol. 79. #3. pp. A1-A4.
- Illinois Environmental Protection Agency (IEPA). 1998. *Teens, Seniors Pair Up to Protect Source Water*. Environmental Progress. Volume XXIII, Number 1 -- Spring 1998. <http://www.epa.state.il.us/environmental-progress/v23-n1/index.html>.
- Jesperon, Kathy. 1997. *A Look Back at Drinking Water Regulation*. On Tap. Spring. vol. 6. Issue. 1. p. 15.
- MacDonald, Jacqueline A., Amy K. Zander and Vernon L. Snoeyink. 1997. *Improving service to small communities*. Journal AWWA. vol. 89. #1. pp. 58-64.
- Narayan, Deepa. 1994. *The Contribution of People's Participation: Evidence from 121 Rural Water Supply Projects*. World Bank Water and Sanitation Project. World Bank.

- Oregon Health Division (OHD). 1997. Oregon's Drinking Water Protection Program. Last updated August 18, 1997. www.ohd.hr.state.or.us/cehs/dwp/whppsum.htm
- Pontius, Frederick W. 1996. *Overview of the Safe Drinking Water Act Amendments of 1996* Journal AWWA. vol. 88. # 10. pp. 22-33.
- Raucher, Robert S. 1996. *Public Health and Regulatory Considerations of the Safe Drinking Water Act*. Annual Review of Public Health. vol. 17. pp. 179-202.
- Raucher, Robert S., Ann M. Dixon, Eloise Trabka, and Joseph A. Drago. 1994. *Cost-effectiveness of SDWA regulations* Journal AWWA. vol. 86. #7. pp. 28-36.
- Saxena, Sanjay. 1997. *What do the SDWA Amendments mean for small water systems?* Journal AWWA. vol. 89. #1. p. 10.
- USEPA. Office of Water. 1993. Technical and Economic Capacity of States and Public Water Systems to Implement Drinking Water Regulations. Report to Congress, EPA 8120-R-93-001. Washington, DC. September.
- USEPA. 1996a. Guide for Conducting Contaminant Source Inventories for Public Drinking Water Supplies. Technical Assistance Document. EPA 570/9-91-014. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C
www.epa.gov/OGWDW/Pubs/13ground.html Revised August 27, 1996
- USEPA. 1996b. The Safe Drinking Water Act Amendments of 1996: Strengthening Protection for America's Drinking Water. September 25, 1996.
www.epa.gov/OGWDW/SDWAtHEME.html#1.
- USEPA. 1996c. Discussion Guide for State Source Water Assessment and Protection Programs. (for the National Source Water Protection Stakeholders Meeting on January 7/8, 1997). December 27, 1996. www.epa.gov/OGWDW/discguid.htm#I. Revised January 3, 1997.
- USEPA. 1997a. *How can I help to protect my drinking water supply?*
www.epa.gov/OGWDW/wot/howcan.html - Last Modified: 9/3/97.
- USEPA. 1997b. *Getting Involved in Protecting Your Community's Source of Drinking Water: Safe Drinking Water is Vital to Communities.* www.epa.gov/OGWDW/getinv.html - Revised December 30, 1997.
- USEPA. 1997c. State Source Water Assessment and Protection Programs Guidance: Final Guidance EPA 816-R-97-009. August 1997. www.epa.gov/OGWDW/source/swpguid.html. Revised January 26, 1998.

**DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
DE PEQUEÑOS MUNICIPIOS.**

**Gamaliel Martínez de Bascarán
Doctor Ingeniero Industrial
Sanitary Engineer (Delft)**

**Ingeniero consultor
C/ Ríos Rosas, 44
28003 Madrid.
España**

INDICE

1. ANTECEDENTES

2. ANALISIS DE LAS PRINCIPALES OBLIGACIONES MEDIOAMBIENTALES EN EL MEDIO ACUÁTICO COMO CONSECUENCIA DE LA NORMATIVA ACTUAL.

2.1. Generalidades

2.2. Problemática de la aplicación de las diferentes directivas

2.2.1. Directiva sobre compuestos tóxicos

2.2.2. Directiva sobre aguas prepotables

2.2.3. Directiva sobre la vida piscícola

2.2.4. Nuevas directivas

3. SOLUCIONES PARA LA DEPURACIÓN DE LOS VERTIDOS URANOS EN UNA COMARCA

3.1. Metodología empleada

3.2. Procesos de depuración estudiados

3.3. Criterios seguidos para la decisión del tipo de tratamiento.

3.4. Tipologías de depuración seleccionadas

3.4.1. Zanjas filtrantes

3.4.2. Lechos de turba y lagunas de maduración

3.4.3. Filtros verdes

3.4.4. Lagunajes

3.4.5. Biodiscos

3.4.6. Canales de oxidación

4. CONCLUSIONES

1.- ANTECEDENTES

La adhesión de España a la Comunidad Europea, efectiva desde el primero de enero de 1987, obliga a nuestro país, al cumplimiento, una vez efectuada la transposición a nuestra legislación, de todas las disposiciones que en materia medioambiental adopta la Comunidad, normalmente en forma de Directivas y Decisiones, todo ello independientemente de nuestro desarrollo legislativo interno, que se produce tanto por la legislación emitida por el Gobierno Central como por las Comunidades Autónomas en el uso de sus competencias transferidas.

La propia Constitución española, verdaderamente adelantada en este tema establece que "todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona y el deber de conservarlo".

Las Directivas comunitarias con una mayor incidencia en la gestión del agua en el caso de los abastecimientos son:

La Directiva 75/440/CEE relativa a la calidad requerida en las aguas superficiales para la producción en agua potable.

La Directiva 80/778/CEE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

En el caso de vertido de aguas residuales son:

La Directiva 76/464/CEE sobre la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas (y las que desarrollan posteriormente esta directiva).

La Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Independientemente hay otras directivas de carácter general referidas a la vida piscícola o aguas para baños y que se refieren a concentraciones máximas para estas utilidades, estableciendo los niveles de inmisiones.

El Plan Nacional de Saneamiento y Depuración da un impulso definitivo para resolver el problema, que se ha valorado en casi dos billones de pesetas, habiéndose comprometido el

Estado en afrontar el 25% de las inversiones totales necesarias para garantizar el cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE, aunque en España la responsabilidad del cumplimiento recae en los propios causantes de los vertidos.

Es interesante señalar la fuerte incidencia que ésta última Directiva está teniendo en el desarrollo de la política de tratamiento de los vertidos urbanos, como una nueva llamada de atención al problema, aunque su solución ya se había afrontado por la Administración Central mediante nuestra reglamentación interna, especialmente la Ley de Aguas y reglamentos que la desarrollan, para incidir en la resolución del problema de la depuración de vertidos urbanos e industriales.

Especial preocupación ha sido para la Administración el tema de la depuración de los vertidos de pequeños núcleos habitados. Ya a últimos de la década de los años 70, la entonces, Dirección General del Medio Ambiente llevó a cabo un extenso estudio, sobre situación de las estaciones depuradoras de aguas en pequeños municipios en España, llegando a conclusiones sorprendentes sobre tecnologías utilizadas y, especialmente, la problemática de su explotación.

En un hecho que se había utilizado procesos tecnológicos de elevado coste de explotación y cierta complejidad de conservación que estaban abandonados en muchos casos. Se habían construido depuradoras "en serie" sin tener en cuenta la problemática local.

Como consecuencia del estudio se promovió la utilización de otros sistemas de depuración, tratamientos blandos como lagunajes anaerobios y facultativos, filtros verdes, filtros de turba, etc. que han representados una solución efectiva debido a su menor coste de explotación y especialmente la mayor facilidad de explotación y mantenimiento por personal más fácilmente disponible en zonas rurales.

La experiencia adquirida en estos estudios y trabajos fue decisiva a la hora de proyectar un sistema de depuración para una región española que afronto la confederación Hidrográfica del Tajo posteriormente, mediante convenio con la Comunidad Extremeña y al que se hace referencia posteriormente.

2.- ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES OBLIGACIONES MEDIOAMBIENTALES EN EL MEDIO AGUA COMO CONSECUENCIA DE LA NORMATIVA ACTUAL.

2.1.- Generalidades.

La legislación medioambiental española ha sufrido un profundo cambio en los últimos años. Nuestra incorporación a la CEE, en igualdad de derechos y deberes con países avanzados en este campo, unida a una mayor presión medioambiental ciudadana y a la decisión política de implantar una legislación eficaz, correctora de la actual situación y más acorde con las nuevas exigencias ecológicas, está siendo una auténtica revolución de la normativa técnica y legal.

La adhesión de España a la CEE, efectiva desde el primero de enero de 1987, ha obligado a nuestro país a adaptar la legislación interna a la normalidad comunitaria, que en el campo de la calidad del agua está integrada principalmente por la decisión y las directivas que se relacionan en el cuadro adjunto. Ambos tipos de instrumentos legales son de obligado cumplimiento para todos los países miembros, con la única diferencia de que, mientras la primera lo es en su integridad, las directivas sólo obligan en cuanto a los resultados que deben alcanzarse, estableciendo los criterios generales adoptados por la CEE para la defensa de los habitantes y dejando a la libre opción de cada país los medios a utilizar para la consecución de las metas propuestas.

Así, las directivas fijan valores límites para diferentes aplicaciones, como el agua de bebida, tanto en su aspecto de calidad de agua bruta como de la calidad del agua de distribución, la calidad de aguas de baño o las piscícolas.

La importante Directiva 76/464 establece toda una filosofía de actuación con respecto a compuestos específicos tóxicos, persistentes y bioacumulables.

El arranque histórico de esta transformación de la normativa española lo marca la Constitución, en cuyo artículo 43 se reconoce el derecho a la protección de la salud de los

ciudadanos, determinando que "es competencia de los poderes públicos organizar y tutelar la salud pública a través de medidas preventivas y de las prestaciones y servicios necesarios". En el artículo 45 se establece que "todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo."

Por otra parte, en el artículo 347 bis de la Ley Orgánica 8/1983, de 25 de junio de Reforma Urgente y Parcial del Código Penal, se instaura el delito ecológico, que prevé penas de arresto a multas para sancionar las agresiones al medio ambiente.

Se da un importante paso hacia la situación actual con el proceso de transferencias a las distintas comunidades autónomas de determinadas funciones y servicios del Estado en materia de saneamiento y de medio ambiente, que culminó en 1984.

La Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985 viene a modificar el enfoque de la legislación anterior, la centenaria Ley de Aguas y de las numerosas disposiciones complementarias posteriores, en materia de calidad de las aguas. Ya en su preámbulo se dice que "éste ... recurso debe estar disponible no sólo la cantidad necesaria sino también con la calidad precisa en función de las directrices de la planificación económica, de acuerdo con las previsiones de la ordenación territorial y la forma que la propia dinámica social demanda".

Respecto de la calidad de las aguas, en su artículo 84 se estipula que "son objetivos de la protección del dominio público hidráulico contra su deterioro:

- a) Conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas.
- b) Impedir la acumulación de compuestos tóxicos peligrosos, capaces de contaminar las aguas subterráneas.
- c) Evitar cualquier otra actuación que pueda ser causa de su degradación".

La Ley creó los adecuados Organismos de Cuenca, a los que atribuye, entre otras funciones y atribuciones:

- La elaboración de los Planes Hidrológicos de la cuenca.
- El estudio, proyecto, ejecución, conservación, explotación y mejora de o las obras incluidas en sus propios planes.

- La definición de objetivos y programas de calidad acuerdo con la planificación hidrológica.

- El control de la calidad de las aguas.

Los Planes Hidrológicos de Cuenca deben comprender obligatoriamente, entre otras materias:

- Las directrices sobre la conservación de recuperación del medio natural.

- Las características básicas de calidad de las aguas y ordenación de los vertidos de aguas residuales.

- Las infraestructuras básicas requeridas por el Plan.

Se exige una autorización administrativa para toda actividad susceptible de contaminar las aguas residuales (art. 92), que puede ser revocada por incumplimiento de sus condiciones (art. 97). Se autoriza la creación de empresas de vertido para conducir, tratar y verter las aguas residuales de terceros (art. 100).

Por otra parte, se establece un canon de vertido (art. 105) cuyo importe está en función de la contaminación vertida - referida al vertido tipo de aguas domésticas definida por el Organismo de Cuenca cuyo importe se destina al programa de lucha contra la contaminación de la propia cuenca.

Se preveen finalmente sanciones para "los vertidos que puedan deteriorar la calidad del agua o las condiciones de desagüe del cauce receptor, efectuado sin contar con la autorización correspondiente" (art., 108). Las multas que se establecen pueden alcanzar cifras considerables, especialmente si se adiciona a su importe la posible indemnización de daños al dominio público, cuya valoración debe ser fijada sobre la base del coste diario de la depurada equivalente.

Con fecha 30 de abril de 1986 se publicó el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII de La Ley de Aguas.

El Reglamento desarrolla, entre otros puntos, los relativos a:

- Autorizaciones de vertido, fijando el procedimiento de solicitud y concesión de las mismas, y determinando como requisito ineludible que la petición debe ir acompañada del proyecto de las instalaciones de depuración.
- Especificación, en Anexo, de las sustancias contaminantes, estableciendo las listas denominadas "negra" y "gris" de acuerdo con la Directiva CEE/76/464.
- Especificación de los trámites administrativos de la autorización para el establecimiento, modificación o traslado instalaciones o industria que puedan originar vertidos, así como las condiciones y trámites de suspensión y revocación de las autorizaciones.
- Determinación del régimen de aplicación del canon de vertido, así como del valor convencional de la unidad contaminante, equivalente al vertido anual de 1.000 habitantes, que queda fijado transitoriamente para todo el territorio nacional y referida al cuatrienio 1986-1989 en la cantidad de 500.000 pesetas, si bien con una implantación progresiva mediante la aplicación de unos coeficientes de reducción.

Una vez establecidos los mecanismos adecuados previstos en la propia reglamentación, la determinación del importe definitivo de la unidad de contaminación es competencia de los Organismos de Cuenca, de acuerdo con la Planificación Hidrológica.

Finalmente se establecen los criterios para determinar la calificación de las infracciones y la fijación de las sanciones, de acuerdo con su gravedad.

Mediante los correspondientes Anexos, además de la relación de sustancias contaminantes comprendidas en las listas "negra" y "gris", se incluyen:

- La clasificación de actividades industriales.
- Los parámetros característicos que deben considerarse, como mínimo, en la estima del tratamiento de vertido.
- Los valores del coeficiente para la deducción de la carga contaminante computable a efectos del canon de vertido.

Deben aclararse, sin embargo, que estas tablas son meramente indicativas y a efectos de valoración del canon, ya que el Organismo de Cuenca, sobre la base una planificación hidrológica, puede establecer unos valores emisión más restrictivos, incluso, que los de la tabla más exigente.

Con fecha 31 de agosto de 1988 se publica el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en el desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas, completando el desarrollo reglamentario de dicha Ley y quedando así establecidas las bases de la política hidráulica tanto su vertiente de cantidad, tan necesaria en España, como de la calidad precisa para su utilización en condiciones adecuadas.

Como aspecto importante de este Real Decreto cabe destacar que en él se estructura del Consejo Nacional del Agua y los Organismos de Cuenca, con una amplia representación de los usuarios, y se establece los criterios para la futura planificación hidrológica.

Se recogen, asimismo, en los anexos, las correspondientes transposiciones de las Directivas Comunitarias sobre:

- a) Calidad exigida las aguas superficiales que sean destinadas a la producción de agua potable.
- b) Calidad exigida a las aguas dulces superficiales para ser aptas para el baño.
- c) Calidad exigible a las aguas continentales cuando requieran protección para ser aptas para la vida de los peces.
- d) Calidad exigible cuando requiera protección o mejora para la cría de moluscos.

Con fecha 5 de agosto se publicó el Real Decreto 486/1988, de 15 de julio, sobre prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales, transposición de la directiva CEE/76/464 sobre sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables, que se plasma en la Orden de 12 de noviembre de 1987 (BOE 23/11/87) sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de sustancias nocivas o peligrosas contenidas en las vertidos de aguas residuales

Se da así el debido énfasis al desarrollo paulatino de dicha directiva CEE/76/464, verdadero marco de toda la normativa posterior, que prestó una especial atención al problema de estas sustancias, cuya definición en forma de familias se va matizando paulatinamente con la transposición de las directivas específicas sobre ciertos compuestos .

Igualmente hay que señalar la entrada en vigor del Real Decreto Legislativo 1302/86, de Evaluación de Impacto Ambiental, como paso previo a la implantación de determinadas actividades industriales, que pudieran afectar al medio ambiente.

Tiene también importancia de este campo la ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, que incide en el tema de vertido al mar y desarrollada reglamentariamente con posterioridad.

Posteriormente, se ha publicado una nueva legislación entre la que debemos destacar:

- *Resolución* de 28 de abril de 1995, de la Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros del 17 de febrero de 1995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.
- *Orden* de 21 de junio por la que se aprueban las bases reguladoras y se convoca la concesión de subvenciones para la realización de actividades de regulación y control de vertidos relacionados con los Programas de la Dirección General de la Calidad de las Aguas.

Y especialmente, el

- *Real Decreto 484/95, de 7 de abril*, sobre medidas de regularización y control que puedan modificar substancialmente la problemática de las autorizaciones de los vertidos en el país.

Este Real Decreto pretende fundamentalmente dos objetivos. En primer lugar, alcanzar el ordenamiento definitivo de los vertidos existentes a través de "planes concretos de regularización" llamados a conseguir, mediante una serie actuaciones programadas en el tiempo, el adecuado tratamiento de todo vertido.

Las correspondientes autorizaciones definitivas tendrán, lógicamente, carácter temporal y renovable, previas las comprobaciones necesarias que aseguren en todo caso el cumplimiento por sus titulares de las obligaciones que se les imponen. En coherencia con las medidas de regularización que se establecen, la inviabilidad de un vertido, ya sea debida las características del mismo, a su defectuoso tratamiento o al incumplimiento de las previsiones correctoras, motivará su suspensión o clausura sin perjuicio de la adopción de los demás medidas contenidas en la norma.

El segundo objetivo, en aplicación del principio de fomento de toda actuación orientada a la recuperación y mantenimiento del orden público administrativo en materia de policía de aguas, consiste en el establecimiento de un sistema de ayudas económico-financieras para cumplimiento de los "planes de regulación" de ámbito nacional o superior a la cuenca hidrográfica, que comprometerían y beneficiarían a la vez a determinados costes y a la mejor coordinación y, consecuentemente, lógica conducción del proceso de ordenación que se pretende.

La ley 42/1994 modifica el artículo 109 de la Ley 29/1985, del 2 de agosto, de Aguas, incrementando notablemente la cuantía de sanciones a aplicar por vertidos abusivos.

2.2.- Problemática de la aplicación de las diferentes directivas

2.2.1.- Directiva sobre compuestos tóxicos

La Directiva 76/464/CEE es una directiva marco dirigida a prevenir o eliminar la contaminación causada por un determinado número de sustancias peligrosas en el medio acuático de la Comunidad. Esta directiva se ha desarrollado en otras referentes a las sustancias contempladas con carácter general.

El ámbito de aplicación de estas directivas que es, en principio, el de los vertidos efectuados a:

- Aguas interiores superficiales.
- Aguas marinas territoriales.
- Aguas interiores de litoral.

Los tipos de vertidos afectados por esta normativa son tantos los directos como los efectuados los través de redes de saneamiento.

La Directiva clasificada sustancias peligrosas en dos categorías. La primera, denominada "lista negra" o "lista I", comprende las sustancias consideradas como más peligrosas en función de su toxicidad, persistencia y bioacumulación en el medio acuático.

La segunda categoría denominada "lista gris" o "lista II", agrupa a otras sustancias consideradas como susceptibles de producir un efecto menos nocivo para el medio acuático.

La Directiva 76/464 tiene como objetivo general, de una parte, eliminar la contaminación de las aguas causadas por las sustancias de la lista I, en el sentido de conseguir la ausencia de cualquier efecto nocivo y, de otra, reducir la contaminación causada por las sustancias de la Lista II, criterios que se recogen en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Para conseguir el primero de los anteriormente reseñados objetivos generales, la Directiva establece dos métodos. El primero se basa en el establecimiento de normas emisión en la autorización que debe tener, obligatoriamente, los vertidos que contengan alguna de las sustancias de la lista I. Estas normas de emisión se definen sobre la base de concentraciones y cantidades máximas de las sustancias consideradas en el vertido correspondiente y su valor debe ser como mínimo el que figura en las directrices correspondientes a las diferentes sustancias.

El segundo de los métodos considerados es el establecimiento de normas de emisión en las correspondientes autorizaciones de vertido sobre la base de los valores límites fijados en las diferentes directivas, como a los objetivos de calidad que para los diferentes medios también se establecen.

Las diferencias entre ambos métodos son notables ya que la aplicación del segundo permite la fijación de valores límites en los vertidos superiores a los establecidos en las directivas, siempre que los objetivos de calidad establecidos para el medio receptor permanezcan por debajo de los especificados en dichos textos legales. Para la adopción de este segundo método el Estado miembro deberá demostrar a la comisión que dichos objetivos de calidad se alcanzan y se mantienen adecuadamente.

Asimismo, esta normativa, sobre todo a partir de la Directiva 84/156/CEE, considera necesario que los Estados miembros establezcan Programas Específicos dirigidos a eliminar o evitar la contaminación por sustancias de la lista I, para los casos de las instalaciones a las que no se puede fijar ni controlar regularmente las normas de emisión a

causa de la dispersión de las fuentes o para los casos de fuentes múltiples que no sean instalaciones industriales y a las que no se puede aplicar normas de emisión.

Para la consecución del segundo objetivo general, la Directiva establece que para el caso de las sustancias de la Lista II los Estados miembros establecerán programas de reducción, con fijación de los plazos ejecución.

La ejecución de dichos programas se basará en el régimen de autorización para todos aquellos vertidos que puedan contener sustancias de la Lista II, en la que se señale la correspondiente norma de emisión. Esas normas de emisión se calcularán en función de los objetivos de calidad que dichos programas de reducción deben contener, establecidos por los Estados miembros en su planificación hidrológica, y respetando las directivas del Consejo, si las hubiera.

2.2.2. Directiva sobre aguas prepotables

Esta Directiva fue transpuesta a nuestro ordenamiento legal mediante la orden de 11 de mayo de 1988, parcialmente modificada por la de 15 de octubre de 1990, en el caso de la 75/440, y por la orden de 8 de febrero 1988, en el caso de la Directiva 79/869.

El objetivo principal de esta normativa es la reducción de la contaminación del agua y su protección frente a una ulterior degradación. Para conseguir este fin se busca apoyo en los abastecimientos de aguas potables que sean superficiales, y son sus estaciones de tratamiento las que en definitiva marcan la calidad exigible a la corriente fluvial aportadora.

El ámbito de aplicación de esta normativa se centra en los abastecimientos procedentes de aguas superficiales, sean de ríos, arroyos, embalses o lagos. Quedan pues fuera de este marco otros tipos de abastecimiento tales como los constituidos por extracción de aguas subterráneas a través de pozos o por el aprovechamiento de un manantial en el punto de surgencia.

El esquema metodológico que se establece para la consecución del anteriormente citado objetivo principal de esa normativa es:

- a) El tratamiento existente en cada abastecimiento define la calidad que debe tener el tramo de agua superficial anterior a él.
- b) Es preciso conocer la calidad real del agua de dicho tramo anterior
- c) Con los resultados obtenidos del proceso de valoración consecuencia de las dos etapas anteriores, es preciso tomar medidas para:
 - c.1) Adecuar las calidades en los tramos anteriores a la establecida en función del tratamiento posterior que recibe.
 - c 2) Garantizar la mejora continua del medio ambiente.

Las prioridades de actuación deberán centrarse en esta fase en:

- Elaboración de planes de acción para el saneamiento de aguas superficiales, con prioridad para los tramos de calidad real A3.
- elaboración de planes de gestión de los recursos de agua para aquellos tramos en los que la calidad real del agua es peor que A3.

2.2.3. Directiva sobre la vida piscícola

La Directiva comunitaria 78/659 fue traspuesta a nuestro ordenamiento mediante el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, y la orden ministerial de 16 de diciembre de 1988.

El objetivo básico de la Directiva: *"proteger o mejorar la calidad de las aguas continentales corrientes o estancadas las que viven o podrían vivir, si se redujera o eliminara la contaminación, peces que pertenecen a:*

- *Especies indígenas que presentan diversidad natural.*
- *Especies cuya presencia se considera deseable, a efectos de la gestión de las aguas, por parte de las autoridades competentes de los Estados miembros".*

en esta definición de objetivos ya está implícitamente definido el ámbito aplicación de esta normativa, descartando la potabilidad a estanques naturales o artificiales dedicados a la cría intensiva desconoce.

Para la consecución de este objetivo general, el esquema metodológico que se establece en esta Directiva es:

- a) Los Estados miembros declararán, de forma voluntaria, ciertas aguas continentales, susceptibles de protección o mejora para ser aptas para la vida artística.
- b) En dichos tramos, los Estados miembros establecerán unos objetivos de calidad, al menos tan estrictos como los fijados en la Directiva. La normativa contempla dos niveles de protección: para aguas salmonícolas, capaces de mantener la vida de salmones, truchas, timalos o corégonos, y para aguas ciprínícolas, en las que viven ciprínidos, percas y anguilas.
- c) Los Estados miembros deberán evaluar y adecuar la calidad real de las aguas de los tramos declarados a los objetivos de calidad fijados para ello.

Además de la necesidad de informar a la Comisión sobre las zonas declaradas como potencialmente aptas para la vida piscícola, esta Directiva, y de forma más explícita la 91/692/CEE , obliga a los Estados miembros a informar de forma periódica sobre la aplicación de esta normativa

2.2.4. *Nuevas directivas*

2.2.4.1. Directiva 91/271 sobre infraestructuras de saneamiento y depuración.

Esta directiva, que establece un verdadero marco de actuación durante los próximos años, valora tanto la población vertiente como la calidad de la zona receptora estableciendo unos criterios de actuación que pueden resumirse

- a) zonas normales

En principio tratamiento secundario con los límites de emisión y porcentajes mínimos de reducción que se indican a continuación.

LÍMITES DE EMISIÓN Y PORCENTAJES MÍNIMOS DE REDUCCIÓN EN ZONAS NORMALES.		
PARAMETROS	CONCENTRACIÓN	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN
	(mg/l)	(%)
DBO5	25	Entre 70 y 90
DQO	125	75
MES	35	90

b) zonas sensibles

Se aplicarán los tratamientos complementarios necesarios en base a los objetivos de calidad que se persigan en las aguas receptoras basados en criterios de

- Eutroficación
- Obtención de agua potable
- Otras utilizaciones

LIMITES DE EMISIÓN Y PORCENTAJES MÍNIMOS DE REDUCCIÓN EN ZONAS SENSIBLES			
PARAMETROS	CONCENTRACIÓN	RANGO DE AGLOMERACIÓN	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN
	(mg/l)	(H-E)	(%)
FOSFORO TOTAL	2	<100.000	80
	1	>100.000	
NITROGENO TOTAL	15	<100.000	Entre 70 y 80
	10	>100.000	

En las zonas menos sensibles, en base también a estudios globales que informen sobre los posibles efectos negativos sobre los posibles efectos negativos sobre el medioambiente se tendría en cuenta

PORCENTAJES MÍNIMOS DE REDUCCIÓN EN ZONAS MENOS SENSIBLES	
PARAMETROS	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN
	(%)
DBO 5	20
MES	50

Por otra parte se imponen unos plazos específicos para que, en función de la población equivalente, se instalen sistemas de colectores y la depuración necesaria.

Se exige también la implantación de sistemas adecuados de control de vertidos industriales a colectores municipales, tema de enorme importancia en nuestro país.

2.2.4.2. Directiva de la prevención y control integrado de la contaminación (96/61 CEE)

La emisión de contaminantes de los procesos industriales a cada uno de los tres medios receptores, aire, agua y tierra ha estado tradicionalmente sujeta a regímenes separados del control en España y en otros países bajo la responsabilidad de administraciones distintas, que han venido actuando en criterios y medios diferentes y, en algunos casos contradictorios.

En muchos países industrializados también ha venido sucediendo así, aunque ya en Gran Bretaña, hace tiempo, un informe oficial proponía que se tomaran las medidas oportunas para que las emisiones contaminantes se efectuaron consiguiendo minimizar el posible daño producido entre los tres medios receptores, obteniendo así la mejor solución medioambiental.

La idea básica medioambiental de esta Directiva es prevenir y solucionar problemas de contaminación más que transferir los mismos de una zona a otra del medio ambiente. Existe la experiencia mundial que al controlar un medio receptor se está consiguiendo normalmente una transferencia de la contaminación al medio receptor menos vigilado. La directiva insiste en la utilización de sistemas BAT (mejoras técnicas posibles) como el mejor medio para prevenir la entrada de sustancias peligrosas para el medio ambiente.

Se plantea un nuevo concepto: Best Practicable Environmental Option (BPEO), elemento básico de la idea Integrated Pollution Control (IPC). Efectivamente, la experiencia ha confirmado la necesidad de optimizar el envío de los contaminantes al medio donde menor daño se podría producir, haciendo énfasis en la idea del IPC, modificada posteriormente a la IPPC (Integrated Prevention Pollution Control).

Los principales objetivos de este nuevo planteamiento son:

- 1 Prevenir o minimizar el vertido de ciertas sustancias, evitando daños al medio receptor.
- 2 Establecer criterio de actuación que valoren la incidencia de los vertidos a todos y cada uno de los medios dentro del contexto de medio ambiente como un conjunto.
- 3 Mejorar el rendimiento y efectividad del control de la contaminación
- 4 Facilitar la acción de los sistemas de regulación estableciendo unas leyes o reglamentos más claros y autorizaciones únicas de vertido
- 5 Establecer un marco local apropiado para potenciar la utilización de tecnologías limpias y la reducción de residuos, en la línea del programa Prevention Pollutino Pays.
- 6 Ganar la confianza de la opinión pública por la implantación de un sistema fácilmente valorable.
- 7 Crear un marco flexible de la actuación que sea capaz de afrontar posibles cambios tecnológicos para evitar la producción de contaminación y obtener nuevos conocimientos de los efectos de la contaminación.

Este concepto de IPPC ha estado también creciendo en importancia, en los últimos años, en los organismos medioambientales responsables de la CEE.

En el quinto programa de acción se establecía el principio IPPC como un campo prioritario de actuación. Cuando se trata el tema específico de la contaminación industrial se establece la necesidad de organizar un sistema de prevención integrado de la contaminación para mejorar la interfase medioambiente-industria,

El quinto programa trata siempre que 'desarrollo sostenido', refiriéndose al medioambiente en conjunto u no a sectores individualizados como aire, agua o tierra.

En esta misma línea se están desarrollando directivas como la de la ecoetiqueta y las auditorias mediambientales. Tras estas actuaciones insisten en la creciente necesidad de tratar conjuntamente todos los contaminantes para mejorar el medioambiente,

Se ha aprobado la Directiva con el propósito de establecer las bases de actuación de la política del control de la contaminación en la próxima década. La industria de la CEE está preocupada con esta propuesta cuya idea es armonizar todos los permisos de emisión de contaminantes industriales.

No es nueva esta aproximación al problema. Fácilmente se puede comprobar la tendencia de la CE a legislar en este sentido. Como precedente de esta situación hay que señalar la Directiva 91/271/CEE sobre armonización de calidad media de los vertidos urbanos o industriales biodegradables, con un calendario también muy estricto.

En el caso del sistema IPPC evidentemente los permisos emisión serán dados por las organizaciones responsables de los Estados miembro, pero sus características, criterios para renovación de autorizaciones concedidas siempre con carácter temporal, control, etc., estarán claramente definidas en la Directiva.

2.2.4.3. Directiva del consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

El principio que rige la Directiva es el coordinar todas las actuaciones de política ambiental para la gestión integral de una cuenca hidrográfica, con un criterio básico similar al original en España de gestión de la calidad del agua por las Confederaciones Hidrográficas, en una cuenca, estableciendo un marco común para la protección conjunta de las aguas dulces superficiales, estuarios, aguas costeras y aguas subterráneas.

- a) que prevenga todo destino adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y terrestres (en relación a sus necesidades de agua)
- b) que promueva un consumo sostenible del agua basado en la planificación a largo plazo de los recursos hídricos disponibles.

Todo ello garantizando un recurso apropiado para un desarrollo sostenible tanto cualitativa como cuantitativamente.

Se consideraron como objetivos principales los siguientes:

El suministro de agua potable;

El suministro de agua de la calidad adecuada para otras necesidades económicas;

La protección medioambiental; y

La atenuación de los efectos adversos de inundaciones y sequías.

Este último objetivo, todavía en discusión y en el que los representantes españoles han incidido ante la comisión.

La directiva pretende alcanzar sus objetivos, principalmente, por cuatro medios.

- Establecer un marco general para que todas las organizaciones responsables puedan elaborar actuaciones coherentes e integradas en materia de aguas.
- Determinar los temas de agua no tratados adecuadamente.
- Establecer una base completa de información sobre el estado del medio y especialmente sobre las presiones que sufre.
- Facilitar la información pública y transferencia de información entre profesionales de agua

La directiva establece como medios de actuación principalmente:

- La gestión completa a nivel de cuenca
- Un conocimiento amplio de las características de cada cuenca
- Control continuo de la calidad del medio superficial y subterráneo.

Establecimiento de un programa de medidas para alcanzar los objetivos, mediante la redacción del 'Plan de gestión de la cuenca' que debe sufrir la correspondiente información pública.

Recuperación integrada del coste por una tarificación adecuada abandonar la idea de los precios políticos para la agricultura.

Medidas para combatir las contaminaciones accidentales

Sistemas continuos de intercambio de información.

Como consecuencia de la implantación de todas estas medidas y las contenidas en la IPPC se prevé la derogación de numerosas directivas de gran importancia actual como:

- Directiva 75/440/CEE relativa a la calidad de las aguas destinadas a la producción de agua potable y la complementaria sobre análisis.
- Directiva 77/95/CEE sobre procedimiento común de intercambio de información
- Directiva 78/659/CEE relativa a la calidad de las aguas para ser aptas a la vida de peces.
- Directiva 79/923/CEE relativo a la calidad del agua para la cría de moluscos.
- Propuestas de Directiva relativa a la calidad ecológica del agua.

Lo que no implica, en absoluto, que vayan a reducir sus criterios de actuación.

Un cambio de gran importancia en la política actual de gestión de la calidad del agua para el cual de las confederaciones hidrográficas deben prepararse con toda la anticipación posible.

3.- SOLUCIONES PARA LA DEPURACIÓN DE LOS VERTIDOS URBANOS EN UNA COMARCA.

La Confederación Hidrográfica del Tajo afrontó con cargo a los fondos recaudados por el canon de contaminación recaudado en Extremadura un estudio de la solución al problema de la depuración de los vertidos en Cáceres.

Su realización se plasmó en un anteproyecto de solución para cada población, prestando una especial atención a los problemas de explotación, diseñando procesos de bajo coste para facilitar la labor posterior de los Ayuntamientos responsables.

Es importante señalar también que ya la Comunidad Autónoma había afrontado la depuración de las aguas residuales de las grandes poblaciones por lo que este trabajo se refiere principalmente al saneamiento de poblaciones menores de 10.000 habitantes.

3.1. Metodología empleada.

Toma de datos general

Identificados los núcleos urbanos sobre los que había de centrarse el trabajo, se procedió, en primer lugar, a enviar un cuestionario a todos los Ayuntamientos, con objeto de conocer su situación respecto a los siguientes aspectos:

- Censo de población
- Censo de viviendas
- Censo industrial
- Censo agropecuario
- Red de saneamiento
- Instalaciones de depuración
- Consumos de agua
- Servicios

La respuesta del cuestionario fue muy reducida, por lo que la recogida de datos hubo de realizarse, mediante visitas a municipios, obteniéndose de esta forma una respuesta global muy elevada (en torno al 90%), aunque con lagunas de información. Posteriormente se realizó la toma de datos en campo mediante una visita de inspección a todos los municipios con el fin de completar la información aportada por los Ayuntamientos.

En conjunto se tomaron datos de cerca de 300 núcleos urbanos.

Se analizaron en detalles, los siguientes apartados:

- Consumos de agua potable. Variación estacional o mensual.
- Red de saneamiento. Características, estados, diámetros de colectores, situación exacta de los puntos de vertido, existencia de EDAR.
- Terrenos. Elección de emplazamientos para la ubicación de las EDAR

- Vertidos industriales. Incidencia de vertidos de procedencia no urbana a la red de saneamiento.
- Características de los cauces receptores. En la elección de tipologías y dimensionamiento de las EDAR se ha analizado la importancia de factores como el tipo de cauce, usos del recurso aguas abajo del punto de vertido, posibilidades de reutilización del agua tratada, proximidad a embalses, etc.

Todos los trabajos realizados sirvieron de base para poder evaluar las posibilidades de implantación de las EDAR, determinación y contraste de caudales por población estacional y consumos de agua potable, tratamientos conjuntos para varias poblaciones y/o puntos de vertido, utilización de instalaciones de tratamiento existentes u conocimiento de posibles sobrecargas contaminantes por incidencia industrial.

Compañía de muestreo y analizaseis de aguas residuales.

Para la definición de los parámetros básicos de las EDAR se realizó una campaña de caracterización de vertidos, que ha incluido el muestreo y análisis de las aguas recogidas en una serie de poblaciones representativas del conjunto de la zona a estudiar, obteniendo los siguientes valores medios.

HABITANTES EQUIVALENTES	CARGA CONTAMINANTE (g/hab día)		
	DOTACIÓN (1/hab.día)	DBO5	SOLIDOS SUSPENSIÓN
< 1000	150	40	40
1000-2000	175	60	60
2000-5000	200	65	70
> 5000	225	70	90

Análisis demográfico de la población

Se realizó un estudio demográfico partiendo de los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) del conjunto de municipios que comprende el ámbito geográficos del Estudio. El objetivo fue el de conocer la población fija y estacionales para determinar la población de diseño con la que proceder al dimensionamiento de las diferentes EDAR propuestas para cada población.

El estudio de la evolución demográfica de las poblaciones analizadas, informó que en la mayor parte de ellas existe una clara tendencia regresiva hasta el horizonte analizado.

Los datos de la variación de la población se obtuvieron, mediante encuestas a los propios Ayuntamientos o bien en aquellos casos en que no ha habido respuesta, a través del análisis de los datos publicados en el Censo de Viviendas del INE (1991), asignando una media de 3 habitantes por vivienda censada.

El hecho de que la tendencia de la evolución futura de la población en la gran mayoría de las poblaciones analizadas sea regresiva, ha determinado que en el dimensionamiento de las EDAR para cada municipio, se adoptó la población estacional como “población de diseño”.

Censo industrial y agropecuario

La posible incidencia de la evacuación a la red de saneamiento de vertidos de industria e instalaciones agropecuarias radicadas en los distintos municipio, se valoro mediante el análisis del contenido de los distintos listados:

- Registro de Establecimientos Industriales del Ministerio de Industria y Energía
- Censo Industrial y Agropecuario de la Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura
- Información municipal.

La valoración de la incidencia de los vertidos industriales se llevó a cabo tendiendo al tipo de industrial, producción, existencia de instalaciones propias de depuración, etc. expresando la carga contaminante vertida en habitantes equivalentes. Este incremento de población se ha tenido en cuenta para el dimensionamiento de la EDAR.

Se redactó un modelo de reglamento de vertidos industriales a colectores que se remitió a todos los Ayuntamientos interesados.

Base topográfica

Para la situación de puntos de vertido, trazado de colectores, ubicación y accesos a las parcelas seleccionadas para la instalación de las diferentes EDAR, se tomo como base

topográfica las hojas del Plano a escala 1/10.000 de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura. En aquellas poblaciones o términos municipales en donde no existe esta base topográfica, se ha recurrido a las hojas del plano 1/50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Infraestructura de saneamiento y depuración

Durante el desarrollo de los trabajos de campo se han visitado y fotografiado las EDAR existentes en los diferentes municipios que abarca el Estudio. Se ha obtenido con ello una completa recopilación de datos referidos a la tipología, dimensiones, estado de conservación y funcionamiento de las instalaciones de depuración. Paralelamente, se ha estudiado el grado de adecuación o posibilidades de recuperación de las instalaciones existentes que en la actualidad está fuera de uso.

También se ha logrado adquirir una amplia visión de la problemática que encierran las instalaciones de depuración de aguas residuales en núcleos rurales en aspectos tales como conservación y mantenimiento. Se ha constatado que, a pesar del importante número de EDAR existentes en muchos casos éstas presentan un estado de conservación muy precario o ruinosos, especialmente cuando se trata de tipologías de tratamiento duro (fangos activados), que suponen un coste de funcionamiento elevado y un mantenimiento especializado de las instalaciones.

Selección de emplazamientos de nuevas EDAR

La selección de los emplazamientos se basó principalmente en el aprovechamiento de los terrenos existentes aguas abajo de los actuales puntos de vertido, considerando en todo momento la posibilidad de disponer de superficies que permitieran el uso de tratamientos blandos, aunque ello forzara, en algunos casos, a la prolongación de los emisarios.

En la visita girada a todos los municipios, se analizaron las zonas más adecuadas no sólo por su posición geográfica sino por sus características topográficas, edafológicas (presencia o no de roca superficial, y de ocupación de cultivos

Estudio de soluciones conjuntas

Una de las consideraciones tenidas en cuenta en la realización del trabajo, ha sido la posibilidad de realizar agrupaciones de vertidos entre distintos núcleos de población y los

distintos vertidos propios de cada núcleo, considerando que la realización de los mismos supondría un menor coste de implantación y explotación de las instalaciones.

A la vista de los estudios realizados en diferentes núcleos de población se consideró:

A En general la unificación de vertidos procedentes de distintos núcleos resulta desaconsejable, desde el punto de vista técnico-económico, debido a la difícil orografía en zonas de montaña y a las grandes distancias en zonas llanas.

B Sin embargo, los distintos puntos de vertido pertenecientes a cada núcleo de población se ha unificado en su totalidad, bien mediante la unión por gravedad, siempre que ha sido posible, aun a costa de ligeros incrementos en la longitud del emisario.

3.2. Procesos de depuración estudiados.

Se ha llevado a cabo un estudio general de los posibles tratamientos a utilizar.

En todos los procesos elegidos se ha seguido unos criterios muy conservadores para la elección de los parámetros más significativos para obtener incluso una desnitrificación en caso de canales de oxidación o una efectiva descontaminación bacteriológicas en el caso de lagunajes.

En este proceso los criterios de dimensionamiento seguidos son los siguientes:

Temperatura media del aire en invierno en °C.	Profundidad m	Carga en Kg DBO ₅ /Ha y día
<0 °C	1,5-2,1	11-22
0-15 °C	1,2-1,8	22-45
>15 °C	1,1	45-80

Para los lagunajes se ha evitado la utilización de lagunajes anaerobios. Para valorar el rendimiento en la descontaminación bacteriológica se ha seguido el criterio de definir la concentración final de coliformes B_e como:

$$B_e = B_0 / (1 + Kt)$$

Donde:

t es el tiempo de permanencia

B_0 es el número inicial de coliformes (107/100 cc)

$K = 1,65$ para $T < 10^{\circ}\text{C}$

En todos los casos la superficie prevista es mayor de 10 m^2 por habitante y la concentración final prevista de coliformes es menor de 500 CI/100 ml.

3.3. Criterios seguidos para la decisión del tipo de tratamiento

En los cuadros que se acompañan se recogen ordenadamente los principales esquemas de tratamientos, especificando los aspectos más importantes de cada línea.

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M^2/HAB
Fosa séptica o tanque imhoff con zanja filtrante o filtro verde.	P<500	Nulo consumo energético. Instalación enterrada. Reducción SS: 70-80% Fangos parcialmente estabilizados. Tanques prefabricados de fácil y rápida instalación. Facilidad de mantenimiento consistente en unas pocas operaciones simples y espaciadas en el tiempo.	Tratamiento parcial de depuración. Evacuación del fango 1-2 veces al año.	Bajo coste sin problemas especiales.	15

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
TANQUE IMHOFF+LECHO BACTERIANO (Sin eras de secado)	P<1000	Nulo consumo energético en el caso de disponer de altura. Instalaciones compactas y semienterradas. Reducción DBO ₅ : 65-80% Costes bajos. Reducción SS: 80-90% Fangos estabilizados anaeróbiamente en el tanque Imhoff. Tanques prefabricados de fácil y rápida instalación. Bajo mantenimiento	Posibilidad de taponamiento del lecho con la consiguiente aparición de malos olores y pérdida y rendimiento. Evacuación del fango 1-2 veces al año del tanque Imhoff.	Evacuación del fango por camión cuba. Vigilancia periódica.	0,25-0,35

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
LAGUNAJE NATURAL (Combinación de lagunas facultativas y de maduración)	P<5000	Nulo consumo energético. Reducción DBO ₅ : 80-95% Nulo mantenimiento. Gran flexibilidad Alta eficacia en eliminación patógenos. Requieren de terrenos impermeables	Elevados requerimiento terreno. Presencia de mosquitos y roedores. Efluente con algas ya que puede absorber fácilmente puntas de carga y detenciones en el aporte de vertidos.	Costes bajos. En caso de no ser impermeable el terreno hay que impermeabilizarlo artificialmente para evitar contaminar el subálveo.	8-11

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERISTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
TANQUE IMHOFF + BIODISCOS (Con eras de secado)	1500<P<5000	Bajo consumo energético. Reducción DBO ₅ :80-95% Reducción SS: 85-95% Baja producción de fangos en comparación con otros procesos. Fangos estabilizados anaerobicamente y tanque Imhoff. Bajo mantenimiento	Se precisa de edificio o caseta para cubrir los biodiscos al objeto de protegerlos de los agentes climáticos.	Costes medios.	

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERISTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
LECHOS DE TURBA	P<10000	Bajo consumo energético. Reducción DBO ₅ :60-85% Bajos costes de explotación.	Funcionamiento discontinuo para garantizar condiciones aeróbicas. Colmatación del medio por una mala eficacia del pretratamiento y pérdida del rendimiento.	Limpieza periódica del lecho. Costes bajos.	0,5-0,8%

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERISTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
CANALES DE OXIDACIÓN	2000	Reducción DBO ₅ :80-95% Reducción SS:85-95% Fangos estabilizados debido a la alta edad celular. Nitrificación y desnitrificación del efluente. Menor consumo energético que en aireación extendida. Simplicidad de operación.	Mayor requerimiento de terreno que en aireación extendida.	Costes altos.	1,2-1-8

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
BIODISCOS + LAGUNAJE	3000<P<50000	Reducción DBO5:80-95% Reducción SS: 85-95% Bajos consumos energéticos en comparación con fangos activos. Menores costes de explotación y mantenimiento que en fangos activos. Aconsejable la deshidratación de fangos. Por eras P<15.000- Mecánicas P>15.000	Unidad de Biodiscos en el interior de un edificio al objeto de protegerlo de agentes climáticos. Mayores costes de inversión que en fangos activos.	Costes medios	0,7-0,5

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
LECHOS BACTERIANOS + DIGESTION AEROBIA O LAGUNAJE	5000-50000	Reducción DBO5:80-95% Reducción SS: 85-95% Bajo consumo energético en caso de disponerse de altura. Baja producción de fangos al igual que en el sistema de Biodiscos. Aconsejable la deshidratación de fangos- Por eras P<15.000- Mecánica P>15.000	Posibilidad de taponamiento del lecho con la consiguiente aparición de malos olores y pérdida de rendimiento. Mayor requerimiento de espacio que en el sistema de Biodiscos. Presencia de insectos.	Costes medios	0,7-0,5 (con digestión aerobia)

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
FANGOS ACTIVOS + DIGESTIÓN AEROBIA	10000 < P < 50000	Reducción DBO ₅ : 80-95% Reducción SS: 85-95%	Elevado consumo energético en comparación con otras alternativas. Mayor producción de fangos y de peor tratabilidad que el sistema de biomasa fija. Control riguroso del proceso. Mayores costes de explotación y mantenimiento que en sistemas de biomasa fija.	Costes altos	0,5-0,2

ESQUEMA DE TRATAMIENTO	RANGO DE POBLACIÓN (HAB)	VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS	DESVENTAJAS Y CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO	TERRENO M ² /HAB
FANGOS ACTIVOS + DIGESTIÓN ANAEROBIA	P > 50.000	Recuperación de energía.	Elevados costes de inversión. Requiere riguroso control y mantenimiento.	Costes medios.	0,3-0,2

3.4. Tipologías de depuración seleccionadas

Los criterios de selección de las tipologías de depuración se basaron principalmente en las siguientes consideraciones:

- Versatilidad frente a variaciones de cargas y caudales.
- Procesos de bajo coste de explotación.
- Mínimos consumos energéticos
- Mínimo mantenimiento de las instalaciones.
- Simplicidad de construcción
- Mínimo impacto ambiental.

En la medida de lo posible se han previsto procedimientos de depuración naturales: Lagunaje, Lechos de turba, Filtros verdes y Zanjas filtrantes, aunque, la escasez de terreno disponible ha conducido a otros sistemas de depuración, en especial el de biodiscos y, en casos limitados el de canales de oxidación.

El criterio seguido para su aplicación a los diferentes núcleos de población integrados en el ámbito geográfico del Estudio es el siguiente.

Población (hab)	Tipología de depuración	Observaciones
< 100	Zanjas filtrantes	Tanque Imhoff Fosa séptica en cabeza
100-2.000	Filtro verde Lecho de turba + Laguna de maduración	
100-4.000	Biodiscos	Tanque Imhoff o Tamiz de cabeza
250-4.000	Lagunaje	Sin lagunas anaerobias
750-10.000	Canales de oxidación	

En la tabla siguiente se resumen las depuradoras previstas en función de la tipología de depuración y del tamaño de la instalación, basada en la población de diseño.

Habitantes tipología	<100	100-250	250-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-5000	<5000	Tot
Zanja Filtrante	16								16
Filtro verde		1	2	5	4				12
Lechos de Turba		2	2	1	1	2			8
Lagunaje			7	9	8	6	4		35
Canal de Oxidación				1	3	2	9	8	23
Total	18	40	39	49	35	25	31	8	243

3.4.1.- Zanjas filtrantes

Los criterios utilizados para la selección de esta tipología han sido los siguientes:

- Municipio con rango de población fija inferior a 100 habitantes.
- Obra civil con medios convencionales y sencillos

Los costes de implantación varían desde 98.335 pta./habitante a 250.000 pta./h., con unos costes de explotación mínimos de 37,61 pta/m³.

Esta inversión contempla todas las obras necesarias para la construcción de la instalación de depuración.

En todos los casos no se han considerado la inversión en colectores, ya que ésta depende de la distancia del núcleo de población a la zona seleccionada para la instalación y no del tamaño de ésta y se produciría un efecto distorsionante al comparar las inversiones en

función del tamaño de la población a la que sirve la depuradora si se incluye la correspondiente al emisario colector.

3.4.2.- Lechos de turba y lagunas de maduración

El criterio de selección para la determinación del sistema de depuración y tratamiento a instalar, se ha basado en los siguientes condicionantes:

- Municipios con rango de población fija con menos de 20.000 habitantes y escaso incremento de la población estacional.
- Terreno disponible y topografía adecuada.
- Obra civil con medios sencillos y convencionales
- Posibilidad de utilización de efluente depurado para el agua de riego, lo que supone el cierre del ciclo del agua.

Los costes de implantación varían desde 63.288 ptas a 37.573 pta./h. con unos costes de explotación mínimos de 16,72 pta/m³.

La inversión indicada completa todas las obras necesarias para la construcción de la instalación de depuración.

3.4.3.- Filtros verdes

El criterio de selección seguido para la determinación del sistema de depuración y tratamiento a instalar, se ha basado en los siguientes condicionantes:

- Disponibilidad y características de terreno y suelo apropiadas para el cultivo.
- Proximidad a cauce perramente y nivel freático próximo a la superficie.

Los costes de implantación varían desde 30.213 a 65.282 ptas./h. y los de explotación desde 19,24 a 41,60 pta./m³.

La inversión contempla las obras necesarias para la construcción de la instalación de depuración, aunque como en casos anteriores no se considera la inversión en colectores.

La adhesión de España a la Comunidad Europea, ha modificado nuestra legislación interna que debe adaptarse a la establecida para todos los países de dicha comunidad.

Las calidades establecidas en la legislación vigente implican una aproximación mixta al problema, tanto a niveles de emisión como de inmisión para las diferentes utilizaciones.

En la tabla siguiente se analizan de forma resumida y según las distintas metodologías seleccionadas, la inversión y los costes de explotación así como el volumen en metros cúbicos/año a tratar para el conjunto de núcleos urbanos del área geográfica estudiada

CUADRO RESUMEN									
TIPOLOGIA	MUNICIPIOS		POBLACION		VOLUMEN TRATADO		COSTES DE EXPLOTACIÓN PTAS/M ³	INVERSION	
	Nº	%	DISEÑO	FIJA	M3/AÑO	%		PTAS	PTAS/H AB.
Zanjas filtrantes	16	6,6	803	585	35.192	0,2	67,62	100.741.219	125.456
Lechos de turba	8	3,2	6.582	5.689	403.269	2,8	17,35	275.401.921	41.842
Filtro verde	12	4,9	9.950	6.025	381.062	2,6	30,72	445.380.155	44.762
Lagunaje	35	14,4	49.250	28.631	2.253.370	15,7	17,06	3.979.133.375	80.800
Biodiscos	149	61,3	147.771	80.639	5.950.077	41,5	40,36	7.425.133.607	50.248
Canales oxidación	23	9,4	96.307	61.640	5.299.943	37,0	18,89	2.426.050.270	25.191
TOTALES	243	100	310.663	183.209	14.322.913	100	27,72(*)	14.652.125.547	47.167 (*)

(*) Valores medios

El estudio de dicho cuadro trae a reflexión las consideraciones siguientes:

- Los canales de oxidación que representan la tecnología más dura de todas las empleadas, resultan los de menor inversión por habitante y con un coste de explotación reducido, debido a la economía de escala que supone la construcción de instalaciones de gran tamaño.
- Todo lo contrario sucede en las zanjas filtrantes, que pese a su poco coste global, tienen un elevado coste por habitante, dado el reducido tamaño de las instalaciones.
- En los que se refiere a las otras tecnologías, la de mayor inversión por habitantes resulta ser la de lagunaje, por su alta ocupación de terreno, teniendo las otras tres (Biodiscos, Lechos de turba y Filtros verde) costes de inversión similares. Por otra parte, la de mayor coste de explotación resulta de tecnología de biodiscos.

3.4.4.- *Lagunajes*

El criterio de selección seguido para la elección de este sistema de depuración, se ha basado en los siguientes condicionantes:

- Municipio con rango de población de diseño inferior a 4.000 habitantes
- Disponibilidad del terreno. Topografía adecuada.
- Obra civil con medios convencionales y sencillos.
- Posibilidad de utilización del efluente depurado para el agua de riego, lo que supone el cierre del ciclo del agua.

Los costes de implantación varían desde 71.077 a 104.072 ptas./h. y los costes de explotación de 9,35 a 37,82 pta/m³.

La inversión indicada contempla todas las obras necesarias para la construcción de la instalación de depuración, pero es interesante señalar que, en estos costes, se ha tenido en cuenta el valor del terreno, consideración que normalmente no se contempla.

3.4.5.- *Biodiscos.*

Este sistema se ha elegido para poblaciones de menos de 4.000 habitantes, cuando se disponía de poca superficie y la alternativa era un sistema de depuración tradicional.

3.4.6.- *Canales de oxidación.*

El sistema de depuración mediante canales de oxidación se ha seleccionado teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- Rangos de población entre 1.500 y 10.000 habitantes.
- Poblaciones con posibles incrementos estacionales.
- Existencia de condicionantes de vertido del efluente en Nitrógeno y Fósforo (proximidad a embalses)
- Superficie disponible reducida.

Los costes de inversión varían desde 16.965 a 71.296 ptas./h. y el costo mínimo de explotación previsto es de 12,50 pta./m³.

4.- CONCLUSIONES

- El coste mínimo de inversión es de 25.191 PTA/h. cifra notablemente superior a la que se viene empleando regularmente.
- Similar consideración se puede hacer con los costes de explotación de 17,06 pta/m³ (mínimo)

ASPECTOS SANITARIOS DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Margarita Palau. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. España.

Resumen de la ponencia

EL AGUA DE CONSUMO Y LA SALUD

El agua es un elemento esencial para la vida humana. Desde el punto de vista sanitario hay que tener en cuenta tres aspectos:

- La calidad del agua de consumo
- La cantidad de agua para las necesidades higiénicas y para consumo
- La accesibilidad del agua de consumo a la población

De los tres puntos anteriores es la calidad del agua el aspecto en que la administración sanitaria se centra prioritariamente, sin descuidar los otros dos.

A medida que se incrementan las necesidades de agua y por tanto la búsqueda de nuevas captaciones, aparecen nuevos problemas de calidad del agua de consumo por contaminación. Esta contaminación produce un cambio en la composición física, química o biológica del agua de consumo que repercutirá en la salud de la población que la consume.

Hasta hace unos años los riesgos más comunes y conocidos derivados del consumo de agua eran las enfermedades infecciosas de transmisión hídrica, pero con los avances científicos y el desarrollo industrial y económico se han detectado otros riesgos, sobre todo de tipo químico.

Estos riesgos proceden de las fuentes de contaminación, que no sólo se encuentran en el agua en origen y las captaciones sino también a lo largo de todo el Sistema de Abastecimiento:

- Problemas en el tratamiento de potabilización del agua debido a los aditivos y sustancias que se utilizan en esos procesos y que en determinadas circunstancias producen unos subproductos tras el tratamiento que podrían ser un riesgo para la salud.
- Problemas en las Redes de distribución pública debido bien a determinados materiales que transmiten compuestos de las tuberías al agua de consumo,

o bien problemas con el diseño de la misma con fondos de saco en los finales de las redes que podrían facilitar la recontaminación del agua de consumo.

- Problemas con las instalaciones interiores que ya sea por los materiales de las tuberías o por el mal mantenimiento de las mismas pueden producir alteraciones del agua dentro de las casas y establecimientos.
- Problemas con los depósitos privados y aparatos de potabilización doméstica que estén mal mantenidos (limpieza y revisiones) y que podrían producir riesgos microbiológicos.

El control sanitario del agua de consumo va encaminado a la protección de la salud de la población y por tanto el conocimiento de la Calidad del Agua que se suministra, y las Características del Sistema del Abastecimiento, son elementos básicos para detectar los problemas y dar asesoramiento a los usuarios así como medidas de prevención en el caso de que hubiera algún problema.

Esta necesidad de conocer el estado de situación de los abastecimientos y su calidad del agua de consumo ha sido el motor que ha esbozado los objetivos y actividades del Ministerio de Sanidad y Consumo en esta área de actuación. Así en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1138/90, donde se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, el Ministerio de Sanidad planificó y desarrolló el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo en colaboración con las Comunidades Autónomas.

SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL DE AGUA DE CONSUMO. SINAC.

El Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo SINAC, es una labor concreta del Ministerio de Sanidad y Consumo.

El SINAC comenzó a planificarse durante los años 1991 y 1992. Es un trabajo en equipo entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y las Consejerías de las Comunidades Autónomas con competencias en este tema.

Está basado en dos grandes apartados:

- a) características de los abastecimientos
- b) calidad del agua de consumo.

El objetivo principal del SINAC es contribuir a prevenir los posibles riesgos derivados del agua de consumo. Este objetivo se cumple al identificar en el ámbito local, autonómico y nacional la calidad de nuestros abastecimientos y del agua que se suministra a través de ellos.

Este Sistema de Información recoge información de todo el territorio español, en concreto de todos los abastecimientos mayores de 500 habitantes. Según el último Censo incluye algo menos de 6.000 localidades, que corresponden a más del 91% de la población de España.

La información que compone el SINAC (V.3.0) se describe de forma general en los dos cuadros siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

1. Datos generales: geográficos, demográficos y administrativos
2. Origen del agua de consumo
3. Tratamiento de potabilización y métodos de desinfección
4. Almacenamiento y distribución del agua, materiales en contacto
5. Entidades responsables de las distintas partes del sistema de abastecimiento

CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO

1. Laboratorio responsable de los análisis
2. Método analítico utilizado
3. Determinaciones realizadas y determinaciones no conformes
4. Valores alcanzados
5. Motivos del incumplimiento, medidas que se han tomado
6. Autorizaciones de excepción

Fuente: Unidad de Consumo. SG Sanidad Ambiental. Ministerio de Sanidad y Consumo. 1998.

En la Ponencia se presentará pormenorizadamente el contenido del SINAC.

Referencias:

- ◆ GUIDELINES FOR DRINKING WATER QULITY. 2ºEDITION. Vol.2.Health criteria and other supporting information. WHO. 1996.
- ◆ SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL DE AGUA DE CONSUMO. Ministerio de Sanidad y Consumo. 1998.
- ◆ CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO EN ESPAÑA. AÑO 1993. Ministerio de Sanidad y Consumo.

Technology selection : a key to sustainable community water supply

by

Jan Teun Visscher, Teun Bastemeijer and François Brikké¹
Barcelona, October 1998

Summary

Technology selection needs greater attention and needs to be based on a dialogue between the communities and the institutions to ensure that the technology is embedded in the society. This paper addresses the definition of technology and establishes the key elements that need to be taken into account in technology selection. It particularly refers to the role the recipients of water supply and sanitation services have to play in establishing realistic service levels. One of the most important aspects is the need to base technology selection on an informed choice that particularly reviews the future Operation and Maintenance (O&M) requirements, and the future costs of the system put into place. The concept of sustainable technology is therefore introduced in this paper.

1. Introduction

Technology is often associated with a tangible element such as a device or machine to carry out certain jobs. This tangible element however is just the technique that only represents the surface of the technology, similar to the tip of an iceberg (Galtung, 1978) Few people realize that the technology comprises a related structure, a social, organizational and mental base on which it is built. The technique is thus the top of a pyramid that needs to be largely in place to make it work (Figure 1) Technology needs to contribute to the social and economic development of a country. In this respect, technology transfer and promotion of innovation are not aims in themselves, but utensils in the development of a society.

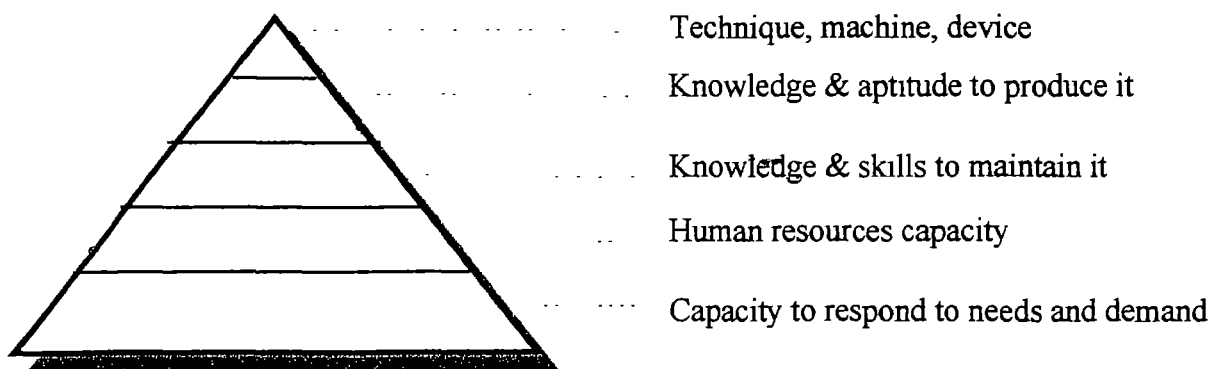


Figure 1. *Technology is more than technique*

It is interesting to note the wide range of expressions that can be found in the literature concerning technology, such as: appropriate technology, progressive technology, alternative technology, intermediate technology, village technology, low-cost technology, labor intensive technology, self-help technology or technology with a human face. These words are all associated with simpler technologies, whereas what we really need is not a simpler technology but a technology that is embedded in the society, responding to people's needs and expectations and that can be managed

¹ Senior staff from the IRC, International Water and Sanitation Centre, The Hague, The Netherlands

and sustained technically, financially and environmentally. This is what we define in this paper as “*sustainable technology*”

2. Exploring new approaches

Technology selection in a way, always has included a paternalistic “*top-down*” element as in many countries the government, together with the ESAs, has taken the responsibility to satisfy the needs and regulate the behaviour of the people under their direct influence (Saunders, 1983). Almost everywhere governmental institutions and ESAs have taken decisions about technology selection and service levels without truly involving the community in decision making. Numerous cases exist where the national institutions are not autonomous but are (mis)guided by international advisors often holding the string of the purse. These advisors usually stayed for a short period of time, and were rarely confronted with the results (failures) of their interventions. Other problems the national institutions face include political pressure, limitations in staff availability and experience, and the lack of knowledge of local conditions which makes the value of decisions taken at central level doubtful (Vaa, 1990).

Introducing a technology in a community needs a careful *process* in which it should be realized that technology has the limitation that it is not a universal scientific law to solving problems, but always has its roots in the society that developed it to solve a specific problem (Reddy, 1977, cited in García et al., 1996). Sector staff in general introduces technologies they know and feel confident with, but which not necessarily provide the best and most efficient solution for the given problem in the prevailing context. An even bigger problem is that often technologies are selected to solve their, the outsiders’ and not the users’ perception of the problem. Many engineers working in the sector live in an urban environment and have been trained primarily to work in that environment, and so have an urban perception of problems. This may result in proposals, such as conventional sewerage systems for small rural communities, or water supply service levels that fit the urban more than the rural context and do not match the needs and financial capacity of the recipients. These engineers may not explore the broad range of water supply options including for example the less common rainwater harvesting options and may not consider sufficiently the infra-structural limitations of the rural setting.

Wrong perceptions and narrow technical views have frequently resulted in the wrong choice, faulty designs and the wrong mix of technology. The non-visible consequence is that potential health and economic benefits do not materialize. The end result thus is not surprising: many systems have been installed that are not working properly or are not used effectively and billions of dollars that have gone down the drain.

Fortunately, in many countries *community involvement in technology choice* is now becoming part of sector policy. This policy will only become stronger because of the fact that more and more the users will have to pay for their services and thus will request a stronger role in decision making. It is however not just meeting the demand that should be the guiding principle, the essence is to meet a realistic demand. This requires informed decision making in which the communities or their representatives take part in the debate and ultimately take a balanced decision on the service level they want, the price they will pay, the efforts they will undertake in management and maintenance, and the level of back-up support they will receive.

If the community has to come to grips with their systems, as is now proposed and strived for at the international level (IRC, 1995), the concept of technology selection and introduction will have to change and move towards one of sharing technology. This enables the community and the local

government to 'own' the technology, and will require a stronger emphasis on research and development by creating opportunities to initiate learning processes with the different institutions and persons that are involved, to allow the technique to take root in the society.

The concept is not to introduce solutions from an 'outsiders' perspective, but to start to work in an approach that resembles Plato's idea, when he stated: 'If one poses the proper questions, people by themselves, will discover the truth about every issue'. This implies an approach that also uses the ideas of Paulo Freire (1972) concerning learning processes. He indicated that students should not be considered empty vessels that need to be filled with information. They should be helped to develop their own thinking by posing problems to them and encouraging them to find their own solutions.

This learning process in general will include the following steps: experimenting, processing (reflection, discussion), generalization and application (García et al, 1996). This approach represents a huge change, particularly for engineers, who have been trained to solve straightforward problems in a systematic way. The problems in the sector, however, are not so straightforward and need *a more holistic approach*, a more systemic approach as both the problems and the solutions may be interpreted differently by the stakeholders involved (Checkland, 1989).

The experience in many countries is that technology can be introduced at a large scale rather quickly if they are introduced by a wealthy project provider (supply driven), yet the end result after a project pulls out is not very good. Many systems installed in the last ten years are not performing well. They are used and maintained by communities to the best of their abilities, but long term sustainability is not ensured. This is an important reason for the request of funding agencies for a demand responsive approach. Yet this is not sufficient because not all factors affecting sustainability can be controlled at the community level. The key message from the past is that *a more systematic attention is needed for all factors affecting sustainability* of water supply and sanitation systems.

3. Operation and management implications

It is essential that the user community or their representatives understand the *implications* of the choices that have to be made. Particularly they require information about the operation and maintenance requirements and costs of systems put in place. Transparent sharing of information between technicians and communities thus is an important condition for success and sustainability. Yet we have found that engineers and technicians often lack the full overview of factors affecting sustainability, and therefore convey incomplete or inconsistent information to user communities and authorities. They may also lack the communication skills to properly communicate the implications.

The common denominator in cases where systems are better used and maintained is that technology choice and system design were not just considered the engineer's responsibility, but a shared one in a process whereby technology and design were matched with demands taking into account local conditions. This involved non-hierarchical *communication* between those who facilitated the process, the engineers or technicians, and those who were expected to adopt the technology. Successful technical, financial and managerial solutions were developed using local knowledge and experience, as well as the capacity of communities to operate, maintain and manage a particular water supply system.

Cost is an essential part of system design in two ways ; 1) technology selection should not only take into account the level of investment, but also future operation, maintenance and extension or

replacement costs (a low cost technology can have high operation and maintenance costs and so may not be sustainable; 2) financial mechanisms must be put in place (within the community or accessible to the community), in order to cover all future costs.

Investments in water supply often result in higher per capita consumption. The result is that more waste water is produced and sanitary behaviour changes. Thus, technology choice and design of water supply systems needs to be associated with improving sanitation systems to avoid negative consequences for the environment. Not doing so may in certain cases undo the positive results of water supply improvement. It is therefore necessary to *link water supply design with sanitation* and its implications on the environment.

Current decentralization and privatization policies reinforce a trend whereby central water supply and sanitation institutions see their role limited to establishing an over-all policy and legal framework and to progress monitoring. These policies usually imply a shift of the responsibility and the burden to lower administrative levels, local authorities, municipalities, and the private sector. This transfer entails major challenges from a financial, technical and managerial point of view without the institutions involved having had the time and opportunity to develop the capacity to provide the back-up support needed at the community level. In this dynamic institutional environment with increased effective demand from communities *capacity-building* and training of different types of professionals is urgently needed.

4. Towards sustainable water supply and sanitation systems

Following the new developments in the sector, and taking into account the experience of CINARA² and IRC, the following definition of sustainable water supply and sanitation systems emerges: *a water supply or sanitation system is sustainable when it:*

- *continuously provides an efficient and reliable service, in terms of quality and quantity, at a level which is desired, and which has the potential to meet future demands;*
- *can be financed or co-financed by the users with limited but feasible external support and technical assistance and ;*
- *is being used in an efficient way, without negatively affecting the environment.*

The definition indicates that sustainability implies a match between the political, legal and institutional frameworks in which the systems need to operate, and that it involves three strategic inter-linking dimensions, namely the community and the local government; the environment; and the technology

The first dimension is the *community and the local government*, a group of people with some common but also some conflicting interests and ideas and different socio-economic and cultural backgrounds. The water supply system may be one such common interest, but at the same time can be a major source of conflict. The identity of the people in the communities is shaped by their history and their socio-economic and environmental conditions. Some of them, often the economically better off, may be better informed, may know more of the world, but may on the other hand, have interests in keeping the status quo and therefore may not be willing to solve certain problems. Women may have interests different from those of men and may not have been heard in the past, or their position may make it difficult to achieve changes on their own. The community

² Centro de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

dimension includes issues such as the capacity and willingness to pay for the required service level, management capacities and local capacity to promote development projects, manage conflicts and team up with sector institutions. This dimension also includes the role of the institutions in co-financing systems and in providing support and assistance, not by taking over the role of the community and local government, but strengthening them to do a better job.

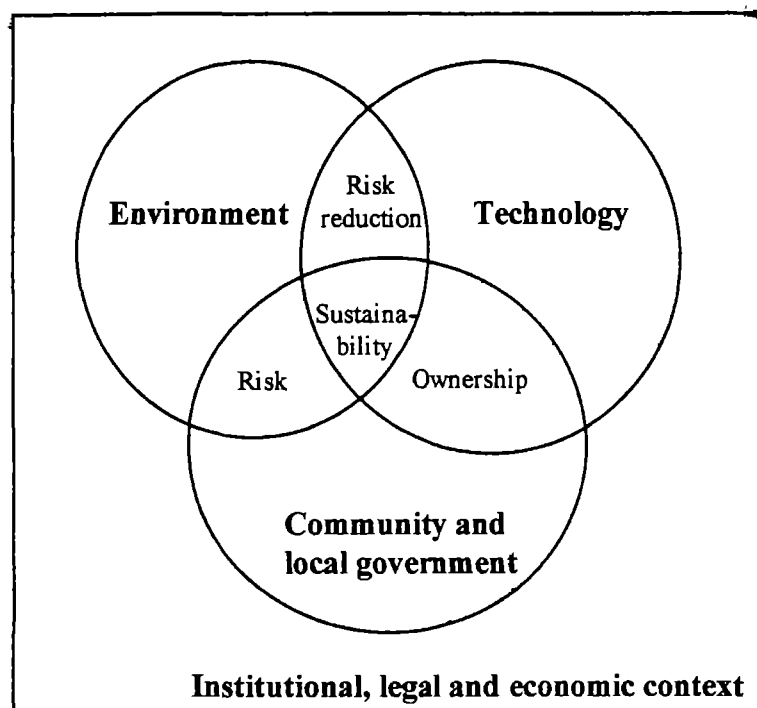


Figure 2. *Conceptual framework underpinning the search for sustainability*(Galvis 1997)

The second dimension is the physical **environment**, the boundary that shapes the community and dictates the risks it faces and the local resources it can draw from to meet its needs. In water supply projects these risks often relate to issues such as: the available water resources; their pattern over the year; their level of pollution; sanitation practices of the community; and land and water use. The possible effect a water supply system may have on the environment, for example, by producing wastewater and chemical sludge, also needs to be reviewed. The interface between environment and community represents the risk the community has to overcome in relation to, for example, its water supply. The risk-analysis helps to establish and prioritize actions to reduce the risks that will depend on the level of deterioration of the local environment. The action may focus on the reduction of the pollution level by water source protection or by introducing treatment, for example, adopting a multi-barrier treatment concept (Galvis et al., 1997).

The third dimension concerns **technology**, the combination of hardware and the knowledge to develop and sustain it. This latter dimension represents the possibilities and tools actors can use to reduce the environmental risks the community is facing. This risk reduction however, can only be sustainable if the community adopts the solution and gains ownership of it by making it their own. The interface between environment and technology represents the availability of knowledge and practical options to reduce the risk, either through technical matters or, change in behaviour. It deals with the viability, effectiveness and efficiency of solutions and their effect on the environment. The interface between technology and community deals with the type of solutions the community is expecting, is willing and able to manage and sustain and that are in line with the technical, socio-economic and environmental conditions and capacities of the community

Solutions that match the three interfaces and the **overall political, legal and institutional framework** are most promising in terms of sustainability. This requires joint problem solving with the different actors involved and a clear role of the community and the local level in decision making. The conceptual framework presented in Figure 2, is a simplification of the elements involved in the process and serves to illustrate the diversity of the variables. This is often underestimated because of lack of information, restrictions in the interdisciplinary approach and difficulties in introducing research and development activities in the sector. Although science may not be able to provide immediate solutions in a specific project environment, it does provide the tools and techniques to initiate the search for them and ensure quality results. The resulting benefits of such research activities, if properly shared with sector agencies and communities, often outweigh by far the investment required to undertake them. Development programmes in the WSS Sector thus need to enhance the research and development capacity of the institutions involved, and strengthen the network of organizations in search of sustainable solutions.

Some of the answers may already exist in the communities or local institutions. This calls for good communication between the actors and stimulation of their creativity and initiative. Technologies that are traditionally used in a region often are an important part of the solution, calling for *a participatory review of local experience*.

If 'new' technology has to be introduced, testing is needed to allow for the necessary adaptation to the local conditions and to ensure that adequate operation and maintenance can be taken care of, before promoting large scale application. This also includes a review and adaptation of training materials for the different levels of education involved in the use of the technology.

5. Key elements in technology choice

An appropriate use of technology implies that it is in harmony with the local culture, that it matches the technical and financial capacity of the community and that it is in line with the available natural resources. If it does not **meet the community demand realistically** it will be abandoned quickly, thus leading to a loss of investment and efforts. Every technology that is being installed in conditions different from where it was developed needs to be tested, evaluated and, if required, adapted, to ensure its compatibility with the new situation in which it will be used. Its cost needs to be in harmony with the benefits as perceived by the user communities and had to match their willingness to pay.

It is essential to consider the technique (the hardware), as well as its requirements for operation, maintenance and management, the type of staff needed and the training they require, and finally its environmental impact. This facilitates its assimilation by the community and enhances the possibility of guaranteeing its adequate operation and maintenance. When the technology promotes the autonomy of the community with respect to external resources and assistance, particularly in operation and maintenance, the chances of sustainability are increased.

Linking operation and maintenance and technology selection encompasses not only technical, environmental, institutional and community aspects, but also the testing and feasibility of the O&M system required. An O&M system is the framework defining all actors and their involvement in O&M, the way they are organized and interrelated to one another. Experience shows that **non-technical issues play a considerable role** in determining the effectiveness of O&M. Therefore, personnel involved in O&M assessment and development should cover a range of relevant disciplines: social development, economics, engineering, finance and management.

Table 1. Factors influencing technology choice (Adapted from Brikké, 1997)

<i>Factors</i>	<i>General</i>	<i>Specific to operation and maintenance</i>
Technical factors	Technical standards Demand (present and future consumption patterns) versus supply (capacity of technical option) Capital costs Extension capacity Compatibility with norms and legal framework Competition with existing/traditional water supply systems Technical skills needed	Availability & costs of fuel, power, chemicals Quality and durability of materials Availability and cost of spare parts Operation and maintenance requirements Compatibility with users' (men's and women's) expectations and preferences Availability of trained staff in or within access of the community including mechanics, plumbers, carpenters, and masons Potential for local manufacturing of spares Potential for standardization Dependence on imported material and parts
Environmental factors	Availability and reliability of water sources (springs, ground water, rainwater, surface water) Seasonal variations Water quality Water source protection Environmental Risk Waste water drainage Accessibility	O&M implications of water treatment O&M implications of water source protection and wastewater drainage
Institutional factors	Legal framework National strategy Existing institutional set up Support from government, Non Government Organizations, External Support Agencies and private sector (technical, organizational and socio-economical) capacity of training institutions Monitoring	Roles of different stakeholders and ability/willingness to take responsibilities (O&M system) Potential involvement of private sector National and municipal budget allocations for O&M and subsidies Training and follow-up Does technology match the existing O&M system, or needs the O&M system to be <u>adjusted to the most suitable technology?</u>
Community factors	Local economy Living patterns and population growth Living standards and gender balance Household income and seasonal variations Users preferences Historical experience in collaborating with different partners Village organization and social cohesion	Managerial capacity and need for training Willingness and ability to pay Cost recovery mechanisms Accessibility to financial mechanisms in order to meet future costs (rehabilitation/extension) Perception of benefits from improved water supply Felt need Cost/quality awareness Level of recurrent costs to be met by the community Ownership

Table 1 shows that a wide range of factors need to be taken into account in technology selection. In going through the checklist the outsiders and the community perceptions and concepts need to be matched. It is rather comprehensive, but local conditions may always bring in new aspects to be taken into account for developing the O&M system and establishing the technology choice. A project may for example be able to introduce a new back-up system in a region, thus making it possible to opt for a higher technology level. The answer may also not always be clear particularly when there is uncertainty about institutional, legal and economical processes of change which go well beyond the boundaries of the water supply and sanitation sector.

Rehabilitation of defective schemes can provide an economic alternative to investments in new projects, but that decision should not be automatic. Just as with a new scheme, the rehabilitation option has to be evaluated by balancing community needs, preferences and capacity to sustain with the support potential of the water agency. In assessing the scope for rehabilitation, the community and the agency together need to review what made the system breakdown and take this into account when selecting other options.

Furthermore, rehabilitation should not simply be a matter of replacing broken equipment or infrastructure. The most common causes of failure relate to management and back-up support arrangements. If a risk analysis is carried out for each water supply option then an attempt can be made to anticipate factors which may change and affect O&M. This will not be easy, especially in unstable economies where inflation and the availability of imported equipment and spare parts are difficult to predict. However, a comparison of technologies can indicate show the degree of risk attached to each option.

The process of water supply technology choice (Brikké, 1997) involves a series of steps, which include in a direct or indirect way all the factors and subsequent criteria for technology choice mentioned earlier. Operation and maintenance, being part of the process, cannot be dissociated from all key factors.

The following steps are proposed:

1. *Community requests* agency for support on water supply improvement (demand-driven approach); this could be preceded by promotion and mobilization campaigns. Gender specific assessment of users' expectations and preferences is needed at this stage.
2. *Initial service level assumption* - what service level corresponds to the environment and users' preferences? What are the comparative advantages between various options?
3. *Participatory baseline survey* - to establish needs and problem analysis with the community.
 - What is the existing water supply situation, who benefits, what difficulties are experienced?
 - What reliable water source is available ?
 - Can this source provide the required quantity and quality of water ?
 - What is the treatment needed ?

- What materials, spares and skills are needed to sustain the desired service level ?
 - What is the most appropriate structure to sustain the desired service level which corresponds to the management capacity of the communities ?
 - What are the costs (capital and recurrent) of options considered ?
 - What are the financial resources available and the willingness to pay ?
 - What is the present approach to O&M within the programme area or country ?
 - What are the causes and effects of poor O&M within the area ?
 - Should technology match the available O&M system and capacity (including spare parts distribution), or should the O&M system be adjusted to match the most suitable technology ?
 - What type of support can the communities receive, in terms of technical, financial and capacity building assistance ?
 - What is the overall impact of the selected option ?
4. *Collection of local information* by agencies, including confirmation on validity of collected data by local resource persons (hydrological, technical and institutional data, as well as assessment of human resource development and capacity building)
 5. *Analysis of data* by agency, leading to the selection of the most suitable technologies and service levels, including a review and appreciation of all specific O&M criteria as presented in the table above
 6. *Presentation and discussions with the community* of the most sustainable technologies, considering all O&M, financial and managerial implications and commitment to long-term management of O&M (Annex 1). Clarification should be made at the same time on all necessary adjustments of the existing O&M system, with a definition of the responsibilities of the actors implied in the development of the project.
 7. *Formal agreement and decision on technology selection* between community and all partners involved, once the community has made its informed choice. Is the technology and service level affordable, manageable and agreed between all partners ?
 8. *Development of project and joint action planning for implementation, management and sustainability.*

6. Conclusion

Based on the lessons learnt in the sector it is clear that sustainability issues need to be addressed in a longer term perspective, whereby full cost coverage over the design period of systems should be ensured, and environmental and organizational factors outside the control of communities and local bodies should be taken into consideration realistically. This includes an assessment of national policies and strategies. A particularly sensitive area concerns possible subsidies for coverage of recurrent costs and future investments to increase service levels, replace system components, or meet increased demand. This type of subsidies may entail a considerable risk in unstable economies. So it is wise to ensure that the technology and the service level can be sustained even if these possible subsidies would no longer be available.

A fundamental condition for long term sustainability is that technology choice and design decisions match expressed demand and the existing capacities to manage, operate, maintain, repair, replace

and extend systems. It may be possible to enhance the capacity for example by management training, but this can only be relied upon if the training is institutionalized and remains accessible in the future when staff changes may occur. Identifying possible scenarios for the future should be part of the initial process of planning and design, so as to identify possible risks and consider possible future increases in service levels.

Informed choice is needed to ensure that the communities understand the consequences. To be able to know the implications of their choice, communities need information about possible alternatives, the O&M requirements, including intervention frequency, resources needed, skills, knowledge and cost involved. Sound decisions can only be taken if they are aware of the problems associated with a specific technology and its limitations in terms of service level. This requires a process of horizontal, non-hierarchical communication between the agency staff, private sector and the community.

In a rapidly changing institutional environment (decentralization, increased role of private sector) there is an urgent need to build the capacities needed to establish the above conditions for long-term sustainability. This involves building capacity for O&M and for management of systems at community and local levels, but also the training of engineers and technicians to address sustainability issues and increase their ability to communicate with communities and other stakeholders so as to make sure that informed decisions can be made. Whereas this capacity building process goes along with the implementation of new policies, programmes and projects in a dynamic sector environment, traditional educational institutes such as universities and technical colleges do not suffice to bridge the capacity gap. Specialized sector resource centres such as IRC and CINARA can play a role here by making information more systematically available, linking up various stakeholders, facilitating process of change and train trainers if needed.

7 . References

Brikké, F.; Bredero, M., de Veer, T.; Smet, J (1997). ' Linking technology choice with Operation and Maintenance, for low-cost water supply and sanitation'. The Hague, The Netherlands, IRC. Geneva, Switzerland, WHO.

Checkland, P.B. (1989). 'Soft systems methodology'. In *Rosenhead, J. (ed.). Rational analysis for a problematic world.* Chichester, UK, John Wiley & Sons

Freire, P. (1972). *Pedagogía del Oprimido.* Mexico, Siglo XXI Editores

Galtung, J. (1978). 'Towards a new international technological order'. In : *Alternatives*, vol. IV, no 3.

Galvis, G.; Garcia, G ; Visscher, J.T.; Quiroga, R; Duque, R , Restrepo, I. (1997). "Searching for Sustainable Solutions", in : *Technology Transfer in the water supply and sanitation sector : A learning experience from Colombia.* Technical Paper No. 32. The Hague, The Netherlands, IRC.

Garcia, M. and Visscher, J.T. (1996). *Formación de actores del desarrollo en el marco de proyectos de transferencia para el aprendizaje en equipo* Paper presented in the International Conference : *Mejoramiento de Calidad de Agua*, April 30 - May 4, 1996 Cali, Colombia, CINARA.

IRC (1995). *Water and sanitation for all, a world priority. 1. A developing crisis.* The Hague, the Netherlands, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment

Reddy, A. (1977). *Report on methodology in selection of environmentally sound and appropriate technologies.* Nairobi, Kenya, PNUMA.

Saunders, R.P. (1983). *La revolución pacífica de la esperanza,* Medellin, Colombia, Bedout S.A

Vaa, M. (1990). *Choice of technology in development aid organisations in water and sanitation projects, 6th General Conference of the European Association of Development Research and Training, 27-30 June, Oslo, Norway*

Deep well Diaphragm Pump

1. Description of the Technology :

Inside a cylindrical pump body at the bottom of the well, a flexible diaphragm shrinks and expands like a tube-shaped balloon, taking the water in through an inlet valve and forcing it out through an outlet valve connected to a flexible hose which leads it to the surface. The movement of the diaphragm is caused by a separate hydraulic circuit consisting of a cylinder and piston in the pump stand, and the water-filled pilot pipe which is also a flexible hose. The piston is moved, usually by pushing down a foot pedal, although conventional lever handles may also be used to apply such force. When foot pressure is removed, the elasticity of the diaphragm forces water out of it and back up the pilot pipe to lift the pedal. The pump models are still being improved and most imperfections have been corrected.

The principle of the pump is attractive because it allows the use of thin flexible hoses, making it easy to install or remove without the need for special tools or equipment. Replacing spare parts is usually easy, only replacement of the diaphragm may need the assistance of a skilled mechanic. It is possible to install several pumps in a single well or borehole.

initial cost: The whole pump, for a depth of 30 m: US\$860 (1986 figures, Ministère de la Coopération et du Développement/CIEH, 1990). Burkina Faso and Benin, 1993. Vergnet costs US\$1460 - 1820 depending on installation depth, including 10% VAT (Baumann, 1993a)

range of depth 10 to 70 cm.

yield: 0.50 l/s at 10 m depth, 0.32 l/s at 30 m and 0.24 l/s at 45 m. Some publications state lower yields.

useful life: 8 years

area of use: Burkina Faso, Mali, Cameroon, Ghana, Mauritania, Liberia, Niger.

construction: Vergnet, ABI-ASM (no longer in production).

2. Description of O&M activities

operation

Operation is done by pushing down a pedal by foot (or, in certain types, by a handle). Considerable effort is needed to push the pedal, which is acceptable since full body weight can be applied. Some reports state difficulty for operation by children and pregnant women.

maintenance

Every day, the pump head, platform and surroundings are cleaned; nuts and bolts must be tight. Every month the drive piston, rings and guide bushing are checked and replaced if necessary. Depending on borehole conditions and at least once a year, the downhole parts have to be checked and the whole pump is washed with clean water. A major repair is the replacement of the diaphragm. This has to be done every 2 to 5 years. Some diaphragms are supplied with a 3 year guarantee. The pump can be extracted from a well and re-installed within half an hour by a village pump caretaker. Only one spanner is needed to service the pump. The plunger seals in the cylinder at the pump stand can easily be replaced by a village pump caretaker and cost very little. Replacement of the diaphragm will require a skilled mechanic (some mechanics have even been able to repair ruptured diaphragms).

3. O&M requirements

activity	frequency	human resources	materials & spare parts	tools & equipment
clean pump and site	daily	local		broom, bucket
grease pump stand parts	weekly	local	grease	lubricator
check whole pump	monthly	local		spanner
replace piston parts	occasionally	local	piston seal, pedal rod guide etc.	spanner
replace in- and outlet washers	occasionally	local	washers	spanner
replace diaphragm	every 3 to 5 years	area	diaphragm	spanner
repair platform	annually	local	sand, cement, gravel	trowel, bucket

4. Actors implied and skills required in O&M

actor	role	skills
user	pump water keep site clean warn in case of malfunctioning	no special skills
caretaker	keep site clean perform small repairs	basic maintenance
area mechanic	replace diaphragm	specific skill
water committee	supervise caretaker collect fees	organizing skills
external support	check water quality, stimulate and guide local organization	microbial analysis, extension work

Organizational aspects

Deep well diaphragm pumps are typically communal pumps. The water committee should appoint a caretaker who lives close to the pump site. This person will need some training for maintenance and hygiene. The committee should be able to get in contact with the area mechanic fast and it must have the financial means to pay directly and in cash for repairs. Area mechanics need special training for replacement of the diaphragm. Often the supplier of the pump provides maintenance facilities.

5. Recurrent costs

Recurrent costs per pump were found to be US\$360 in the first 35 months of a pump's lifetime. This did not include replacement of the diaphragm because these were still functioning during the time of the investigation (Burkina Faso, Mohamed, 1989). Vergnet reports the cost of a diaphragm to be US\$150 (1995, personal communication). Diaphragms are reported to need replacement once every two to five years. The recurrent costs in cash or kind for caretakers and committee members, and a mechanic in case the diaphragm needs to be replaced, will need to be added.

Universidad Politécnica de Catalunya
Grupo Tecnología del Agua Euetit
II Simposium Internacional "Gestión y tecnologías apropiadas para el agua en pequeños núcleos habitados"
Terrassa Barcelona-España
Octubre 13-15 de 1998.

***LA GESTION COMUNITARIA EN LA ADMINISTRACIÓN
DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS.***

Vincular la comunidad en todas las fases del ciclo del proyecto no es una acción voluntarista sino una necesidad para la sostenibilidad. La participación es una necesidad del ser humano (Max - Neef, 1986) y no simplemente un medio para lograr que la gente se quede con las obras.

CLAUDIA INES JIMENEZ GUTIERREZ¹
MARIO ALEJANDRO PÉREZ RINCON²
CECILIA GÓMEZ BAUTISTA³

¹ Administradora de Empresas, ²Economista MSc, ³Socióloga
Universidad del Valle/Instituto Cinara. Línea de Investigación en Gestión Comunitaria y Desarrollo Institucional. AA 25157. Santiago de Cali, Colombia (Sur América). E-mail:
cinara@cinara.univalle.edu.co

RESUMEN

La gestión comunitaria en la administración de los servicios públicos en las áreas urbanas menores y zonas rurales se constituye en una alternativa de acción compartida entre Estado-comunidad para dinamizar procesos de desarrollo. Este documento presenta los fundamentos de la gestión comunitaria construidos con base en 5 experiencias desarrolladas por UniValle/Cinara en Colombia. Estas experiencias recuperan la visión local desde una perspectiva de autonomía, liderazgo, responsabilidad y compromiso social para alcanzar mejores niveles de vida. El reto ahora es integrar la comunidad y las instituciones alrededor de los servicios públicos, en búsqueda de la sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE

Gestión comunitaria; administración de servicios; participación; fortalecimiento de capacidades

INTRODUCCION

Los nuevos paradigmas en el sector de agua potable y saneamiento básico giran en torno al papel que debe desempeñar la comunidad en los procesos de mejoramiento de los servicios públicos a través de una mayor y más calificada participación y gestión de los mismos (Visscher, 1997). La fiscalización, optimización de los recursos, apropiación e identificación con el servicio, administración, operación y mantenimiento del sistema, recuperación de costos de funcionamiento y conservación del recurso hídrico, son asuntos en los que los ciudadanos tienen ahora mayor competencia (Gómez et al, 1997).

Este documento se orienta a precisar aspectos que han permitido la administración, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales y urbano marginales por comunidades organizadas; en un contexto político e institucional que ha sufrido cambios y donde las tendencias de las políticas del Estado se han focalizado principalmente en delegar su responsabilidad al nivel local.

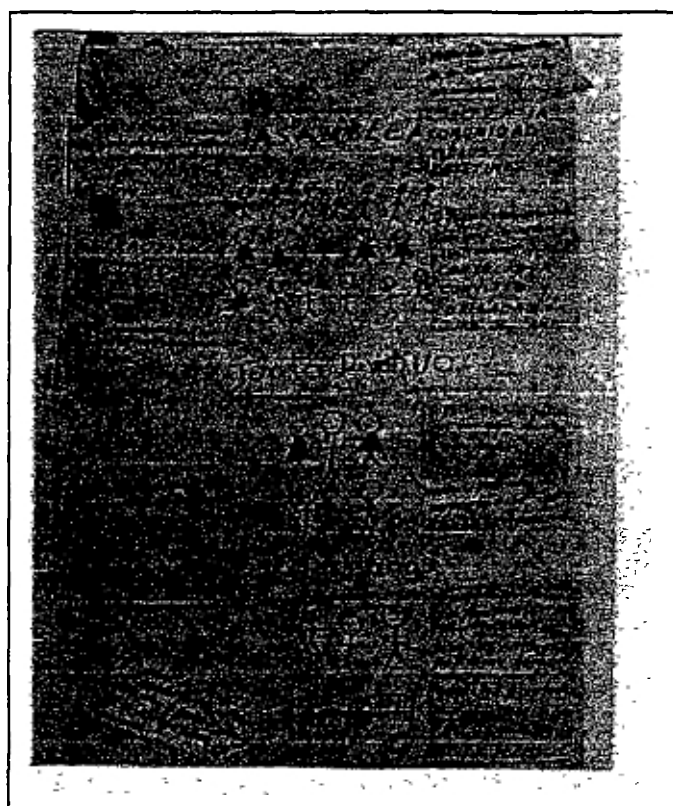
Inicialmente se realiza una reflexión sobre el contexto donde se enmarca la gestión comunitaria en la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en Colombia y los actores que intervienen. Luego, se recupera la experiencia de la Universidad del Valle/Cinara en cinco comunidades en la gestión administrativa de sus sistemas de abastecimiento de agua, señalando los factores que facilitan la gestión comunitaria y algunas lecciones aprendidas de su vivencia. Por último se presentan las perspectivas.

CONTEXTO GENERAL QUE ENMARCA LA GESTION COMUNITARIA EN COLOMBIA.

En Colombia existe una larga tradición de gestión comunitaria en el sector de agua potable y saneamiento. Desde la década de los 60s el Estado ha impulsado la vinculación de las comunidades de asentamientos rurales y zonas urbanas menores a la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento. Esta política se fortaleció con el Programa de Saneamiento Básico Rural del Instituto Nacional de Salud, mediante el cual se crearon organizaciones de base comunitaria con el fin de que, una vez construidos los sistemas de abastecimiento de agua, fueran entregados a la comunidad para su administración. Esta se realizaba a través de las Juntas de Acción Comunal inicialmente y después por Juntas Administradoras de Acueducto creadas específicamente para tal fin (Cinara-MinDesarrollo, Findeter, 1998).

Sin embargo, este proceso tuvo limitantes relacionados principalmente con la participación controlada por el Estado, el escaso desarrollo de tecnologías que se ajustaran a las necesidades y realidades locales, la falta de continuidad en las políticas y la no apropiación por parte de la comunidad de sus servicios públicos. Además, la política del Estado estuvo orientada principalmente a la realización de inversiones para incrementar los índices de cobertura especialmente en las áreas urbanas, donde posteriormente se realizaron acciones hacia el mejoramiento de la calidad del servicio. El sector rural fue marginado de los beneficios de dichas políticas (Poveda, 1995).

Consecuencia de ello fueron el abandono total o parcial de los sistemas, la poca cultura de pago, la falta de mejoramiento en la calidad del agua y dificultades en las concesiones de agua y las servidumbres (Gómez et al, 1997). Estos factores contribuyeron a un estancamiento del sector de abastecimiento de agua y de los servicios públicos en pequeñas y medianas ciudades, provocando conflictos de orden social materializados en protestas ciudadanas asociadas especialmente con el servicio de agua potable.



La gestión en la prestación de los servicios públicos se enfrenta ahora a un panorama diferente permeado por el proceso de descentralización que se inició en la segunda mitad de los 80s y se fortaleció con la Constitución Política de 1991, la cual ratificó en el municipio la responsabilidad del suministro de agua y saneamiento. Posteriormente apareció la Ley 142 de 1994 que reafirma y legaliza la existencia jurídica y organizativa de los entes de base comunitaria para la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

En Colombia alrededor del 80% de los 1067 municipios existentes tienen cabeceras urbanas menores de 12.000 habitantes. Su población, junto con las zonas rurales, representa una tercera parte de la población total del país (Ministerio de Desarrollo, 1996). Además, las áreas urbano-marginales representan casi el 30% de la población localizada en las ciudades de mayor tamaño. Se ha calculado que en estas zonas pueden existir entre 20 y 25 mil sistemas

de abastecimiento de agua pequeños. En las zonas urbanas menores el gobierno local usualmente ha prestado los servicios de manera directa mientras que en las zonas rurales existen organizaciones de base comunitaria aunque algunas veces no existe ningún ente administrador de los servicios. A finales de 1997, la Superintendencia de Servicios Públicos -que es el ente nacional encargado de la vigilancia y control de las entidades que prestan los servicios públicos domiciliarios- registró 595 organizaciones comunitarias prestadoras de servicios, que representan el 58.6% de las organizaciones registradas, como se muestra en la Tabla 1. Este aspecto resalta la importancia de este tipo de organizaciones en el sector de abastecimiento de agua y sobre todo en las poblaciones menores y en las zonas rurales (Superintendencia de Servicios Públicos, 1997).

La participación de la comunidad en la prestación de los servicios de abastecimiento ha permitido el desarrollo de experiencias que a pesar de mostrar resultados, aún tienen problemas que limitan su sostenibilidad, especialmente en la gestión administrativa donde se han encontrado prácticas poco

efectivas para manejar personal, mercadear el servicio, manejar información contable, entre otras. De todas formas, es necesario dinamizar y fortalecer el potencial organizativo y gerencial de las comunidades para integrarse a procesos de desarrollo, que incidan en el mejoramiento de su calidad de vida. La gestión comunitaria permite además minimizar los riesgos y las limitaciones que históricamente han estado presentes en la administración de los servicios de agua y saneamiento por las comunidades.

Tabla 1 Prestación de servicios en poblaciones menores de 12.500 habitantes

Tipo de empresa	No.	%
Administración municipal ¹	210	20.7
Mixtas (Estado-empresa privada) ¹	10	1.0
Industriales y comerciales del Estado ¹	4	0.4
Establecimientos públicos ¹	128	12.6
Empresas privadas	42	4.1
Juntas de Acción Comunal ²	339	33.4
Juntas Administradoras de Acueducto ²	176	17.3
Asociación de Usuarios ²	80	7.9
Otros*	27	2.6
Total	1016	100

¹ Formas organizativas de carácter público para prestar los servicios

² Formas de organización comunitaria

* No hay claridad sobre el tipo de organización

FUENTE: SuperPúblicos, 1997

ALCANCES Y RESPONSABILIDADES DE LA GESTIÓN COMUNITARIA EN LA ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS

La gestión comunitaria en la prestación de los servicios públicos a través de su organización representa intereses, valores y cultura de las comunidades. Acorde con esto se organizan y establecen los lineamientos en cuanto a su forma organizativa, administrativa, tecnológica, institucional y comunitaria con visión integral, involucrando el cuidado de la microcuenca, la gestión institucional, administrativa y financiera, el mercadeo del servicio, la operación y mantenimiento y el control comunitario, para prestar el servicio (Ver Figura 1). Según Cinara-MinDesarrollo-Finder (1998) "la prestación en sí del servicio público implica complejidad, por tanto se hace necesario el trabajo en equipo más horizontal entre instituciones de apoyo de los diferentes niveles y las comunidades organizadas" donde la responsabilidad no recaiga sólo en la organización comunitaria prestadora del servicio.

ACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

En la gestión comunitaria intervienen diversos actores del orden local y regional. Los actores locales tienen en general una responsabilidad directa mientras que los organismos regionales usualmente cumplen funciones de apoyo y asesoría. Las responsabilidades van más allá de una mera imposición legal, se requiere que cada uno haga efectiva su acción y se inserte en la dinámica empresarial de las organizaciones comunitarias. De esta forma, las instituciones pueden constituirse en facilitadoras de procesos, con una identificación clara de roles que les permita establecer relaciones horizontales con las comunidades y dar respuesta a las necesidades locales. La Figura 2 presenta las diferentes relaciones directas e indirectas que se dan entorno a la prestación de los servicios públicos por una organización de

base comunitaria. Los diferentes actores, desde lo local y lo regional, trabajando en equipo, logran abordar los proyectos desde una dimensión integral, lo que contribuye a la sostenibilidad de los proyectos.

Figura 1 Responsabilidades de la gestión comunitaria en la administración de los servicios públicos

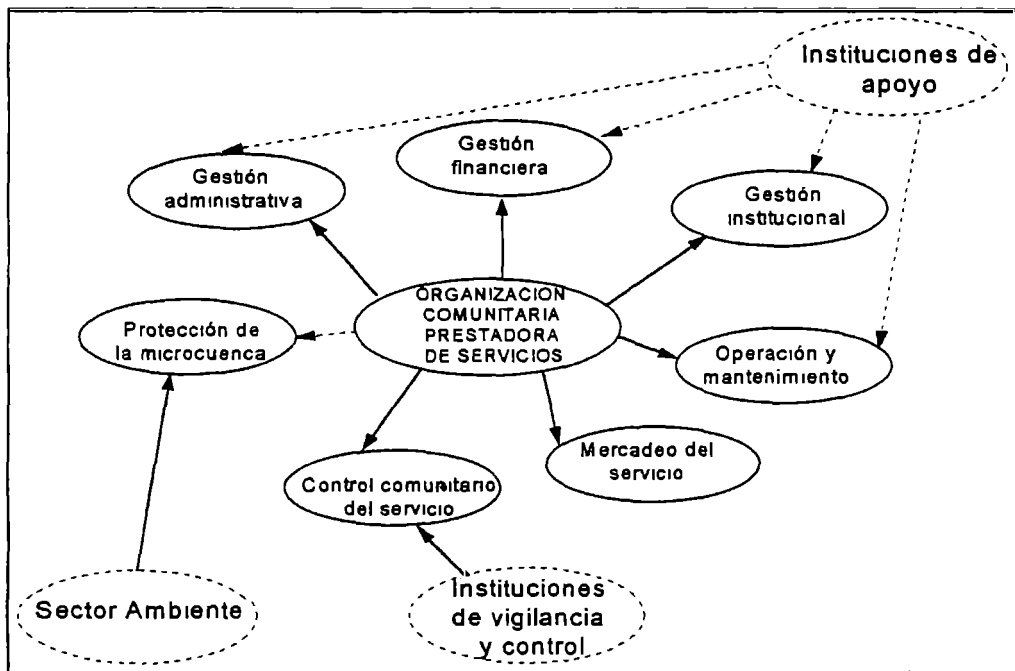
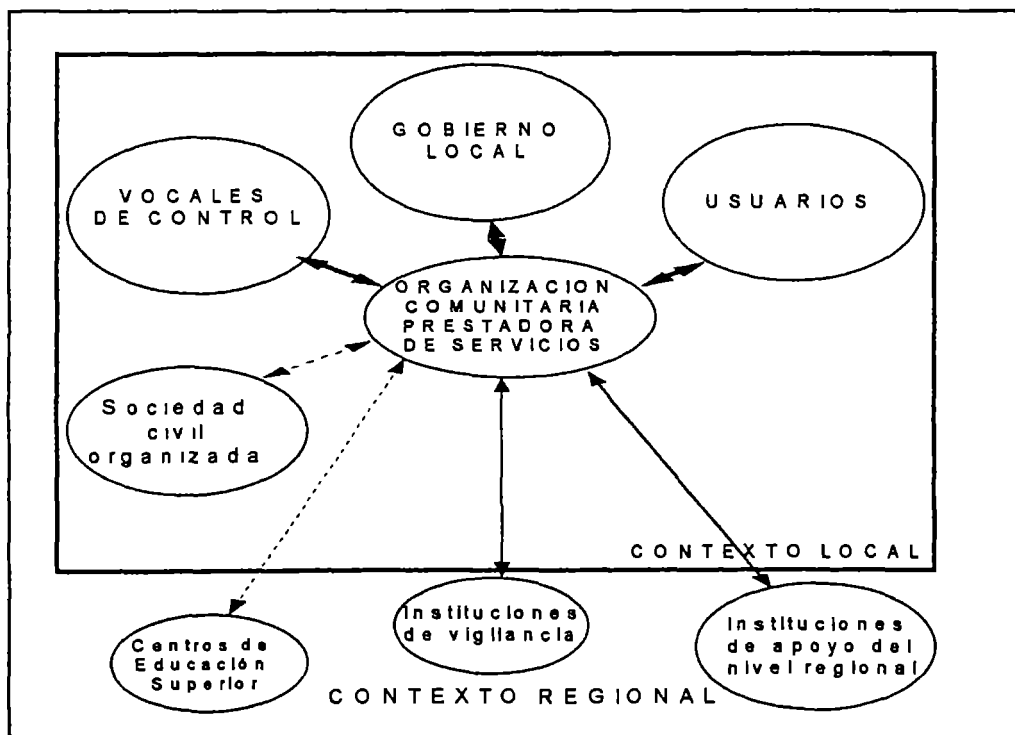


Figura 2 Actores que intervienen en la prestación de los servicios de agua y saneamiento



El gobierno local debe garantizar que se presten adecuadamente los servicios públicos en su jurisdicción, la comunidad organizada -como gerentes, usuarios, veedores y fiscalizadores de sistema- puede prestar un servicio de óptima calidad. Así mismo, la comunidad debe participar en la vigilancia y fiscalización de la prestación del servicio. Las diferentes instancias de la sociedad civil actúan como organismos de presión y de apoyo en las políticas de desarrollo de la comunidad mientras que los centros de formación y las instituciones de nivel regional son facilitadores de procesos.

ASPECTOS FUNDAMENTALES EN LA ADMINISTRACION DE LOS SERVICIOS PUBLICOS POR ORGANIZACIONES DE BASE COMUNITARIA

Los aspectos que se resaltan a continuación son el resultado de las experiencias participativas desarrolladas en el marco de la estrategia metodológica propuesta por Cinara que contempla la ejecución de Proyectos de Aprendizaje en Equipo (PAEs) en abastecimiento de agua y saneamiento con participación comunitaria. En este tipo de proyectos se dinamiza la integración de saberes y el trabajo en equipo instituciones-comunidad, lo cual permite aportar, aprender y descubrir desde una experiencia a escala real. En esta perspectiva, en 5 localidades de los departamentos del Valle del Cauca y Cauca se han ejecutado PAEs donde se han fortalecido las capacidades institucionales y comunitarias para abordar los problemas de desarrollo local en abastecimiento de agua y saneamiento. En la Tabla 2 se presentan características generales de las localidades y la Tabla 3 precisa las experiencias en aspectos administrativos. Estas vivencias han demostrado las enormes capacidades de las comunidades para prestar los servicios, cuando son tratadas en condiciones de respeto e igualdad. Los siguientes puntos se rescatan como los más destacados y que hacen la gestión comunitaria diferente:

✓ Legitimidad de las formas organizativas

Mediante un proceso de sensibilización, la comunidad decide como organizarse y el ente administrador legitima su existencia jurídica a través de concertación interna. Existen discusiones en el Sector acerca de la legitimidad y la legalidad. Las instituciones insisten en el cumplimiento de los requerimientos legales como evidencia de la existencia de la forma organizativa. Sin embargo, la sola existencia jurídica no garantiza la aceptación del ente por la comunidad. Por esto, el proceso en los PAEs rescata la legitimidad como una condición para alcanzar la sostenibilidad, ya que como lo señala Abbot (1996), los sistemas se mantendrán en funcionamiento si cuentan con una organización sólida respaldada por los usuarios (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1 Legitimidad de las organizaciones

"Nosotros tuvimos que organizarnos, realizamos trabajos en los barrios con líderes comunitarios y buscamos la forma de que todos se enteraran de la necesidad de tomar decisiones respecto a la construcción del acueducto nuevo y su administración. Fue así como después de conocer las diferentes formas existentes, sobre la base de las ventajas que representaba asociarnos, decidimos conformar la Asociación de Usuarios, nombrar en asamblea la Junta Directiva, diseñar y aprobar los estatutos y darles toda la confianza y apoyo para que iniciaran la administración del servicio".

Líder de Mondomo (Cauca)

Tabla 2 Características de las localidades

Aspectos	Cejan (Valle)	La Sirena (Valle)	Mondomo (Cauca)	Hormiguero (Valle)	Campoalegre (Valle)
Ubicación	Zona rural	Urbana, zona de ladera	Zona rural	Zona rural	Zona rural
Población (hab.)	3 100	3 100	3.300	3 500	1 400
No. casaríos	500	510	512	450	340
Actividad Económica	Agricultura	Sector informal	Agricultura y ganadería	Sector informal	Sector informal
Ingreso mensual (US\$)	140	155	195	195 (Estacional)	155
Organizaciones Comunitarias	<ul style="list-style-type: none"> • JAC² • Asociación padres familia • Grupo ecológico 	<ul style="list-style-type: none"> • JAC • Patronato escolar • Grupo juvenil 	<ul style="list-style-type: none"> • JAC (de los 5 sectores) • Asociación padres familia • Grupo ecológico. • Asociación de caza y pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • JAC • Asociación padres familia • Comité tercera edad 	<ul style="list-style-type: none"> • JAC • Comité deportes • Patronato escolar
Instancias presentes	<ul style="list-style-type: none"> • Sector privado³ • Sector público⁴ • Comunidad organizada⁵ • Programas de apoyo internacional • Universidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público. • Comunidad organizada • Programas de apoyo internacional • Universidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector público • Sector privado • Comunidad organizada • Entes de financiación territorial • Universidad • Programas de apoyo internacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de apoyo internacional • Sector público • Comunidad organizada • Universidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de apoyo internacional • Sector público • Comunidad organizada • Universidad
Servicios Públicos administrados	Acueducto, Alcantarillado, Aseo y Correo	Acueducto	Acueducto	Acueducto	Acueducto

² J.A.C: Junta de Acción Comunal: Organización impulsada por el Estado, elegida por Asamblea comunitaria, quienes manejan recursos oficiales, entregados básicamente para obras de infraestructura, con una connotación política frente al Estado y la Sociedad Civil.

³ Sector Privado: Instancias de competencia privada como ONG's, Empresa privada.

⁴ Sector Público: Instancias de Competencia estatal, Gobiernos Municipales, Instituciones de competencia en el sector del orden regionales y nacionales.

⁵ Comunidad Organizada. Organizaciones de base comunitaria.

Tabla 3

Administración de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento

ASPECTOS	Ceylán	La Sirena	Mondomo	Hormiguero	Campoalegre
• Forma organizativa	Junta Administradora del Acueducto, Alcantarillado y Aseo	Asociación de Usuarios	Asociación de Usuarios	Asociación de Usuarios	Junta de Acción Comunal
• Estructura Orgánica	Asamblea de Usuarios Junta Directiva Personal de O&M y Administración.	Asamblea de Usuarios Junta Directiva Personal de O&M y Administración.	Asamblea de Usuarios Junta Directiva Personal de O&M y Administración	Asamblea de usuarios Junta Directiva Personal de O&M	Asamblea de Usuarios Junta Directiva Personal de O&M
• Cumplimiento de normas	<ul style="list-style-type: none"> • Estatutos • Personería jurídica 	<ul style="list-style-type: none"> • En proceso de constitución 	<ul style="list-style-type: none"> • Estatutos • Personería Jurídica 	<ul style="list-style-type: none"> • Estatutos • En proceso de reconocimiento legal 	<ul style="list-style-type: none"> • Estatutos • Personería Jurídica
• Legitimidad	Tienen reconocimiento de la comunidad	Tienen reconocimiento de la comunidad	Tienen reconocimiento de la comunidad	Tienen reconocimiento de la comunidad	Tienen reconocimiento de la comunidad
• Gestión administrativa	<p>Manejan personal, recursos económicos y materiales</p> <p>Realizan procesos de selección y contratación de personal.</p> <p>.Coordinan y supervisan procesos administrativos y operativos.</p> <p>.Manejan inventarios</p> <p>.Las funciones administrativas son asumidas por un gerente, las operativas por un fontanero - operador, Ambos son remunerados por su labor</p>	<p>Han iniciado un proceso para determinar las funciones y los requerimientos de personal en la parte operativa, están capacitando al operador - fontanero, este recibe remuneración</p> <p>Las funciones administrativas son realizadas por miembros de la Junta sin remuneración</p>	<p>Manejan personal, recursos económicos y materiales</p> <p>Realizan selección y contratación de personal</p> <p>.Coordinan y supervisan procesos administrativos y operativos</p> <p>.Manejan inventarios</p> <p>.Las funciones administrativas son asumidas por la Junta directiva, donde el Tesorero es remunerado, las de operación y mantenimiento por un operador y un fontanero, quienes son remunerados</p>	<p>Manejan personal, recursos económicos e infraestructura</p> <p>Tiene un operador-fontanero, las funciones administrativas son asumidas por la Junta Directiva</p>	<p>.Los miembros de la Junta se encargan de la administración, la cual es desempeñada por la secretaria de la Junta, las labores de operación y mantenimiento son ejecutadas por un operador.</p>

^o El proceso de reconocimiento ante entidades de regulación y control se encuentra en trámite, hasta el momento ninguna se encuentra inscrita ante organismos nacionales

ASPECTOS	Ceylán	La Sirena	Mondomo	Hormiguero	Campoalegre
Gestión comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración participativa de estudios socioeconómicos: diagnóstico institucional, censo de usuarios y estratificación • Existe facturación y cobranza • Se presenta concertación e implementación de tarifas • Están implementando la micromedición 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen estudios socioeconómicos censo de usuarios y estratificación • Se han iniciado programas de educación al usuario, higiene, O&M • Existe facturación y cobranza • Hay concertación e implementación de tarifas • Están implementando la micromedición 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen estudios socioeconómicos: censo de usuarios, estratificación, catastro de redes y equipos • Realizan facturación y cobranza • Han iniciado programas de educación al usuario: uso racional del agua, higiene, O&M, medición, vigilancia y control comunitario • Concertan los incrementos de las tarifas 	<ul style="list-style-type: none"> • Educación al usuario • Facturación y cobranza • Periódicamente concertan los incrementos de tarifas • Actualmente reciben capacitación en vigilancia y control comunitario en la prestación del servicio 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe facturación y cobranza. • Concertan los incrementos de las tarifas • Han recibido capacitación en uso racional del agua y en O&M de su sistema
Gestión financiera 1. Morosidad 2. Manejo contable y financiero	<ol style="list-style-type: none"> 1. 5% mensual 2. Manejan cuentas y presentan informes económicos a la comunidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 20% mensual. 2. En proceso de organización 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10% mensual 2. Manejan cuentas y presentan informes económicos a la comunidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30% mensual 2. En proceso de organización 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 13% mensual 2. Manejan cuentas y presentan informes económicos a la comunidad
Gestión Operativa	Realizan O&M en las estructuras de captación, tratamiento, distribución y medición del servicio de acueducto y O&M del alcantarillado. Además, prestan el servicio de recolección de basuras.	Realizan O&M en las estructuras de captación, tratamiento y distribución del servicio de acueducto	Realizan O&M y control en las estructuras de captación, tratamiento, distribución y medición del servicio de acueducto	Realizan O&M en las estructuras de sistema de bombeo, almacenamiento y distribución del servicio de acueducto. Están haciendo un mapa de riesgos para delimitar daños de redes y realizar arreglos	Realizan O&M en las estructuras de captación, almacenamiento y distribución del servicio de acueducto

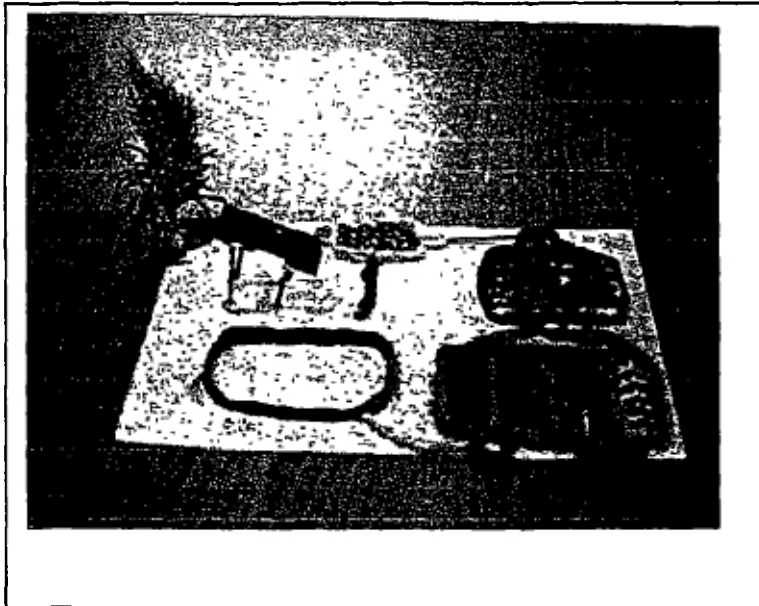
✓ **Fortalecimiento del liderazgo.**

Las personas participan a partir del conocimiento y motivación, en las diversas situaciones que una comunidad presenta. El proceso permitió el reconocimiento de la situación local y las implicaciones en la vida cotidiana de la gente, recuperando así la sensibilidad y el interés de la comunidad para ejercer acciones conjuntas a través de sus representantes. Además de motivar el conocimiento local, entregó información necesaria para que la gente participara. Esto dinamizó liderazgos existentes y propició la aparición de nuevos líderes y grupos en la comunidad (Cuadro 2).

Cuadro 2 Las mujeres también son líderes

El proceso ha sido exitoso, lográndose un buen grado de coordinación entre los actores participantes. La comunidad ha iniciado otros proyectos como la instalación de una caseta de comunicaciones y la conformación de una microempresa de mujeres. Es de anotar que el proyecto ha sido liderado por las mujeres de la comunidad.

Proyecto El Hormiguero



✓ **Apropiación de su sistema de abastecimiento de agua.**

El proceso participativo permite desmitificar la ciencia y la tecnología. Es así como en su propio lenguaje, la gente comprende y explica el funcionamiento técnico, selecciona la tecnología de acuerdo con sus propias condiciones y luego la opera y mantiene (Ver Cuadro 3). Pero algo significativo, es la capacidad de la comunidad para transferir su conocimiento a otras comunidades. Esto fomenta la confianza en sus propias capacidades y facilita la multiplicación de las experiencias a partir de vivencias reales.

Cuadro 3 Desmitificación de la tecnología

Una líder de la comunidad, durante la etapa de la construcción, manifestó: "antes no hablabamos de excavaciones, cimentaciones, tubería, bueno en fin, todo esto es nuevo para nosotras pero lo hemos aprendido y aunque han surgido problemas se han podido solucionar"

Lider de La Sirena

✓ **Construcción de consensos y autonomía en la toma de decisiones.**

Tradicionalmente, en los proyectos se hace referencia a la participación como entrega de información, desconociendo espacios donde la gente discuta esta información y se logren verdaderos consensos que reflejen las necesidades de las comunidades. En los PAEs se construyen consensos y se genera autonomía en la toma de decisiones ya que la comunidad selecciona la tecnología y la forma organizativa, diseña sus estatutos, concerta sus tarifas y define las estrategias para solucionar sus conflictos (Cuadro 4), como por ejemplo, la morosidad y servidumbres, entre otras.

Cuadro 4 Manejo de conflictos

Una líder de la comunidad comentó: "aquí en el Sector había gente que no discutía sino que de una vez sacaba su arma para enfrentar a los demás. Las cosas se resolvían era con este tipo de comportamientos, ahora con el trabajo que se ha hecho con el acueducto, las reuniones, los talleres en los que participa la gente han llevado a que las cosas se dialoguen de mejor manera".

Ceylán(Valle del Cauca)

✓ **Responsabilidad y compromiso social**

El proceso fomenta la responsabilidad social de los individuos frente a la comunidad (Cuadro 5) ya que rescata valores como la equidad, la honestidad, el respeto por el ambiente y el respeto por los demás en la perspectiva de alcanzar rentabilidad social y económica. Sobre esta base se fundamentan los criterios de calidad en la prestación del servicio.

Cuadro 5 Rescate de valores

"Llevábamos casi más de 5 años en donde nunca conocimos cuál fue el manejo que se le daba a nuestro acueducto, cómo se le pagaba al fontanero, que se hacía con la plata, cómo funcionaba nuestro acueducto. Fijese que ahora, ya organizados, con nuestros estatutos y en verdad viendo resultados, donde se nos consulta, nos invitan a aprender cosas técnicas, nos presentan información, realmente se ve el respeto, la honestidad y la calidad humana de nuestra gente"

Líder de Mondomo (Cauca)

✓ **Trabajo interdisciplinario e interinstitucional**

Los PAEs crean un espacio diferente donde profesionales provenientes de diversas disciplinas del conocimiento y de instituciones con responsabilidad en el Sector, junto con las comunidades, adaptan o desarrollan tecnologías y metodologías orientadas hacia la solución de los problemas y limitaciones que enfrentan para lograr una adecuada prestación de los servicios (Ver Cuadro 6).

Cuadro 6 Trabajo interdisciplinario e interinstitucional

El hecho de que sea interdisciplinario magnífico, eso ha favorecido que haya integración de los funcionarios de cada institución, ha favorecido un compartir de conocimientos, un compartir de saberes y eso nos ha permitido crecer como personas y crecer como funcionarios"

Funcionaria de EMCALI (Cali, Valle)

✓ **Visión integral en el manejo de los recursos hídricos**

Los proyectos generalmente se inician sobre la necesidad de agua de las comunidades. El agua es un aglutinante de la acción comunitaria. Sin embargo, los PAEs consideran los sistemas más allá de la infraestructura. Por esto, se identifican los problemas de la fuente abastecedora y se diseñan acciones para corregirlos. Las propias comunidades luego comienzan a trabajar en los problemas que generan sus aguas residuales cerrando así el ciclo del agua (Ver Cuadro 7).

Cuadro 7 Manejo integral del recurso hídrico

"Ya solucionamos nuestro problema de agua potable, estamos tratando de recuperar la cuenca comprando los predios, sin embargo, no tenemos solución para el saneamiento. Eso es lo que sigue no es fácil pero mire fuimos capaces de construir nuestro acueducto ahora vamos a gestionar el alcantarillado"

Líder de Mondomo (Cauca)

✓ **Cualificación de los líderes en el manejo administrativo de sus servicios.**

El proceso de cualificación del talento humano en el manejo administrativo se ha dado en los PAEs partiendo de condiciones y capacidades locales específicas, donde la misma comunidad ha promovido las acciones necesarias para lograr prestar un servicio adecuado. Ejemplo de esto es la implementación de estudios socioeconómicos ejecutados entre las comunidades e instituciones como los censos de usuarios, la estratificación, los estudios de disponibilidad a pagar, estudios de costos y tarifas y el manejo contable y comercial del servicio (Ver Cuadro 8). Sin embargo, se encuentran debilidades asociadas con la adecuación del marco normativo al funcionamiento de este tipo de organizaciones, ya que este fue concebido para las ciudades grandes —que no llegan a 50— desconociendo los 800 pequeños municipios y las zonas rurales. Por esto, no se alcanzan a cumplir las exigencias de carácter legal, como es el caso de los modelos de planificación en la gestión y resultados, los modelos tarifarios y contables, la estratificación rural y los subsidios.

Cuadro 8 Cualificación del ente administrador

Cuando se inició el proyecto de Mondomo (Cauca), el ente administrador existente no llevaba ningún registro de la información económica de la empresa. A partir del proceso, los miembros del ente fueron elegidos de nuevo y el cambio implicó recuperar información y diseñar herramientas de tipo administrativo para manejar su información. Inicialmente identificaron los usuarios a través de un censo. Luego, se identificaron las necesidades de capacitación en aspectos contables. Visitaron otras comunidades donde recogieron las experiencias y adaptaron instrumentos a sus propias necesidades. Y así, poco a poco el ente administrador ha alcanzado una cualificación que le permite prestar un buen servicio con contabilidad y facturación sistematizadas, lectura y registro de micromedición, entre otras.

✓ Control comunitario.

El control es una actividad dinámica, de seguimiento al sistema de abastecimiento de agua, orientada a detectar y eliminar las causas que originan la producción y distribución de agua no apta para el consumo, lo que implica mantener una continua evaluación del proceso de producción y de distribución (Bathala y Parlato, 1977). En los PAEs los entes administradores han iniciado acciones conjuntas con las instituciones para capacitarse en actividades de operación y mantenimiento y vigilancia y control del servicio, determinando indicadores asociados con la calidad del servicio, el uso eficiente del agua y administración del sistema, permitiendo así diseñar estrategias que les permitan mejorar continuamente su servicio.

✓ Educación al usuario

Dentro de las estrategias metodológicas contempladas en los PAEs se han desarrollado actividades tendientes a capacitar a la comunidad en prácticas higiénicas, uso eficiente y racional del agua y veeduría en su sistema. Mediante estrategias de acercamiento al usuario se ha logrado implementar por ejemplo la micromedición sin causar traumatismos en la comunidad (Ver Cuadro 9). Igualmente, se hace ahora el cobro de la inscripción por conexión al servicio. Como consecuencia de ello se puede observar una significativa disminución de la morosidad y un uso racional del agua.

Cuadro 9 Concertación de tarifas

Para el caso de El Hormiguero, la comunidad pasó de pagar \$200 (US\$ 0.15) a \$3.000 (US\$ 2.30) mensuales por el servicio de agua. Un usuario comentaba: "No me parece que sea costoso porque el agua es buena. Nosotros decidimos la tarifa, tenemos un buen producto, o sea, a nosotros nos pareció que el cobro que pagamos por producto es justo"

Cinara-EMCALI, 1997

FACTORES QUE FACILITAN LA GESTION COMUNITARIA.



Como resultado de las experiencias desarrolladas en el trabajo de Cinara y otras organizaciones donde ha existido trabajo comunitario, se han identificado aspectos que facilitan la gestión comunitaria en los pequeños sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento, entre los cuales se destacan los siguientes (Cinara-IRC, 1996):

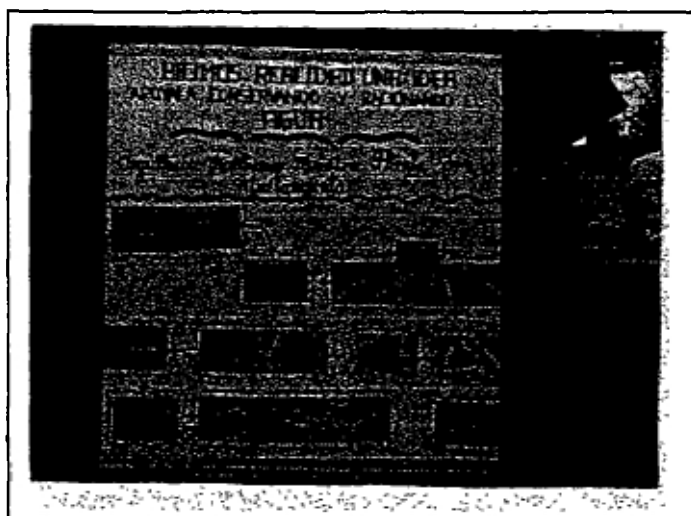
- La participación comunitaria en todas las fases del ciclo del proyecto
- Trabajo interinstitucional y comunitario
- Reconocimiento de condiciones y contextos locales
- La legitimidad del proceso, proyectos de la gente y para la gente
- El aprendizaje permanente
- Marco normativo flexible
- Uso de metodologías y técnicas de investigación participativas que permitan implementar estrategias de acción en los proyectos orientadas a fortalecer la administración

- Cuando las organizaciones comunitarias adquieren confianza sobre el rol que les corresponde en el proyecto, se convierten en una herramienta eficaz para sacar adelante las acciones. Son ellas quienes realizan la fiscalización de las obras, gestionan recursos financieros y median conflictos surgidos al interior de la propia comunidad.
- Es necesario hacer de la participación una actitud de vida pues de esta manera se logra desarrollar la sensibilidad hacia los proyectos centrados en la gente y la capacidad para realizar lecturas de contextos locales.
- Los representantes institucionales encargados de promover proyectos en agua potable y saneamiento necesitan conocer acercarse a la realidad local, esto implica, además de un conocimiento teórico, el desarrollo de la propia sensibilidad (la capacidad de ver, oír, percibir matices) que permita pasar de director de procesos a facilitador de los mismos.

PERSPECTIVAS

El reto ahora es promover y garantizar la participación de la comunidad en el ciclo de los proyectos. Esto es, introducirla en la práctica cotidiana institucional. Es necesario implementar una estrategia que garantice la vinculación de la comunidad con poder decisorio en todo el ciclo del proyecto, desde la identificación de los problemas, el planteamiento de soluciones, la selección de la alternativa técnica, el diseño y la gerencia de su servicio. Todo esto acorde con sus condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales. La promoción de la participación debe ser una política del ente rector del Sector. Para su aplicación se requiere fortalecer el apoyo regional a los pequeños municipios y las zonas rurales.

El ente regional puede estar en capacidad de apoyar y asesorar el fortalecimiento de la gerencia de los servicios de agua potable y saneamiento que realizan las organizaciones de base comunitaria. Los entes administradores requieren asesoría en aspectos tales como constitución legal, elaboración de estatutos, reglamentos de usuarios, manejo contable, facturación, tarifas, educación y atención al usuario. Una parte de los recursos asignados al Sector se debe entonces destinar a asegurar la gestión de los sistemas de manera que se protejan las inversiones y esfuerzos que realizan las comunidades y las instituciones.



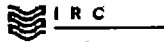
La visión integral contribuye a la sostenibilidad de los servicios. Es prioritario la recuperación y conservación de las fuentes de agua ya que su deterioro tiene un impacto severo e inmediato sobre la calidad y cantidad de agua que los sistemas brindan a los usuarios. En consecuencia es prioritario el establecimiento de políticas y programas con componentes interinstitucionales e interdisciplinarios con participación de la comunidad.

Es necesario promover la apropiación por parte de las instituciones y comunidades de técnicas de investigación participativas que faciliten el análisis de las condiciones

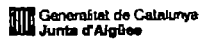
socioeconómicas locales y que permita a las organizaciones comunitarias disponer de información para la toma de decisiones en el manejo de sus servicios públicos. Se debe además fomentar la realización de programas de capacitación permanente en operación, mantenimiento y administración.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOT, J (1996) *Sharing the city*, Earthscan Publications Ltd, UK.
- BATTALHA, BL y PARLATORE, AC (1997). *Controle da qualidades da agua para consumo humano. Bases conceituais e operacionais*. Cetesb, Sao Pablo, Brasil.
- CINARA - FINDETER (1996). *Informe final proyecto Mondomo*, Departamento del Cauca, Colombia
- CINARA - IRC. (1996). *El desarrollo del proyecto en Colombia: Balance de los dos primeros años. Informe proyecto Rol de las comunidades en la gestión de los sistemas rurales en abastecimiento de agua en países en desarrollo*. Cali Colombia
- CINARA - EMCALI (1997) *Informe final el Hormiguero proyectos de aprendizaje en equipo en agua potable, saneamiento básico y conservación del recurso hídrico*. Departamento del valle, Colombia
- CINARA - MINDESARROLLO - FINDETER (1998) *Marco conceptual para la prestación de los servicios sostenibles de agua y saneamiento en localidades menores de 12.500 habitantes. Programa nacional de sostenibilidad en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en Colombia*.
- GOMEZ, C; ROJAS, A y ARISTIZABAL, A.E. (1997). *El rol de las comunidades en la gestión de los sistemas rurales de APS en países en desarrollo*. Ponencia presentada en el 4to congreso internacional sobre investigación acción participativa. Cartagena, Colombia.
- MAX-NEEF, M.; ELIZALDE, a. y HOPENHAYN, M.,(1986), *Desarrollo a Escala Humana, Development Dialogue-Número Especial*, Cepaur-Fundación Dag Hymmarskjold, Sweden
- POVEDA, A.(1995) *Servicios públicos domiciliarios. La calidad de vida: Un derecho fundamental de la persona*. Medellín. Colombia
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS. *Revista Supercifras*. No. 1. Santafe de Bogotá. Colombia
- VISSCHER, J.T. (ed). (1997). *Technology transfer in the water supply and sanitation sector: a learning experience from Colombia*. IRC-Cinara. The Netherlands



INSTITUTO
NACIONAL DE INVESTIGACIONES
EN CIENCIAS DEL AGUA



G. Tecnología del Agua

EUETIT Colon 1 08222 Terrassa (Barcelona) España

Telf. (+34) 937398092 Fax (+34) 937398091

E-mail Symposium COLIBRI @ euetit.upc.es

E-mail GTA @ euetit.upc.es