

# EMPLEO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CIUDAD DE PINAR DEL RÍO CON EL PROPÓSITO DE ABASTECIMIENTOS HUMANOS DE EMERGENCIA Y AGRICULTURA ORGÁNICA

Nelson A. González Cabrera <sup>(1-2)</sup>, Roberto Peláez García <sup>(2-3)</sup>

(1) Centro de Inv. Serv. Amb. ECOVIDA – CITMA, E-mail: nelson @ecovida.pinar.cu

(2) Dpto. De Geología UPR,

(3) Empresa Geominera Pinar MINBAS

## RESUMEN

La Ciudad de Pinar del Río posee un área de 90 km<sup>2</sup> con 139 336 habitantes. Ocupa el séptimo lugar entre las capitales provinciales del país. Como resultado de los impactos provocados por eventos climatológicos extremos, el abastecimiento de agua a la ciudad capital sufre afectaciones que son suplidas por captaciones (pozos) ubicados tanto en el área urbana como peri-urbana inmediata. Además existen 32 organopónicos con un área bruta de 67 027 m<sup>2</sup>, donde se cultivan unas 17 especies y variedades según la estación del año (primavera o invierno), que emplean para el riego aguas subterráneas captadas en las propias áreas de cultivo. En la actualidad se encuentran en explotación con distintos regímenes (continuo- esporádico- emergente) más de 40 captaciones con profundidades que varían desde los 20 a 45 m y diámetros entre las 10 y 12 pulgadas. Los niveles de agua se ubican a profundidades entre 5 y 20 m. De forma general estos pozos se explotan con caudales que oscilan entre 5 y 10 l/s con sistemas de elevación instalados (bombas) del tipo sumergibles que emplean como energía la electricidad. Las rocas carbonatadas carsificadas del Neógeno están distribuidas debajo de la ciudad y sus alrededores cubiertas por una delgada capa de sedimentos Cuaternarios, el espesor del acuífero oscila entre los primeros metros y 200-250 m. Existen casos de pozos que se explotan desde principios del siglo pasado y aun siguen activos. Debe considerarse que este acuífero podrá asumir el suministro de agua para una población mucho mayor que la actual. Según los muestreos realizados, las características físico químicas de las aguas subterráneas promediadas para el área de la ciudad se corresponden con mineralización total de entre 0,3- 0,5 g/l del tipo bicarbonatado – cálcicas. Se tendrá presente que la explotación del agua subterránea en las ciudades y su entorno sigue generalmente una evolución que pasa por tres etapas, desde la explotación inicial intensiva, con abandono de muchos pozos con el decursar de los años, hasta llegar al aprovechamiento sostenible o durable.

**Palabras clave:** aguas subterráneas, abastecimientos, zonas urbanas, hidrogeología, ciudades.

## ABSTRAC

Pinar del Rio city has an area of 90 km<sup>2</sup> with 139 336 inhabitants. It occupies the seventh place among the provincial cities of the country. As the result of the impacts provoked by the extreme climatic events, the water supply in the city is affected and this problem is solving by means of the use of collectings (wells) located either in the urban area or in the peri - urban area close to the centre. Besides there are 32 vegetable fields with a total area of 67 027m<sup>2</sup> where are cultivated about 17 species and varieties depend on the year season (spring or winter) that employ underground water for irrigation, and they are collecting in the proper area of irrigation. Now they are in exploitation with different patterns (constant – sporadic - emergent) about 40 collectings with a deep of 20 to 45 metres and diameters of 10 to 12 inches. The levels of water are located in the depth of 5 to 20 metres. In general, these wells are exploited with volumes of flow which oscillate between 5 to 10 l/s with submersible electric pumps. Neogene carbonate karsified rocks are located below the city and are surrounded by a thin layer of quaternary sediments, the aquifer thickness oscillates between the firsts meters and 200-250 m. There are some wells that are exploited from the first years of the last century and still they are active. It should be taking into account that this aquifer can supply a greater population than the present one. According to the made samplings, the average of physical – chemical characteristics of underground water in this area have a correspondence with a total mineralization between 0,3- 0,5 g/l of bicarbonate – calcic type. It is very important that exploitation of underground water in the cities and their environment, generally, follows an evolution which has three phases, from the initial intensive exploitation, the abandon of a lot of wells during the years, until the sustainable exploitation.

**Key words:** underground water, supplies, urban zones, hydrogeology, cities.

## **INTRODUCCION**

El agua es un elemento básico para la salud humana, además lo es también para muchas actividades económicas y resulta crucial para la salud de la naturaleza. Los usos urbanos del agua son, por lo general, sólo una pequeña fracción de los usos totales del agua, Gleick (1993). La Hidrogeología Urbana trata del conocimiento del flujo del agua subterránea y de la recarga, uso y calidad del agua, gestión y repercusiones en el ámbito de la Ingeniería Geológica en relación con los acuíferos bajo áreas urbanizadas y en sus alrededores, Custodio (2004).

Puede considerarse al Siglo XX como el siglo de mayor desarrollo demográfico en zonas urbanas, pues no tiene precedentes en la historia de la Humanidad. Para la Ciudad de Pinar del Río este desarrollo y aumento de la población fue más acentuado a partir de la década de 1960. En la actualidad esta ciudad posee un área de unos 90 km<sup>2</sup>, con una población de 139 336 habitantes, Censo Nacional (2002). El abastecimiento de agua está soportado por el recurso hídrico subterráneo, que es captado en un campo de pozos a unos 12 km al sur de la zona urbana. Se conoce que existen en distintos puntos de la ciudad pozos excavados o perforados que fueron empleados para el abastecimiento de agua de los pobladores desde la fundación de la ciudad; en estos momentos al menos conocemos de uno de esos pozos que se explota con un gasto de 10 l/s ubicado en el Reparto Raúl Sánchez, que en épocas de afectaciones del suministro de agua por eventos meteorológicos extremos se emplea para el llenado de pipas, la construcción del pozo data del año 1920 aproximadamente según comunicación de los residentes más viejos del lugar. Este pozo presenta una buena calidad en el agua en la tabla adjunta aparece la información de este pozo. Existen otros pozos en diferentes lugares de la ciudad equipados con sistemas de elevación que funcionan con varios tipos de energías (eléctrica, diesel, manual) según se exploten de forma continua, esporádico o emergente, construidos en épocas recientes entre 10 y 20 años atrás. Algunos pozos como los ubicados en el Reparto Hnos. Cruz y 10 de octubre se emplean para abastecimiento de refuerzo es decir conectados a la red de servicios.

Con el propósito de obtener hortalizas y vegetales y condimentos frescos se han desarrollado la Granjas Urbanas y con ellas Los Organopónicos que para todos los casos emplean aguas subterráneas captadas en las propias áreas. En total se cuenta con 32 organopónicos que comprenden un área bruta de 67 027 m<sup>2</sup> donde se cultivan más de 17 especies según se esté en época de primavera o invierno.

Las aguas subterráneas se captan del acuífero carbonatado carnificado del Neógeno, Fm. Paso Real que está cubierto tanto en el área urbana como periurbana inmediata por una capa de poco espesor de arcillas, arenas arcillosas y arcillosas arenosas de las Fms. Cuaternarias Guevara y Guane. Conocemos que existen otros sectores desprovistos de esta protección y donde las aguas pueden estar altamente contaminadas por ello en estos lugares hay que considerarse la protección de las captaciones con los sellos sanitarios correspondientes. En algunos pozos de la ciudad se les aplica solamente una desinfección preventiva por cloración.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La Ciudad de Pinar del Río está situada a unos 150 km al occidente de la Habana en dirección oeste según se muestra en la Figura 1.

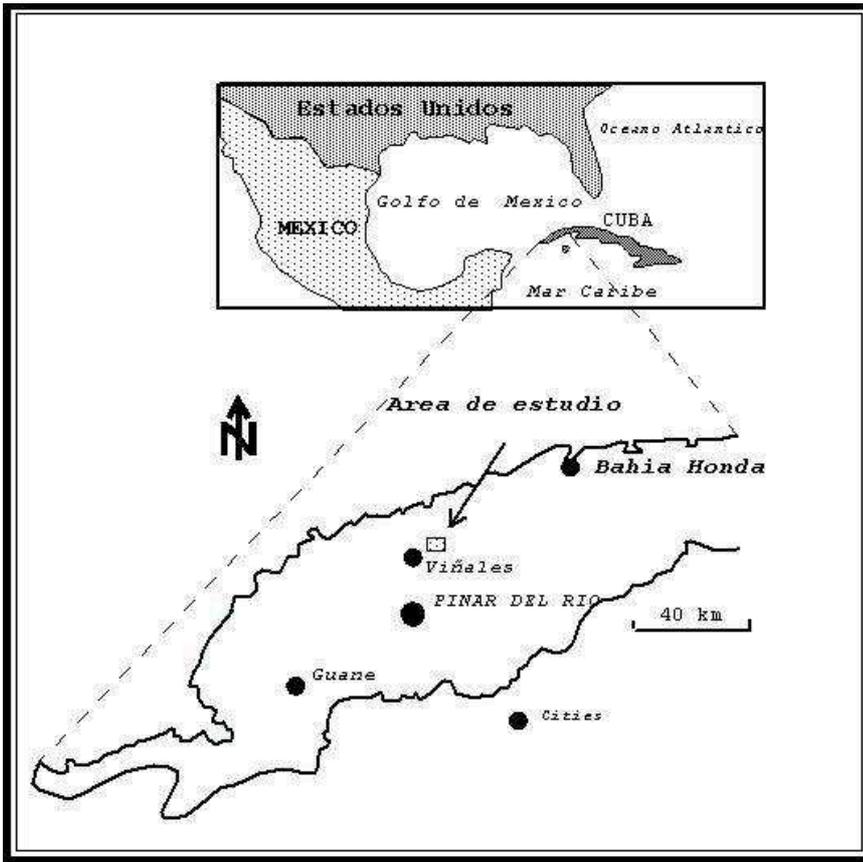


Figura 1. Mapa de Ubicación Geográfica.

Para el trabajo fue utilizado el Mapa Geológico escala 1:50 000 de Dobal M. et. al. (1988), donde muestra que la ciudad se encuentra desarrollada fundamentalmente sobre 2 capas geológicas: los depósitos del Paleógeno Formación Capdevila al norte y la del Neógeno Formación Paso Real al sur. Desde el punto de vista hidrogeológico la primera funciona como un estrato impermeable regional y la segunda como el acuífero fundamental.

El Inventario de Pozos Urbanos realizado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y con el apoyo nuestro nos reveló que existen dentro de la ciudad aproximadamente 46 pozos que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Muestra resumida de los pozos y parámetros empleados en el análisis

No	Nombre del Pozo	Coordenadas		NE (m)	Prof (m)	Diámetro (m)	Q (L/s)	Calidad (Agua)	Uso
		X	Y						
1	RG-161-Ac. Llamazares	223000	288600	8.21	45	0.48	8.0	Buena	Acueducto
2	RG-164 -Calero-3	224140	291810	13.38	45	0.25	8.0	Buena	Acueducto
3	RG- 172-Ac. Central	224280	292550	14.22	31	0.30		Buena	Acueducto
4	RG-174 -Calero-2	224200	290800	10.93	45	0.40	10.0	Buena	Acueducto
5	RA-43-Transporte Agropecuario			14.90	45	0.40	6.0	Buena	Acueducto
6	RA-98- Conchita Puente	226105	294200	6.03	45	0.40	6.0	Buena	Acueducto
7	RG-1-Cívico	223900	292250	9.46	30	0.30	4.0	Buena	Abasto Talleres
8	RG-30-Industria Materiales No. 7	222800	287970	8.90	40	0.30	6.0	Se desconoce	
9	RG- 180 -Planta Hielo	223110	288000	8.90	47	0.40	9.0	Buena	Abasto Planta de Hielo
10	RG- 187- Prefabricado	220850	286500	16.82	26	0.40	6.0	Buena	Industrial

La tabla I muestra de forma resumida las características de los pozos, coordenadas, profundidades, niveles de agua, caudales, y otros. Especialmente el estado del agua que se extrae del acuífero, que como puede verse, no es tan grave pues a pesar de que algunas calidades se desconocen aún, otras son buenas y en menor grado malas.

En general todas estas aguas desde el punto de vista hidroquímico y considerando tanto las empleadas para riego como las de abastecimiento humano son del tipo bicarbonatos cálcicas con una mineralización que oscila entre 0,3 y 0,5 g/L. En relación con la parte sanitaria los muestreos bacteriológicos y los análisis muestran la contaminación orgánica en los lugares más contaminados que puede resolverse con la cloración preventiva del agua antes de ofrecerla para esos servicios.

Es recomendable tomar en cuenta las medidas sanitarias pertinentes cuando estas aguas se destinen al riego de hortalizas y vegetales frescos en los organopónicos y granjas urbanas.

Las pruebas de bombeo de algunos de los pozos indican que los parámetros que caracterizan el acuífero son bastante heterogéneos dado a que es cársico pero se pueden enmarcar por rangos, la conductividad hidráulica varía de 1 a 15 m/día, la transmisividad de 100 a 150 m<sup>2</sup>/día y el coeficiente de almacenamiento de 0,03 a 0.05 lo que significa que el acuífero es libre generalmente. Esta área de recarga recibe aproximadamente una parte de las lluvias que caen en una cantidad de 1200-1300 mm/año que se dirige hacia el sur para alimentar la parte más amplia del acuífero hasta su descarga en el Mar Caribe.

## RESULTADOS

Como resultado final de la interpretación de estos se elaboró un Mapa Hidrogeológico con la yacencia del nivel de agua, direcciones principales de los flujos de agua, acompañado de un mapa con la posición de todos los pozos esto representa una primera aproximación del estado actual de las aguas subterráneas bajo la ciudad de Pinar del Río y sus alrededores.

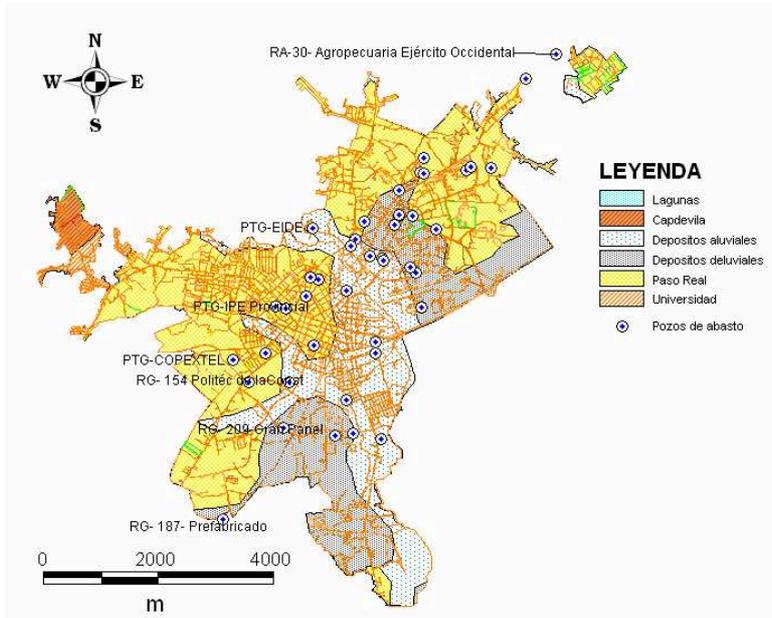


Figura 2. Mapa con la ubicación de los pozos

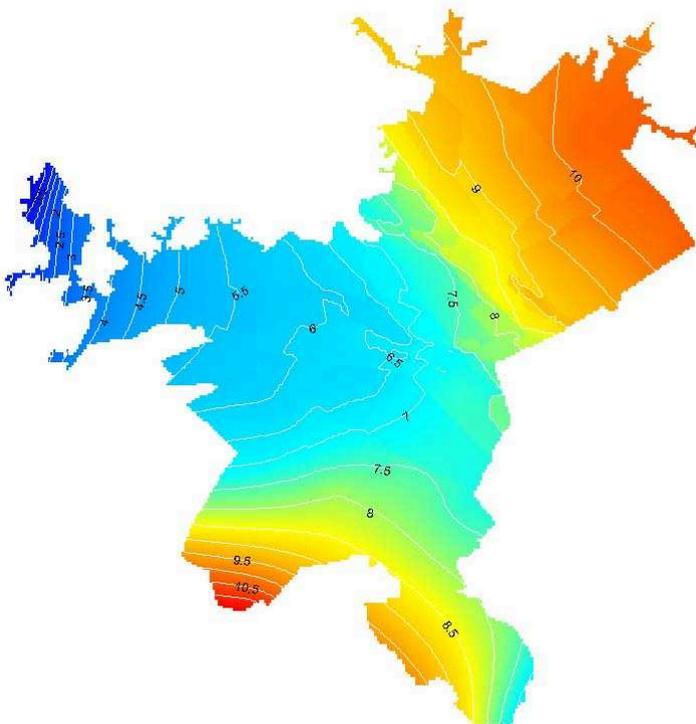


Figura 3. Mapa de hidroisohipsas.

Se abre una puerta más hacia el aprovechamiento óptimo de las aguas subterráneas en la ciudad para desarrollar planes de ordenación territorial teniendo en cuenta por ejemplo el no utilizar más las aguas potables previamente tratadas y bombeadas de unos 12 km de distancia por su valor económico y energético si contamos con estas en los lugares donde son necesarias y no precisan de los tratamientos.

Entonces, como señalan distintos autores, Custodio (2004), Garrido y Azcón (2007), González y Peláez (2007); la calidad actual del agua subterránea, o lo que es igual, el estado actual hidrogeológico de un área urbana definida, es en gran medida el resultado acumulado de las actividades que se han realizado desde el pasado en esos lugares y su entorno. Es decir, un reflejo del desarrollo de esa urbanización, de la evolución en el tiempo de la masa humana, así como de la eficacia al aplicar políticas globales de protección ambiental y medidas de remediación.

## **CONCLUSIONES**

Las urbanizaciones ejercen numerosas influencias y alteraciones sobre las aguas subterráneas infrayacentes esto es más acentuado cuando se trata de acuíferos cársicos.

Los ahorros económicos y energéticos son bastante altos cuando la ciudad está muy alejada de los campos de pozos para el el abastecimiento de agua.

Las áreas del subsuelo de las ciudades conforman un laberinto e intrincada red de túneles , zanjas, cimientos, pérdidas de redes, ocasionan serias alteraciones en los depósitos geológicos y causan variaciones en la calidad y cantidad de agua, y defectos en las construcciones, además alteran el proceso de recarga.

## **RECOMENDACIONES**

Sería recomendable perforar pozos en entidades grandes consumidoras de agua (servicentros, riego y limpieza de parques, limpieza de calles, entre otros) con el propósito de emplear aguas contaminadas de estos lugares y no hacer uso de las aguas potables para ellos.

Debe existir una revisión periódica con vistas a observar, proteger y evaluar el estado técnico de las captaciones y las instalaciones anexas.

Si se perforan pozos para el abastecimiento de agua de consumo humano hay que tener en cuenta los sellos sanitarios para evitar la entrada de contaminantes al agua bombeada.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se ha realizado tomando como base datos y resultados obtenidos del Proyecto 0241 Estudio Hidrogeológico Ambiental del Sistema Acuífero Confinado Sur de Pinar del Río auspiciado por la Unidad de Ciencia y Técnica del Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente. Además se agradece la facilidad brindada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en cuanto a datos de pozos y la Empresa Geominera de Pinar del Río en lo referido a la geología.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Censo Nacional Demográfico. 2002.

Custodio, G..E., 2004. Hidrogeología Urbana: una nueva rama de la ciencia hidrogeológica. Boletín Geológico y Minero, 115, No. Especial. Madrid, España: 283-288.

Dobal, M., 1988. Levantamiento Geológico escala 1:50 000 de la parte central de la Provincia Pinar del Río. Archivo ONRM. Ciudad Habana.

Garrido, S.E.A. y A. Azcón. G de A., 2007. Problemática asociada a la explotación de las aguas subterráneas en el casco urbano de Zaragoza. Jornada Las Aguas Subterráneas en España ante las directivas Europeas: retos y perspectivas. Santiago de Compostela 7-9 de noviembre. España: 143-149.

González, C.N., R. Peláez, 2007. El empleo conjunto de aguas superficiales y subterráneas en la mitigación de los impactos de las sequías. Experiencias en la Llanura Sur de Pinar del Río, Cuba. Convención Internacional de Geografía Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial. Universidad de la Habana. Septiembre 25-28.: 1005-1015.

Gleick, P.H., (ed). 1993. Water in Crisis. A Guide to the World's Fresh Waters Resources. Oxford University Press: 443.