

## Empleo conjunto de aguas superficiales y subterráneas en Pinar del Río, Cuba

Nelson A. González Cabrera

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA – CITMA.

Departamento de Geología. Univ. Hermanos Saíz de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.

email: [nelson@ecovida.vega.inf.cu](mailto:nelson@ecovida.vega.inf.cu)

Roberto Peláez García

Departamento de Geología. Univ. Hermanos Saíz de Pinar del Río.

Empresa Geominera Pinar. Pinar del Río, Cuba.

email: [bpinar@pri.minbas.cu](mailto:bpinar@pri.minbas.cu)

### RESUMEN

Según política del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) vinculada con la evaluación, proyección y construcción de infraestructura para el aprovechamiento de los recursos hídricos, se elaboró un diversificado plan de desarrollo hidráulico. Este plan incluye el uso conjunto, que consiste en emplear aguas subterráneas para abastecimiento de población, servida por redes de acueducto, y aguas superficiales embalsadas para riego a la agricultura. Además, ante sequías se emplean aquellas también para riego. Con todo esto ha disminuido la explotación a que fue sometido el acuífero sur que provocó el incremento de la intrusión marina inutilizando importantes sectores del mismo, además de contribuir a reducir la salinización de suelos y poder contar con agua de buena calidad. En este trabajo se describen las experiencias de los autores en este sentido.

**Palabras clave:** aguas subterráneas, embalses superficiales, sequías, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.

## Joint use of surface and ground waters in Pinar del Rio, Cuba

### ABSTRACT

As a result of INRH policy, related to evaluation, design and construction of infrastructure for water resources exploitation, a diversified development plan was elaborated. As a complement of the plan the joint use of waters is considered, consisting in the use of ground water for supplying population located in this area, distributed through water networks, and the capacity created on reservoirs being used for irrigation purposes. Nevertheless, during severe droughts, ground water is also used for irrigation among other uses. All these actions have contributed to diminish overexploitation of the South Aquifer, which provoked marine intrusion with damages to important sectors of it. Besides, they stopped the soil salinization process and provide good quality water for any purpose. This paper describes experiences of the authors on the subject.

**Keywords:** drought, ground water, joint use of surface and ground waters, surface reservoir.

## INTRODUCCIÓN

Resulta bien conocido que el agua es un elemento esencial para la existencia de todo tipo de vida. Aproximadamente dos tercios del cuerpo humano está constituido por agua y aproximadamente cada mes esta sustancia se renueva en el mismo. Durante su vida el ser humano consume por día unos dos litros de agua y podría sobrevivir unos cinco días sin ella. No existe otra sustancia que ingiera el hombre en mayor cantidad que el agua y además no tiene sustituto alguno.

Por otro lado, los temas relacionados con el agua se caracterizan por su complejidad y afectan diversas actividades económicas tales como: agricultura (que resulta ser a nivel global la mayor consumidora de agua), industria, los servicios, turismo, producción de energía y otros, así como de forma muy directa en el bienestar y la salud humana. Además de esos y otros valores utilitarios, el agua tiene otros muchos que no admiten una fácil evaluación económica pero que son muy relevantes, entre los que cabe citar su valor ecológico y también su valor simbólico en casi todas las religiones y culturas. Llamas (2002) plantea que debido a ello los conflictos sobre los recursos hídricos suelen tener un importante componente emotivo.

Con frecuencia y sobre todo en los últimos 10-15 años los titulares de los medios de comunicación divulgan problemas y desastres relacionados con el agua, principalmente por excesos o escasez. Estos son problemas reales que afectan a gran cantidad de países en el mundo, pero lo que no se enfoca en su justa medida son las causas de los mismos y las formas posibles de mitigar sus efectos. Llamas (2001) expone que los riesgos pueden ser naturales o producidos por el hombre y añade que no todos los riesgos se convierten en desastres ni todos los desastres son el resultado de fenómenos naturales, agrega que la conexión entre riesgos y desastres radica en la vulnerabilidad, que a su vez depende de las condiciones socio-económicas de cada región. Este autor cita, entre otros, dos ejemplos de desastres y sus efectos según las condiciones económicas de esos países, el primero la sequía en Etiopía desde principios de este siglo que causó una catástrofe humanitaria y segundo, los efectos negativos de una sequía similar, mucho menos impactante, para España o Israel.

La gente pobre es la que vive con frecuencia con alto peligro de inundación y está allí porque no tiene otro lugar donde construir sus endeble viviendas. Muchos desastres y problemas que desencadenan catástrofes humanitarias han sido debidos a la falta de previsión y/o a un déficit en cuanto a la ordenación territorial, aspecto más difícil de lograr en una llanura de inundación que las soluciones estructurales.

Muy vinculadas a los problemas antes señalados de sequías e inundaciones, abastecimiento de agua para consumo humano, riego y otros usos, se han tomado medidas para su prevención y mitigación en la Llanura Sur Oriental de la provincia Pinar del Río, desde una posición realista a partir de las concepciones científico-técnicas existentes en los distintos momentos o épocas. Además se cuenta con un ordenamiento territorial que previene cualquier motivación de desastre como los señalados.

Los autores han trabajado en distintos proyectos de investigación, prospección de materiales para las construcciones hidrotécnicas (áridos, arcillas y otros) y el diseño y construcción de

pozos que están vinculados con ese *uso conjunto* que tanto se desea para el empleo sostenible de las aguas en el país.

Se pueden citar las investigaciones para las obras hidrotécnicas El Punto, Herradura, Juventud, Los Palacios, Bacunagua y la Paila entre otras. También las investigaciones de obras de protección como diques contra inundaciones, o con vista a la explotación de las aguas subterráneas y en otros casos las derivadoras en los ríos Herradura, Ajiconal y Paso Viejo que se han complementado con varios kilómetros de canales magistrales, también investigados por ellos, como ha ocurrido en el tramo de los Palacios a Candelaria. Además, han participado en la ampliación de abastecimientos con aguas subterráneas a poblados y comunidades como en Briones, Herradura, López Peña, Los Palacios, San Cristobal y Candelaria entre otros. En relación con trabajos de abastecimientos individuales para la agricultura, la ganadería o para otros objetivos económicos y sociales, han proyectado y construido decenas de pozos, cuyas aguas se emplean para el riego de pastos y forrajes, semilleros de caña de azúcar, la industria, escuelas, consultorios médicos y agricultura orgánica entre otros usos.

Es cierto que desde épocas muy tempranas, como por ejemplo con la creación de las primeras villas y ciudades así como con la aplicación del riego en la agricultura, el suministro de agua para estos fines en este territorio, estuvo soportado casi exclusivamente por las aguas subterráneas del Sistema Acuífero Sur, Peláez y González (1994). Algunas razones para que esto ocurriera fueron la existencia de acuíferos cársicos contenedores de agua de buena calidad, que yacen relativamente a poca profundidad, donde la construcción de las captaciones (pozos) no resulta compleja, así como la obtención de caudales importantes de agua por pozo, entre otros aspectos. Por distintos motivos, esa explotación se realizó muy poco o nada controlada y al ser esos acuíferos abiertos al mar se creó un problema adicional, el avance de la intrusión marina hacia el interior del territorio, González y Peláez (1994).

No es hasta 1962, con la creación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), que comienzan los estudios e investigaciones bien dirigidos, considerando la evaluación y cuantificación de los recursos hídricos totales de la provincia. Ellos sirvieron para la proyección y ejecución de importantes obras hidrotécnicas, alimentación artificial de las aguas subterráneas, gestión conjunta del recurso hídrico, además de excluir varias decenas de pozos que tenían altos contenidos de sales principalmente cloruro de sodio en el agua, entre otras acciones y medidas de remediación y ordenamiento territorial. La figura 1 pertenece a un pozo de abastecimiento con agua subterránea en explotación desde hace más de 50 años.

Parece ser que la alerta ante la evolución del clima se declara por primera vez a fines de la década de 1960 y se crea el Programa Mundial de Investigación Atmosférica, aunque se considere que las decisiones políticas en torno a este problema comienzan hacia 1972, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (CNUMAH) que son sus siglas en inglés. Es aquí donde se proponen las actuaciones necesarias para mejorar la comprensión de las causas que estuvieron vinculadas con el posible cambio climático. Luego, en 1979, basado en los planteamientos de la CNUMAH, se convocaría la Primera Conferencia Mundial sobre el clima. Con posterioridad y hasta nuestros días se han celebrado distintas conferencias y reuniones entre las que se pueden citar: Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como Comisión Brundtland, luego a fines de 1990 se celebró la Segunda Conferencia Mundial sobre el clima. Con la creación en 1988 del Panel

Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente se han podido comprender mejor los aspectos relacionados con esos cambios y sus consecuencias. Hasta donde conocen los autores, se han publicado por el IPCC tres informes en los años 1990, 1995 y 2001, Delibes y Delibes de Castro (2005).



**Figura 1. Abastecimiento con agua subterránea al pueblo de Herradura**

Se sabe que las posibles influencias o afectaciones al calentamiento global por parte de Cuba son bastante reducidas, no obstante, se han tratado de resolver los problemas de las sequías quizás desde antes de que se dieran las posibles alertas de cambio climático. De todas formas, existe una marcada preocupación tanto por el estado como por parte de los científicos e investigadores cubanos ocupados en este tema con vistas a tratar de conseguir evaluaciones acerca de los impactos que ese cambio climático pueda tener sobre el país.

En este trabajo se recogen las experiencias de los autores en distintos trabajos de investigación y soluciones de tareas concretas para el abastecimiento de agua y estudios ingeniero-geológicos en la Llanura Sur de Pinar del Río.

### **GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La provincia Pinar del Río, hasta el año 2010, es la más occidental del archipiélago cubano, con un área de 10 924 km<sup>2</sup> que representa el 10% del área total del país. Cuenta con una población de 730 236 habitantes (estimados en el año 2008). La capital provincial es la ciudad de Pinar del Río, con 139 336 habitantes según el censo de población y vivienda de 2002.

La zona de trabajo se ubica en la Llanura Suroriental de la provincia, con 3407 km<sup>2</sup> de extensión, limitada al norte por la Falla Pinar, Mar Caribe por el Sur, al este el Río San Juan Bayate y por el oeste el poblado de Boca de Galafre (figura 2). Además de la capital provincial, se ubican en la Llanura otras ciudades como Candelaria, San Cristóbal, Los Palacios, Consolación del Sur, San Luis y San Juan, entre otras.

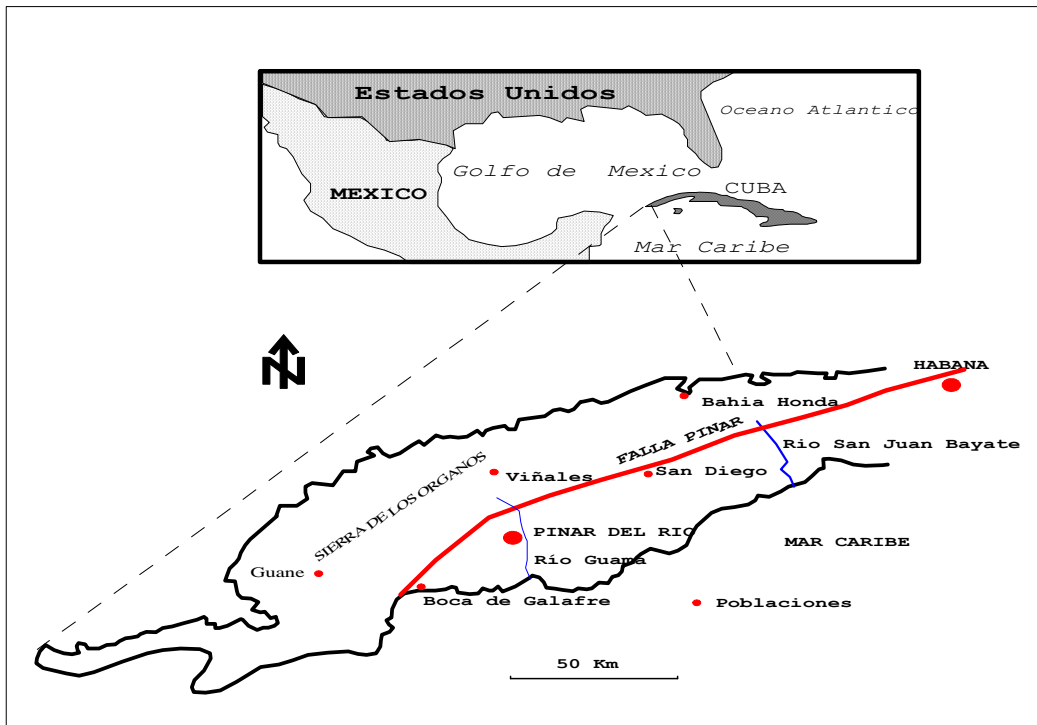


Figura 2. Mapa de ubicación geográfica.

El clima en la Llanura Sur presenta valores para la temperatura media de 25 °C con mínimas medias de 21 °C y máximas medias de 29, 9 °C, los récords se corresponden con una mínima absoluta de 3.9 °C y máxima de 38 °C. La humedad relativa media alcanza el 81 %, los mayores acumulados de precipitaciones se producen entre los meses de junio y septiembre con registros mensuales entre los 246 y 372 mm, siendo enero el de menos pluviosidad con menos de 30 mm. El promedio de lluvia anual es de 1200 mm.

Los principales ríos que surcan la Llanura corren de norte a sur, son cortos y de bajos caudales, entre ellos se pueden citar los ríos: San Cristóbal, Los Palacios, San Diego, Bacunagua, Herradura, Guamá y San Juan entre otros.

Los datos meteorológicos han sido tomados de las estaciones ubicadas en Paso Real de San Diego, Pinar del Río y San Juan y Martínez con más de 40 años acumulados de datos para la de Pinar del Río y hasta 80 para la de Paso Real y San Juan.

## USO CONJUNTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS: EFECTO SOBRE LA SEQUÍA

Desde época más bien reciente, unos 40 – 50 años, se viene hablando con progresiva frecuencia del gran interés y del valor práctico del uso combinado, conjunto o alternativo de las aguas superficiales y subterráneas, Llamas (1999).

Para Sauquillo (1991) a pesar de que parecen evidentes las ventajas de la utilización conjunta, la experiencia a nivel mundial no es muy grande, quizás porque presenten una mayor complejidad para su planificación y gestión y por falta de educación formal en hidrología subterránea de una mayoría de los profesionales de la planificación hidráulica y de los políticos y responsables de la toma de decisiones.

Por distintos motivos entre los que cabe citar el aumento de la población y con ello la necesidad de incrementar los abastecimientos de agua, los problemas de intrusión marina en el principal acuífero del sur de la provincia así como un incremento de los servicios, industria, salud y educación, desde finales de la década de 1960 el INRH comienza con la creación de una infraestructura hidráulica a partir de la construcción de embalses superficiales de agua, hasta alcanzar un total de 21 con volúmenes de agua que van desde los 105 millones de m<sup>3</sup> (presa Juventud) hasta 48 millones en la presa Bacunagua con valores intermedios para otras que alcanzan un total de 723 millones de m<sup>3</sup> y una entrega total de unos 800 millones de m<sup>3</sup>. Como complemento se construyeron 130 km de canales magistrales con gastos entre 10 y 20 m<sup>3</sup>/s, que conectan o enlazan de este a oeste todas las obras. En algunos tramos de esos canales se construyeron baterías (grupos de pozos) contiguos y paralelos algunos de los cuales se comunican con el canal, entonces en épocas de lluvias, cuando hay agua superficial en abundancia se abre la compuerta de comunicación del canal con el interior del pozo, penetrando el agua para recargar el acuífero.

Los pozos tienen diámetros entre 16 y 20 pulgadas, profundidades que varían entre 40 y 70 m, obteniéndose gastos de recarga de hasta 100 L/s, en total son 50 pozos (figura 3). En épocas de sequía, las compuertas de los pozos de recarga se cierran y estos tributan al canal para el riego de arroz. Otro aspecto de interés en cuanto a la recarga artificial, quizás menos planificada, resultan ser las pérdidas por filtración al acuífero infrayacente desde los canales y embalses. Un ejemplo de esto se tiene en la presa Herradura (figura 4) que embalsa 58,3 millones de m<sup>3</sup> permitiendo estabilizar el bombeo con los caudales de agua solicitados desde los pozos de abastecimiento, al poblado Entronque de Herradura, manteniendo la calidad de esta, González et al. (1998).

En total se riegan con agua superficial unas 4500 caballerías, (una caballería es igual a 13,4 ha) destinadas a distintos cultivos siendo el principal el arroz que es el mayor consumidor de agua; además se riega caña de azúcar, cítricos y otros cultivos. Cuando no existe déficit de agua superficial, se riega con ellas, y las subterráneas se emplean para el abastecimiento humano, pues algo más del 80 % de los habitantes de la Llanura sur, reciben el servicio mediante pozos, incluidas las servidas a las industrias.

Con el propósito de evitar los efectos de las inundaciones a sectores ubicados en zonas bajas se construyeron varios kilómetros de diques y obras derivadoras. Aunque no siempre se ha resuelto con obras el problema de las inundaciones y sus efectos indeseables, sí ha podido

lograrse esto mediante un ordenamiento territorial que ha comprendido la reubicación en zonas con mejores condiciones a familias o grupos de ellas (pequeñas comunidades).



**Figura 3. Vista de un tramo del canal Herradura- Los Palacios con la ubicación de los pozos de explotación y recarga (tomado de González Báez 1973)**

Otro aspecto de interés en relación con las aguas subterráneas resulta su empleo para la parte más occidental de la Llanura, menos favorecida por corrientes superficiales que pudieran aprovecharse para el riego, empleándolas en un cultivo agroindustrial de gran interés económico para la provincia, como es el tabaco y a la vez se abastecen los pobladores y residentes de estas zonas.

Con el propósito de tener una idea aproximada de la importancia que tienen las aguas subterráneas en la mitigación de los efectos de las sequías en la Llanura Sur, baste decir que en años “normales” las extracciones están alrededor de los 55 – 60 millones de  $m^3$  llegando en períodos secos hasta algo más de 150 millones de  $m^3$ , considerando que puede ser viable una extracción de hasta 280 millones de  $m^3$ , Morales (2006).

Otro aspecto muy importante del uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas ha resultado ser la detención del avance de la intrusión marina en el acuífero carbonatado del Neógeno, identificada un poco antes del año 1975, que luego, a partir de 1980, detuvo su avance y en algunos sectores ha retrocedido hacia la costa con valores de hasta 10 km.

## CONSIDERACIONES RELACIONADAS CON LAS SEQUÍAS

A partir de la década de los años 1970, en Cuba se produjeron importantes cambios en el clima, relacionados básicamente con la existencia de tendencias significativas en el comportamiento de diferentes variables muy coincidentes con las tendencias observadas en las mismas variables a nivel global, Fonseca (2004) y añade esta autora, que las tendencias observadas en el aumento de las frecuencias de las sequías, coincide con las proyecciones futuras asociadas al cambio climático. Esta coincidencia es un elemento que indica la necesidad de desarrollar políticas y medidas encaminadas a reducir los impactos adversos a la vez que se logra un incremento y sostenibilidad en el desarrollo.

Después de analizar y evaluar el comportamiento de las lluvias en la Llanura Sur con datos de 40 años de observaciones (1964-2004), para este período de tiempo, la Lluvia Media Histórica Hiperanual (LMHH) oscila entre 1200–1400 mm.



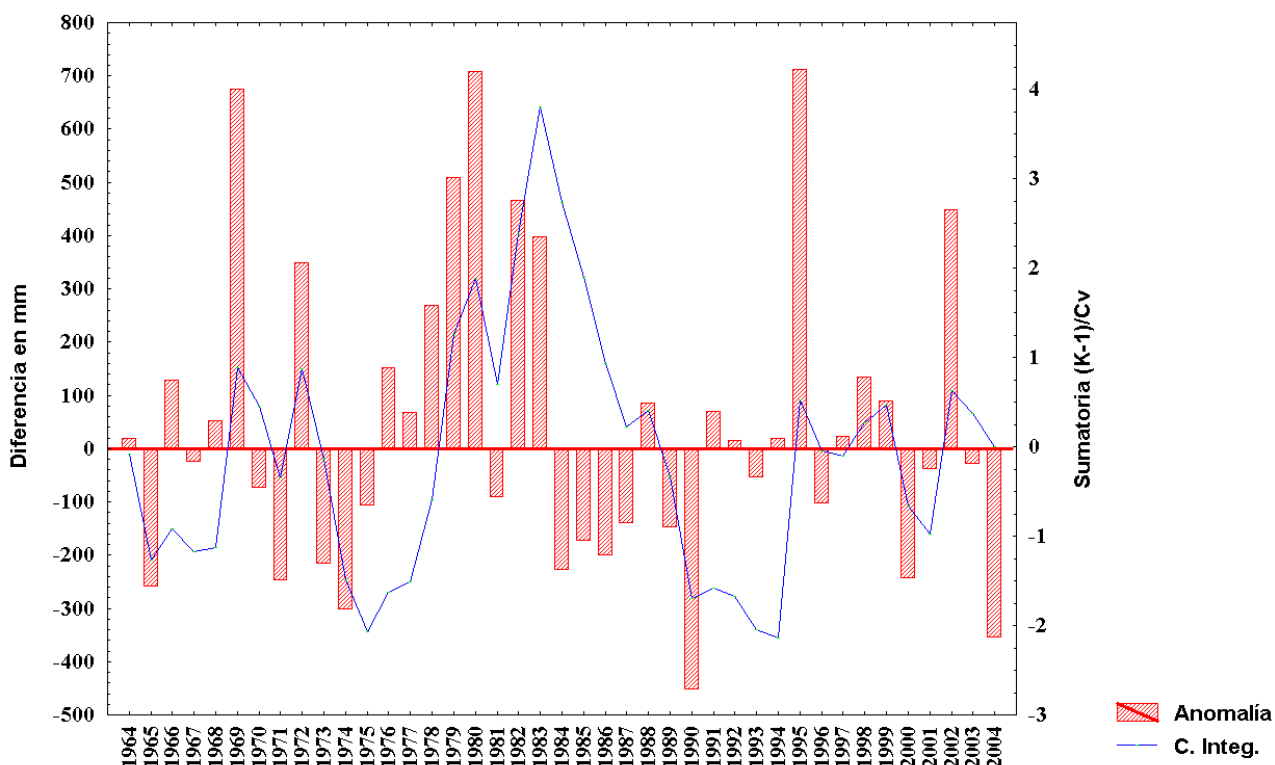
**Figura 4. Presa Herradura, provincia Pinar del Río**

En el gráfico de la figura 5, la parte positiva señala años lluviosos por encima de la LMHH y la parte negativa, los que han llovido por debajo de esa magnitud. Se comprenderá que en el gráfico los períodos negativos están relacionados con eventos de sequía, y observando el gráfico, estas se repiten cada 5-6 años y duran esa misma cantidad de tiempo aproximadamente, por lo que la preparación para mitigar estos efectos negativos se puede hacer anticipadamente con resultados favorables y menores afectaciones a las actividades tanto económicas como sociales, Peláez y González (2005).



El cambio climático es aún una cuestión muy debatida por los expertos y todavía no perfectamente establecida, no puede pasarse por alto que ese cambio en el clima resulta ser un proceso físico de gran complejidad, donde las condiciones iniciales tienen una marcada influencia, que se establece por unas seis decenas de ecuaciones diferenciales que hay que plantear, Eraso (1995). Entonces, los modelos que se hacen estarán basados en esas ecuaciones, de las que no se conoce muy bien el peso que hay que dar a las variables para predecir los cambios futuros, es decir, hay una gran incertidumbre al respecto.

La posición de los autores está muy cerca de aquellos que opinan sobre lo necesario e importante que resulta resolver los problemas actuales de las sequías de forma duradera o sostenible, independientemente de seguir estudiando y evaluando esos aspectos que, con más o menos claridad, se piensa están influyendo en el clima. Los autores no creen que mermar los esfuerzos en este campo sería lógico ni prudente. Sauquillo (1991) plantea que, acertada o equivocadamente, se han asociado las sequías actuales al calentamiento global de la Tierra



**Figura 5. Gráfico de anomalías anuales de las precipitaciones y Curva Integral Diferencial para la provincia Pinar del Río 8 (según Romero 2007)**

producido por el efecto invernadero y cita a Whilite (1989), quien critica el énfasis con que se ha respondido a una incertidumbre climática futura, mientras se está descuidando por completo una certeza, la de las sequías. La sequía es y seguirá siendo un fenómeno climático normal, argumenta y critica la incapacidad de algunos gobiernos para dar una respuesta adecuada y en el momento oportuno a las sequías. Hay que apoyar las acciones conducentes a combatir el efecto

invernadero, pero es más urgente concentrarse en mejorar la respuesta a los fenómenos climáticos actuales como las sequías.

Según Más (2004), las proyecciones futuras para el nivel del mar indican incrementos en el orden de 8 a 44 cm. para el año 2050 y de 20 a 95 cm. para el 2100. La intrusión marina en el agua subterránea es uno de los impactos más serios del cambio climático sobre los recursos hídricos, pues la mayoría de los acuíferos de Cuba son abiertos al mar. Para un incremento del nivel del mar de aproximadamente 30 cm., el ascenso de la cuña con aguas salinas no sería menor de 10-12 m. La elevación de la cuña salina sería mayor en función del nivel de reducción de las precipitaciones y del estado de los acuíferos (normal, favorable, desfavorable o muy desfavorable). La reducción de la calidad del agua subterránea sería significativa y en algunos casos podría ocurrir la salinización definitiva de las reservas.

### **ALGUNOS MÉTODOS MODERNOS PARA MITIGAR LOS EFECTOS DE LAS SEQUÍAS.**

Según Llamas (1997), en la lucha contra las sequías se suelen admitir tres actuaciones para enfrentar los efectos adversos.

- La primera consiste en garantizar la cantidad de agua usualmente demandada aunque en esos períodos llueva menos. En otras palabras, construir embalses superficiales o de trasvase para tratar de corregir el desequilibrio temporal de disponibilidad de agua superficial en una región, bien sea almacenándola en los embalses, bien trayéndola de otros sitios en los que “teóricamente” sobran.

- Otra forma resulta en garantizar la demanda de agua explotando los acuíferos durante los períodos de sequía.

- Por último cabe señalar que aún empleando una buena tecnología en la gestión de la oferta y la demanda de agua puedan darse situaciones extremas, auténticos casos catastróficos que son inevitables o que la garantía de evitarlos supondría unas inversiones antieconómicas. Un ejemplo se tiene al querer garantizar al 99 % los regadíos de una zona, ya que habría que hacer varias obras con valores o costos prohibitivos. Para resolver este caso de riesgo catastrófico se pueden plantear tres soluciones:

1. Crear una conciencia en los agricultores de que cada “X” años, no tendrán la cosecha esperada, por falta de agua y deben incluir este fallo en sus análisis económicos.

2. Establecer un apropiado sistema de seguros. Para el caso cubano, las indemnizaciones realizadas por el riesgo de sequía en el período comprendido entre 1990-2002 para seguros de bienes agropecuarios, alcanzó la cifra de \$ 30 425 000. 00 (Anuarios de la Empresa de Seguro Estatal).

3. Solucionar el problema por la vía del “riesgo catastrófico” mediante compensaciones económicas procedentes del herario público.

Es probable que el sistema de Uso Conjunto Aguas Superficiales-Aguas Subterráneas desarrollado en la provincia Pinar del Río, sea uno de los más completos, si se consideran tanto los aspectos de sequía como los de mitigación de la intrusión marina.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El agua subterránea puede proporcionar una solución eficaz y mucho más barata con vistas a mitigar o atenuar los efectos de las sequías.
- Las aguas subterráneas poseen, en la mayoría de los casos, la posibilidad de adaptarse a un incremento progresivo de la demanda, aceptando extracciones por encima de la recarga en casos extremos (uso temporal de las reservas), considerando siempre las características geólogo-hidrogeológicas de esos acuíferos.
- La construcción de un pozo o grupo de ellos puede ubicarse en las cercanías de las obras hidrotécnicas (canales, presas, embalses, derivadoras), tributando sus aguas a estas e incorporándolas al sistema con costos adicionales muy inferiores a los que se necesitarían si se construyeran nuevas obras para aguas superficiales.
- El empleo conjunto de las aguas superficiales y subterráneas resulta ser más complejo que el uso de las superficiales o subterráneas solas, pero sin lugar a dudas proporciona más estabilidad y seguridad tanto económica como social, y además ofrece mayores oportunidades para crear iniciativas e ideas renovadoras tanto a los gestores como a los planificadores.
- Existen casos que, en los inicios de un desarrollo, se emplean únicamente las aguas subterráneas para con ello retardar la construcción de costosas obras, creando riquezas en espera de contar con los recursos financieros necesarios para acometer las obras de superficie, mucho más costosas y complejas. Esto ha sido lo sucedido en el caso referido en este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado tomando como soporte el proyecto 0241 “Estudio Hidrogeológico y Ambiental de la Llanura sur de Pinar del Río: sector Guamá-Los Palacios”, financiado por la Unidad de Ciencia y Técnica del CITMA, coordinado por el primer autor. Además, se agradece a la MSc. Zeida Romero Palmero del INRH, quien fue investigadora de dicho proyecto, por los datos brindados.

## REFERENCIAS

- Delibes M. y Delibes de Castro M.** (2005). “La tierra herida, ¿qué mundo heredarán nuestros hijos?”. Edic. Destino, Barcelona, España.
- Eraso A.** (1995). “Jornadas sobre el Libro Blanco de las Aguas Subterráneas”. Coloquio Las Aguas Subterráneas y el Medio Ambiente, Tema 4. Edit. Club del Agua Subterránea, Madrid, España, pp 108-109.
- Fonseca C.** (2004). “La sequía, conceptos y definiciones. La sequía en Las Tunas: retos, oportunidades y estrategias”. Memorias del Taller Nacional Adaptación al Cambio Climático, Las Tunas, Cuba, pp.1-7.
- González N.A. y Peláez R.** (1994). “Nuevos aportes al conocimiento geólogo-hidrogeológico del Escalón Artesiano Pinar Sur”. Memorias del II Congreso Cubano de Geología y Minería. Taller Hidrogeología y Carso, Santiago de Cuba, Cuba, pp 1-10.

- González N.A., Ramos G. y Romero Z.** (1998). “Las obras hidrotécnicas y su influencia en el régimen de las aguas subterráneas: tres casos de estudio en la Provincia Pinar del Río”. XIII Jornada Científica, Sociedad Cubana de Geología. (inédito), Pinar del Río, Cuba, pp.1-10.
- González Báez A.** (1973). “El Agua Subterránea: su uso racional y controlado en la agricultura”. Revista Voluntad Hidráulica, N° 26, INRH, La Habana, pp. 35-39.
- Llamas M.R.** (1997). “Consideraciones sobre la sequía del 1991-1995 en España”. Revista Ingeniería del Agua, vol. 4, No. 1 (marzo), pp. 39-49. Madrid. España.
- Llamas M.R.** (1999). “La inserción de las aguas subterráneas en los sistemas de gestión integrada”. Boletín Geológico y Minero, vol. 110, No 4, pp. 9-25. Madrid. España.
- Llamas M.R.** (2001). “Cuestiones éticas en relación con la gestión del agua en España”. Discurso de ingreso en la Real Academia de Doctores. Edit. Real Academia de Doctores. Madrid. España, pp.1-102.
- Llamas M.R.** (2002). “Aguas subterráneas y desarrollo humano”. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 93, No. 1, pp.1-6. Madrid. España.
- Más C.** (2004). “Ciencia y política del cambio climático: la sequía en Las Tunas: retos, oportunidades y estrategias”. Memorias del Taller Nacional Adaptación al Cambio Climático, Las Tunas, Cuba, pp.1-24.
- Morales C.** (2006). “Comunicación personal”. Delegación INRH, Pinar del Río, Cuba, abril 5.
- Romero Z.** (2007). “Estudio hidrogeológico y ambiental del área occidental de la Llanura Sur de Pinar del Río (Sector Pinar del Río – Los Palacios)”. Informe Técnico del Proyecto 0241, Archivo INRH, Pinar del Río, Cuba, pp. 1-10.
- Peláez R. y González N.A.** (1994). “Regionalización hidrogeológica para la provincia Pinar del Río, escala 1:250 000”. Memorias II Congreso Cubano de Geología y Minería. Taller de Hidrogeología y Carso, Santiago de Cuba, Cuba, pp.1-10.
- Peláez R. y González N.A.** (2005). “El empleo conjunto de las aguas superficiales y subterráneas en la mitigación de los impactos de la sequía. Caso de estudio: provincia Pinar del Río, Cuba”. V Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. I Simposio Manejo de Recursos Hídricos, 4-8 julio, Habana, Cuba, pp.1-12.
- Sauquillo A.** (1991). “La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas en la mitigación de los efectos de las sequías”. Rev. de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, Tomo LXXXV, Cuaderno 2 y 3. Madrid. España, pp.10.