

# voluntad **HIDRAULICA**

ÓRGANO OFICIAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Humboldt No. 106 esq. a calle P. Vegado. Municipio Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba. CP 10400.

Correo de Contacto: [revistahidraulica@hidro.gob.cu](mailto:revistahidraulica@hidro.gob.cu). Revista Trimestral.

La Habana, Abril-Junio, 2017/Nº. 120/ISSN 0505-9461

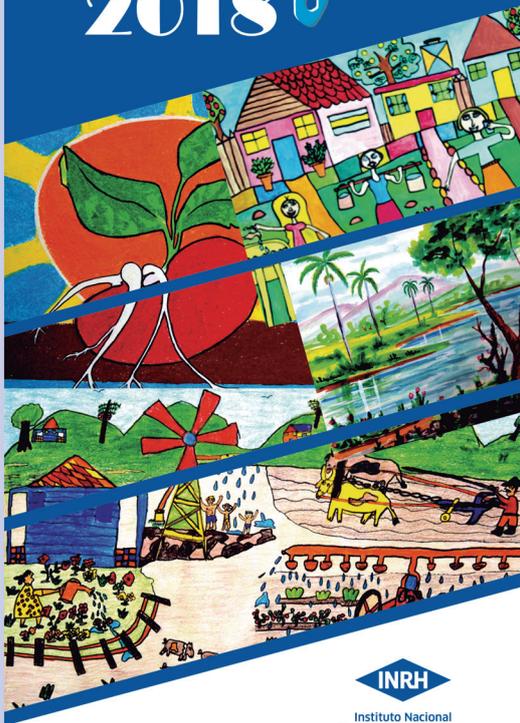


 **MAYO**

**INRH**

**INSTITUTO NACIONAL  
DE RECURSOS HIDRÁULICOS**

# XX Concurso Nacional infantil y adolescente Trazaguas 2018



**INRH**  
Instituto Nacional  
de Recursos Hidráulicos  
REPÚBLICA DE CUBA



**Agua Amiga**  
de las niñas y los niños

**unicef** 



## Listado de los premiados XVIII Trazaguas por provincia (marzo 2016)

### Pinar del Río

- 1 Leandro Martínez Mirabal 9 años, 4to grado / Mención plástica (9 - 11)
- 2 Daniel Padrón Díaz 13 años, 8vo grado / Premio plástica (12- 14)

### La Habana

- 1 Dario Alfonso Urrutia 11 años, 6to grado / Premio poesía (9 - 11)
- 2 Roxana Reyes García 13 años, 8vo grado / Premio poesía (12 - 14)
- 3 Yennifer Reyes Licea 13 años, 8vo grado / Mención poesía (12 - 14)
- 4 Diego Gejo Céspedes 9 años, 4to grado / Premio plástica (9 - 11)
- 5 Ellen Chiong Loredo 9 años, 4to grado / Mención plástica (9-11)
- 6 María Karla Díaz Domínguez 9 años, 4to grado / Mención Audiovisual (9-11)
- 7 Giselle Caballero Medina 8 años, 3er grado / Premio Fotografía (5 - 8)
- 8 Marcos Gabriel Cordero Martínez 7 años, 2do grado / Premio Fotografía (5 - 8)
- 9 Carlos Manuel Greenup Díaz 9 años, 4to grado / Premio Fotografía (9-11)
- 10 Dairon Barroso 10 años / Mención Juego Didáctico (9-11)

### Matanzas

- 1 Melisza Palau Díaz 10 años, 5to grado / Mención cuento (9-11)
- 2 Yulién Reyes Betancourt 10 años, 5to grado / Mención cuento (9-11)
- 3 Chelsea Otero León, 8 año, 3er grado / Premio plástica (5 - 8)
- 4 Gabriela Martel Matos 5 años, preescolar / Mención plástica (5 - 8)
- 5 Rebeca Rodríguez Alonso 9 años, 4to grado / Mención plástica (9 - 11)
- 6 Rangel Padrón Reyes 14 años, 9no grado / Mención plástica (12-14)
- 7 Kevin Hernández Rodríguez 5 años, preescolar / Premio especial de plástica de la Brigada José Martí
- 8 Melisza Palau Díaz 10 años, 5to grado / Mención Juego Didáctico (9-11)
- 9 Rachel Ranier Ruíz Torres 18 años / Premio Juego Didáctico (15-18)

### Villa Clara

- 1 César Alejandro González Alegret, 10 años, 5to grado / Premio Cuento (9-11)
- 2 Cynthia González Castro 10 años, 5to grado / Premio poesía (9-11)
- 3 Cinthia Machado Acosta 10 años 5to grado / Mención poesía (9-11)
- 4 Yalit de la Caridad González Santos 11 años 6to grado / Mención poesía (9-11)
- 5 Roxany Linares Rojas 13 años, 8vo grado / Premio poesía (12 - 14)
- 6 Marc Anthony Carbonell Valdés, 16 años, 10mo grado / Mención poesía (15-18)
- 7 Briayan Guirola Peraza 8 años 3er grado (4to) / Premio plástica (5-8)
- 8 Keiler Pérez Montero 8 años, 3er grado / Mención plástica (5 - 8)
- 9 Alejandro Pelegrín Gregorio 10 años, 4to grado / Premio especial de plástica PC Pensando en Nos-otros
- 10 Arlettis Mora del Valle 8 años / Mención Juego Didáctico
- 11 Brayan Alejandro Rodríguez Consuegra 8 años / Mención Juego Didáctico

### Sancti Spiritus

- 1 Kenna García Quintanal 10 años, 5to grado / Premio cuento (9-11)
- 2 Lien Aurora Acosta Arteaga, 12 años, 7mo grado / Mención cuento (12-14)
- 3 Dianneyis Cruz Jacomino 11 años, 6to grado / Premio poesía (9-11)
- 4 Emily Santos Cárdenas 11 años. 6to grado / Mención poesía (9 - 11)
- 5 Dalena Ochoa Torres 13 años, 8vo grado / Premio poesía (12 - 14)

- 6 Dianny Lys Rodríguez Salazar 12 años 7mo grado / Mención poesía (12 -14)
- 7 Karla Marrero Fernández 14 años, 9no grado / Mención poesía (12 -14)
- 8 Luis Ariel Ramos Soca, 13 años, 8vo grado / Premio plástica (12 - 14)
- 9 Jessica Elaine Trujillo Roca 15 años, 10 Grado / Premio plástica (15 -18)
- 10 Roxana Astencio Rivero 12 años 7mo grado / Mención Historieta (12 -14)

### Ciego de Ávila

- 1 Lianelkis Palmero Veloz, 16 años, 11no grado / Mención cuento (15 - 18)
- 2 Mayelín Acosta Acosta, 12 años, 7mo grado / Premio especial de Poesía

### Camagüey

- 1 José Enrique Domínguez Grau, 12 años, 7mo grado / Mención cuento (12 - 14)
- 2 Yohana Pino Noguera, 17 años. 12 grado / Premio cuento (15 - 18)
- 3 José Angel Domínguez Jiménez, 16 años, 11no grado / Premio cuento (15-18)
- 4 Alejandro Villavicencio Cabrera, 18 años / Premio cuento (15-18)
- 5 Mélani Garit Cabrera, 16 años, 11no grado / Mención cuento (15 - 18)
- 6 Ainelys Tamayo Nápoles 18 años / Premio poesía (15 - 18)
- 7 Daniel Cabrera Vidal 16 años / Mención poesía (15-18)
- 8 Alejandro Villavicencio Cabrera 18 años / Mención poesía (15-18)
- 9 Amelí Caballero López 5 años, preescolar / Premio plástica (5-8)
- 10 María Carla Luque Garcés 5 años, preescolar / Mención plástica (5-8)
- 11 Evelín Rodríguez Duran 11años, 6to grado / Premio plástica (9 - 11)
- 12 Daniela Figueredo López 14 años, 9no grado / Mención plástica (12 -14)
- 13 Leidys Mariam Elías Sánchez 9 años / Premio especial de Plástica
- 14 Julier Alvarez Gil, 16 años 11no grado / Premio de Historieta (15 -18)

### Holguín

- 1 Isabel Pérez Bedia, 10 años, 5to grado / Premio cuento (9-11)
- 2 Manuel Alejandro González Calzadilla, 4to grado / Premio de cuento a niños de escuelas NEE (Enseñanza Especial)
- 3 Jorge Luis Batista Almaguer / Premio especial de cuento
- 4 Lazaro Yasel González Fernández 14 años, 8vo grado / Mención plástica (12 - 14)
- 5 Cristian Javier Marrero Cruz 16 años 11no grado / Premio plástica (15 -18)
- 6 Elizabeth de la Caridad Matos Leyva 15 años 10mo grado / Premio plástica (15 - 18)

### Granma

- 1 Gil Brayan Cuba Fajardo 10 años, 5to grado / Premio plástica (9 - 11)
- 2 Susana González Figueredo 9 años / Premio Juegos Didácticos (9 - 11)
- 3 Lianet Pérez Arzuaga 12 años / Mención Juegos Didácticos (12 -14)

### Santiago de Cuba

- 1 Randy Pupo Fis 13 años, 8vo grado / Premio plástica (12 -14)
- 2 David Ortiz Alcántara 16 años, 9no grado / Premio de plástica a niños de escuelas NEE (Enseñanza Especial)
- 3 Camila Jeréz Ochoa 14 años / Premio Juegos Didácticos (12 -14)

### Guantánamo

- 1 Leidis Magela Duvergel Laborde 11 años / Mención cuento (9-11)
- 2 Ailén Cervantes Correa 13 años, 8vo grado / Mención cuento (12 -14)
- 3 Lídice Bueno Jay 15 años, 9no grado / Premio de poesía a niños de escuelas NEE (Enseñanza Especial)

La Habana, Cuba  
Año 55 de la Revista, Abril-Junio, 2017

**ISSN 0505-9461**

La revista **Voluntad HIDRÁULICA** es una publicación periódica de carácter informativo con periodicidad trimestral. Posee el ISSN 0505-9461. Funge como el órgano oficial informativo del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba. La Revista se enfoca en el Manejo Racional de los Recursos Hídricos, la Ingeniería Hidráulica y otras disciplinas afines a este campo de la ciencia.

Está dirigida a investigadores, científicos, doctores en ciencias, ingenieros, másteres, técnicos, especialistas y trabajadores en general del área de los Recursos Hidráulicos y sus disciplinas afines, o a todas las instituciones que estén interesadas en el manejo racional de los Recursos Hídricos en Cuba y en otros países del mundo.

Objetivos de la revista  
**Voluntad HIDRÁULICA:**

1. Divulgar informaciones y resultados de trabajos generados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
2. Informar acerca de las últimas novedades en diversos tópicos relativos al manejo de los Recursos Hidráulicos.
3. Sensibilizar y desarrollar una cultura, mediante la información publicada en la revista, sobre el uso racional del recurso agua.

## **EDITORIAL | 3**

### **CIENTÍFICO TÉCNICO**

- *Gestión hídrica por cuencas hidrográficas/ Tec. José Cristóbal Pérez Álvarez y Ing. Yunaisy Rodríguez Correa | 5*
- *Diseño hidráulico de la faja forestal en llanuras de inundación de ríos y arroyos en la cuenca hidrográfica/ Carlos Alberto Luaces Socarras | 12*
- *Estudio de peligro vulnerabilidad y riesgo de las fuentes que abastecen la ciudad cabecera de Ciego de Ávila ante la contaminación/ Rafael González-Abreu Fernández y Idalberto Portelles Domínguez | 17*

### **NOVEDADES**

- *Robots sobre los campos de Cuba, ¿un proyecto que despega? | 24*

### **COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**

- *1ro de Mayo | 30*
- *XV Encuentro de Observadores Voluntarios de la lluvia | 36*
- *Honor, a quien honor merece | 38*

### **De esos héroes anónimos nuestros...**

- *Ferrer: uno de los imprescindibles de la Hidráulica cubana | 41*
- *Resultados de la gestión de riesgos de desastres. Antecedentes | 45*

### **Qué dice la prensa...**

- *Cuba no se queda de brazos cruzados ante la sequía | 59*
- *Adversidad que une voluntades | 68*
- *Normas para la presentación de trabajos | 69*

## CONSEJO EDITORIAL



**DIRECTOR** | Ing. Abel Salas García



**EDITOR EJECUTIVO** | Lic. Annalie Hernández Navarro



**EDITOR ASOCIADO** | Ing. Ana Lydia Hernández González

## CONSEJO TÉCNICO EVALUADOR



Dr. Juan  
Fagundo Castillo



Dr. Eduardo  
Velasco Davis



Ing. Alfredo  
Álvarez Rodríguez



Dr. Jorge Mario  
García Fernández



Ing. Amneris  
Carreras Rodríguez



Ing. Alberto  
Porto Varona

Israel de Jesus Zaldivar Pedroso | **DISOÑADOR GRÁFICO**

### **Dirección Institucional de la revista:**

**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS  
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN  
Y LA TECNOLOGÍA**

Humboldt No. 106 esq. a calle P. Vedado,  
municipio Plaza de la Revolución.  
La Habana, Cuba. CP 10400

Teléfonos: 7 836 5571 al 79 (pizarra) ext. 178

Correo de contacto: [revistahidraulica@hidro.gob.cu](mailto:revistahidraulica@hidro.gob.cu)

# *EDITORIAL*



# GESTIÓN HÍDRICA POR CUENCAS HIDROGRÁFICAS<sup>1</sup>

## RESUMEN

A partir de enero de 2016 se implementó en el país la gestión hídrica tomando como referente las cuencas hidrográficas, lo cual hasta este momento se limitaba a las ocho cuencas de interés nacional, aquellas que por su tamaño o trascendencia socio – económica, ambiental o de su preservación fueron priorizadas y que en el caso de nuestra provincia solo compartíamos información con las provincias de Cienfuegos y Sancti Spíritus en lo relacionado con las cuencas Zaza y Habanilla ambas de interés nacional y atendidas por esos territorios.

Ello implicó la desagregación del Balance de Agua tanto en lo relacionado con la planificación como su control tomando como referencia las cuencas seleccionadas, en nuestro caso las dos más importantes Sagua la Grande y Sagua la Chica, así como el territorio de un grupo de cuencas cuyos ríos principales nacen en nuestra provincia y se comparten con las vecinas en este caso Cienfuegos, Sancti Espíritus y Matanzas a las cuales tributamos la información correspondiente de manera sistemática.

La gestión hídrica de las cuencas es un paso más hacia la *gestión integrada de esta unidad hidrológica y fue necesario precisar los recursos hídricos potenciales y explotables así como las infraestructuras de explotación y usuarios lo cual requirió de un minucioso trabajo sobre todo en lo referido a la zona limítrofe de las cuencas donde no siempre existe coincidencia con las cuencas subterráneas ni están claramente definidos sobre el terreno los parte aguas para el deslinde de los usuarios, cultivos y explotación del recurso hídrico.*

*En el presente trabajo solo se exponen los resúmenes de la información recopilada o elaborada atendiendo a lo voluminoso de la misma particularmente en lo referido a la relación de usuarios, sus demandas de agua, niveles de actividad, fuentes vinculadas, resultados económicos, así como de los mecanismos de control establecidos.*

*Hay que señalar que la gestión hídrica en la provincia se realizaba por Zonas de Explotación vinculadas a la división político - administrativa en este caso Municipios y Complejos Hidráulicos por lo que se requirió una revisión de esta estructura con adecuación a Cuencas Hidrográficas.*

<sup>1</sup> Autor: Tec. José Cristóbal Pérez Álvarez; Director Gestión de los Recursos Hídricos. Coautor: Ing. Yunaisy Rodríguez Correa, Adiestrada. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Villa Clara.

## INTRODUCCIÓN

### Cuenca Hidrográfica:

*Fracción espacial formada por un río y un área colectora de las aguas, comprende además recursos naturales y socioeconómicos que ejercen una interrelación dinámica entre todos, constituyendo un núcleo integrador y una unidad por excelencia, para la gestión integrada.*

Sin embargo, la cuenca hidrográfica no debe manejarse exclusivamente desde el punto de vista hidrológico. Se necesita un mayor entendimiento de la dinámica integral de las cuencas, cambiar visiones sectoriales y compartimentadas de corto plazo, e ir paulatinamente hacia un enfoque integral que asegure la sostenibilidad a largo plazo.

Las cuencas hidrográficas están sometidas a un intenso impacto, no todos beneficiosos en términos de su sostenibilidad. En ellas se dan simultáneamente todos los impactos y fenómenos negativos, en ellas ocurren múltiples factores desequilibrantes que generan complicaciones causa-efecto y que, además, se desarrollan de manera acumulativa y sinérgica.

Por ejemplo, si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas.

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. **No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica.**

**a) Por su tamaño geográfico:** Las cuencas hidrográficas pueden ser grandes, medianas o pequeñas. De allí que, en cuanto a tamaño y complejidad, los conceptos de pequeñas cuencas o micro cuencas, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico.

**b) Por su Ecosistema:** Según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural, así tenemos, las cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas húmedas y cuencas frías.

**c) Por su Objetivo:** Por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse: hidroenergéticas, para agua poblacional, agua para riego, agua para navegación, ganaderas, hortícolas, municipales y de uso múltiple.

El **sistema de la cuenca hidrográfica**, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

**a) Biológico**, que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.

**b) Físico**, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).

**c) Económico**, integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).

**d) Social**, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal. **Funciones de las cuencas hidrográficas.**

### Funciones económicas

- productos silvoagropecuarios.
- producción de agua con fines hidroeléctricos y de riego.
- generación de agua potable.
- producción industrial.

### Funciones ecológicas

- hábitat.
- paisaje y recreación.
- biodiversidad.
- conservación de suelos y aguas.
- regulación del ciclo hidrológico.

### Funciones sociales

- bienes y servicios a la comunidad.
- producción de alimentos.
- patrimonio cultural.
- unidad territorial.

### Problemas asociados al manejo de cuencas hidrográficas



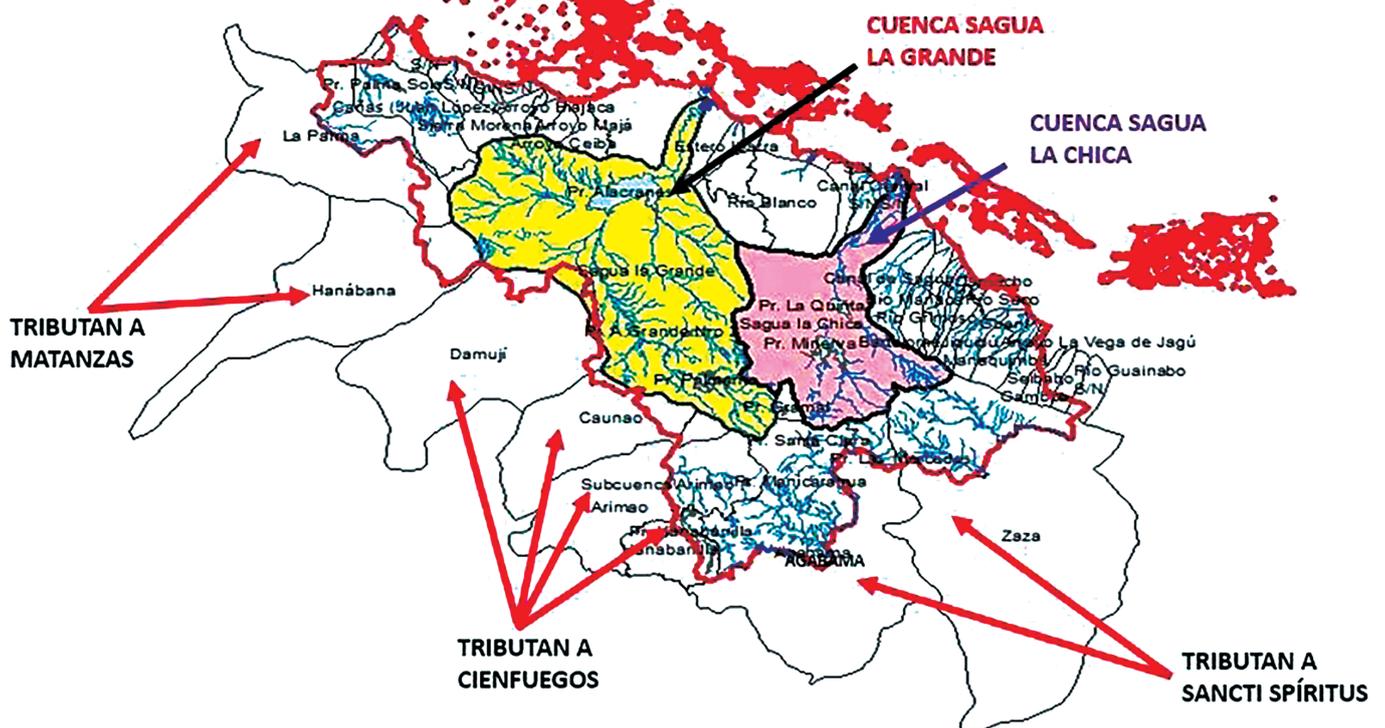


## ZONAS DE EXPLOTACIÓN

Para la gestión del Balance de Agua por cuencas fue necesario la desagregación del Balance de Agua tanto en lo relacionado con la planificación como su control tomando como referencia las cuencas seleccionadas, en nuestro caso las tres más importantes Sagua la Grande, Sagua la Chica y Cañas así como el territorio de un grupo de cuencas cuyos ríos principales nacen en nuestra provincia y se comparten con las vecinas en este caso Cienfuegos, Sancti Spíritus y Matanzas a las cuales tributamos la información correspondiente de manera sistemática todo lo cual se puede apreciar en el siguiente esquema.

### Cuencas de la provincia y cuencas compartidas con otras provincias

#### PRINCIPALES CUENCAS DE LA PROVINCIA DE VILLA CLARA



La delimitación de las cuencas requirió de un minucioso trabajo de precisión del parte aguas, de los usuarios y de las infraestructuras para la explotación hídrica.

También fue necesario revisar los recursos explotables de las aguas subterráneas donde no existía coincidencia del límite de la cuenca superficial con los sectores hidrogeológicos.

En el caso de la zona limítrofe de las cuencas fue necesario en algunos casos auxiliarse de trabajo de campo pues no siempre los mapas y fotos satelitales permitieron un correcto deslinde de los usuarios, cultivos y explotación del recurso hídrico.

### Mapa con la nueva estructura administrativa de Zonas de Explotación atendiendo a los límites de las cuencas hidrográficas



La concepción de las nuevas Zonas de Explotación incluyen no únicamente la gestión de una cuenca superficial o parte de la misma sino también los territorios que conforman varias pequeñas cuencas que tributan directamente al mar como es el caso de la zona costera del norte de la provincia y donde se encuentran las formaciones cársicas con el mayor potencial de agua subterránea y la llanura costera con 56 000 ha de sistemas de riego por gravedad donde es utilizado la mayor parte del agua superficial regulada por los embalses de las tres principales cuencas de la vertiente norte *Sagua la Grande*, *Sagua la Chica* y *Cañas*.

En el caso de la Zona *Sagua la Grande-Jiquiabo* gestiona además la parte de la cuenca *Hanabana* que está en *Villa Clara*. De igual modo la Zona *Cañas-La Palma* gestiona ambas cuencas. La Zona *Dolores-Pavón* es de agua subterránea solamente.

En todos los casos se controlan por cada Zona de Explotación, de manera diferenciada cada cuenca superficial o subterránea que no tengan vínculo entre sí denominada como **Resto**.

Complejo hidráulico	Zona de explotación	Cuenca hidrológica
SUR	Zaza	Zaza
	Agabama	Agabama
	Arimao	Arimao
	Hanabanilla	Hanabanilla
	Caunao	Caunao
	S. la Grande-Palmarito	Sagua la Grande
SAGUA LA CHICA	Dolores-Pavón	Resto
	S. la Chica-Minerva	S. la Chica
	S. la Chica-La Quinta	S. la Chica
	S. la Chica-Pavón	S. la Chica
	S. la Chica-Pavón	Sagua la Grande
	S. la Chica-Pavón	Resto
SAGUA LA GRANDE	Cañas-La Palma	Cañas
	Cañas-La Palma	La Palma
	Cañas-La Palma	Resto
	S. la Grande-Jiquiabo	Sagua la Grande
	S. la Grande-Jiquiabo	Hanabana
	Zacatecas	Sagua la Grande
	Zacatecas	Resto
	S. la Grande-Alacranes	Sagua la Grande
	S. la Grande-Alacranes	Resto
	Yabú	Sagua la Grande
Maguaraya	Sagua la Grande	

La gestión hídrica de las cuencas es un paso más hacia la *gestión integrada de esta unidad hidrológica* y fue necesario precisar el recurso fundamental que es el agua.

Los recursos hídricos potenciales y explotables tanto de las aguas superficiales como subterráneas se tomaron del **Esquema del Aprovechamiento Hidráulico hasta el año 2000**.

Para las cuencas de los ríos Sagua la Grande, Sagua la Chica y Cañas fueron utilizados los **Estudios Hidrológicos actualizados en el 2015** con sus correspondientes hidroeconomías.

Los recursos explotables del agua subterránea corresponden al **Mapa Hidrogeológico Regional actualizado en 1990**.

Fueron revisados y actualizados los inventarios de Micropresas con el Minag y Azcuba así como el de los tranques.

Se evaluó el aprovechamiento del escurrimiento no regulado a partir de los estudios realizados por la EIPH – VC.

Fue necesario revisar la toponimia de la red hidrográfica a partir de las modificaciones introducidas durante los últimos años por los usuarios en cuanto a los nombres de algunos ríos y arroyos en las demandas del Balance de Agua y que no fueron rectificadas oportunamente.

#### Análisis del recurso agua por sus categorías (De estudios)

CUENCA	Recurso hídrico potencial	Recurso hídrico aprovechable	Recurso hídrico disponible	Disponible superficial total	Disponible superficial regulada INRH	Disponible superficial regulada otros	Disponible superficial no regulada	Recurso explotable o disponible subterránea
	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>
	1	2	3=4+8	4=5+6+7	5	6	7	8
Sagua la Grande	767.722	647.658	557.358	414.200	378.900	21.300	14.000	143.158
S. la Chica	375.395	342.245	265.445	210.050	194.790	9.860	5.400	55.395
Zaza	186,481	108.841	36.341	7.780	2.780	2.950	2.050	28.561
Agabama	246,221	62.020	62.020	34.799	25.290	7.590	1.919	27.221
Hanabanilla	128.500	128.500	128.500	128.500	128.500	0.000	0.000	0.000
Arimao	91,512	31.050	17.650	7.532	3.800	0.000	3.732	10.118
Caunao	50,691	8.670	8.670	2.255	0.000	1.355	0.900	6.415
Damuji	19.187	1.746	1.746	0.000	0.000	0.000	0.000	1.746
Hanabana	61,017	22.137	22.137	0.000	0.000	0.000	0.000	22.137
Cañas	92.356	76.668	76.668	48.662	47.862	0.000	0.800	28.006
La Palma	81,664	55.983	55.983	0.000	0.000	0.000	0.000	55.983
Resto	191.084	191.084	191.084	4.980	0.000	2,930	2,050	186.104
Provincia	2291,830	1676,602	1423,602	858,758	781,922	45,985	30,851	564,844

Los recursos hídricos aprovechables tienen incluidos toda la infraestructura de embalses que está en el Esquema y no se ha construido aun en Villa Clara. En el caso de los potenciales se refiere al total para las tres cuencas dentro de la provincia y para las compartidas solo la parte de la cuenca que está en nuestro territorio ya que su máximo potencial y aprovechamiento está en el territorio de las provincias donde dichos ríos se incorporan al mar y poseen la mayor parte de las mismas.

La gestión del Balance de Agua 2017 ya fue implementado a partir del diseño realizado para cada una de las cuencas donde se prevé la gestión integral que incluye:

- Red de calidad de las aguas. (muestreos de fuentes y certificación de vertimientos)
- Red de observación del ciclo hidrológico.
- Implementación de Zonas de Protección Sanitaria de fuentes de abasto.
- Redes hidrométricas para la medición del agua en conducciones abiertas y cerradas.

#### Por pronóstico recurso hídrico utilizable en el 2017 (Balance de Agua)

CUENCA	Utilizable total	Utilizable superficial total	Utilizable superficial regulada INRH	Utilizable superficial regulada otros	Utilizable superficial no regulada	Utilizable subterránea
	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>
	1=2+6	2=3+4+5	3	4	5	6
Sagua la Grande	304,663	274,964	257,145	5,328	12,491	29,699
Sagua la Chica	148,625	142,711	134,757	0,202	7,752	5,914
Zaza	4,652	3,154	0,126	0,000	3,028	1,498
Agabama	13,453	12,863	9,302	0,507	3,054	0,590
Hanabanilla	76,414	76,414	76,086	0,000	0,328	0,000
Arimao	9,726	9,301	3,398	0,000	5,903	0,425
Caunao	0,526	0,417	0,000	0,005	0,412	0,109
Damuji	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Hanabana	14,043	0,000	0,000	0,000	0,000	14,043
Cañas	10,581	7,496	6,902	0,000	0,594	3,085
La Palma	6,546	0,182	0,000	0,000	0,182	6,364
Resto	56,178	0,936	0,000	0,000	0,936	55,242
Provincia	645,407	528,438	487,716	6,042	34,680	116,969

Aunque no está explícito en el trabajo, a partir de la **Demanda de Agua** que es inherente a toda la actividad social y económica se accede a un importante registro de información que incluye usuarios, infraestructuras, actividades, niveles de ejecución, sistemas de tratamiento, vertimientos de residuales, producciones asociadas que se ejecutan en la cuenca a partir del uso de su recurso principal que es el agua.

## CONCLUSIONES

- La cuenca hidrográfica es la unidad básica funcional y ámbito de aplicación de los programas y planes de manejo integral de los recursos naturales (agua, suelo y cultivos) en su vínculo con el desarrollo económico y social.
- El manejo de una cuenca es una manera de ordenar el territorio y por tanto una forma de lograr un desarrollo socioeconómico equilibrado y el uso racional de los recursos naturales.
- El recurso más importante controlado en la cuenca es el agua.
- La cuenca hidrográfica es la unidad primaria de planificación y control del agua y por tanto la gestión técnico - administrativa requiere y es imprescindible que se adecue a esta forma de manejo atendiendo a los postulados para su gestión integral.

## RECOMENDACIONES

- Adecuar los registros históricos de todas las actividades, así como la documentación de la infraestructura a la gestión por cuencas hidrográficas según la nueva estructura de Zonas de Explotación creadas.
- Revisar los límites de las cuencas en los formatos shp en uso por el personal técnico de la provincia pues presentan desviaciones significativas en algunas partes que al menos para nuestro trabajo requiere un mayor nivel de precisión.
- Elaborar, programar y ejecutar los planes de capacitación del personal vinculado a la gestión de los recursos hídricos en las Zonas de Explotación con un enfoque a la gestión integral por cuencas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Manejo integrado de cuencas. Dr. Dueñas García Ricardo.
- Experiencia cubana en la gestión de cuencas. Dr.
- García Fernández Jorge Mario.
- Mapa hidrogeológico regional. EIPH – VC.
- Actualización Hidrológica Cuenca Sagua la Chica. EIPH – VC 2002.
- Actualización Hidrológica Cuenca Sagua la Grande. EIPH – VC 2002.
- Indicaciones Gestión B. de Agua por Cuencas. INRH enero 2016.
- Esquema de la provincia Villa Clara hasta el año 2000. EIPH – VC
- Balances de Agua 2016 y 2017. EAH-VC. 

# DISEÑO HIDRÁULICO DE LA FAJA FORESTAL EN LLANURAS DE INUNDACIÓN DE RÍOS Y ARROYOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se presenta un algoritmo de cálculo para el diseño de la faja forestal en los cauces naturales considerando las variables que intervienen en el movimiento del agua y la gestión integrada de los recursos naturales de la zona, en especial las llanuras de inundación y su interrelación con la faja forestal. Se realiza un ejemplo y se demuestra la validez de la propuesta.

## PALABRAS CLAVES:

Faja forestal, Reforestación, on Manning, Coeficiente de rigidez, Flujo sumergido, Parcialmente sumergido, Densidad de plantas, Avenidas, Cauces naturales, Cuenca y Llanura de inundación.

## INTRODUCCIÓN

Al estudiar la vegetación en los cauces naturales, ríos y canales siempre lo hacemos con el enfoque de ver su influencia sobre las características del movimiento del agua en la sección hidráulica y su efecto más directo en el coeficiente de retardo en de Manning.

Sin embargo, estos cauces naturales son las venas del movimiento del agua en la cuenca hidrográfica y su gestión integral con el resto de los recursos naturales nos permite obtener un conjunto de beneficios Heidi (2012) entre los que se pueden enumerar:

- El desarrollo de un amplio servicio a ecosistemas y biodiversidad.
- La remoción de nutrientes presentes en el agua como nitrógeno, fósforo, otros.
- La incorporación de oxígeno y nutrientes al agua.
- El desarrollo de diferentes hábitats a través de la heterogeneidad de la velocidad en el cauce.
- Se reduce la erosión y mitiga los efectos de las avenidas e inundaciones.

Por ello en este trabajo abordaremos la presencia de la vegetación en los cauces naturales a partir de definir una faja forestal y al utilizar las ecuaciones básicas de la resistencia al flujo para obtener los mayores beneficios de todos los recursos naturales.

<sup>1</sup> Carlos Alberto Luaces Socarras, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba. E-mail: carlos.socarras@hidro.gob.cu

## Planteamiento de problema hidráulico

Los primeros estudios sobre el tema hidráulico en las llanuras de inundación y riveras se realizaron a finales de la década del 30 y principio del 40 donde se empezaba a buscar una expresión para el cálculo de la  $n$  de Manning, el caudal o la velocidad, Chow (1959).

Chow (1959) estudia la influencia de un grupo de parámetros en el valor de la  $n$ . Posteriormente Kouwen y Unny, D.M. Temple, S. F. Shah, hasta Kao y Barfiel, Hunter Rouse *et al.*, trabajan la modelación de vegetación con materiales artificiales, según plantea Reza *et al* (1988) y Velasco *et al* (2000), estudia el efecto de la rugosidad flexible en lechos.

León (2000) después de valorar estudios anteriores plantea que en todos los casos la geometría de la sección, el tipo de vegetación, su flexibilidad, si está sumergida o no, etc. influyen en el valor de la  $n$  de Manning y con ello en la determinación de la velocidad en el cauce. También se debe considerar las divisiones a realizar en la sección para el cálculo de la velocidad y del propio valor de  $n$ .

En el caso de la sección compuesta las ecuaciones se pueden ajustar por subsecciones o considerar el cauce como uno sólo como plantea Habit *et al.* (2008) y también cuando la profundidad en el cauce es despreciable respecto a su ancho total se puede considerar al tirante igual al radio hidráulico.

Sin embargo, en los finales de la década del 90 Freeman (1996, 1997 y 2000), Rahmeyer (1996 y 1998), Derrick y Copeland (1996) estudian esta interacción y publican en Internet su trabajo final sobre la estimación del valor de  $n$  en las llanuras de inundación de secciones.

naturales con arbustos y árboles, presentan además las ecuaciones de  $n$  para cada subsección o para el cauce completo. Este trabajo según el au-

tor es el estudio más completo que existe sobre el tema, por lo que sus ecuaciones serán la base que sustenten al siguiente trabajo.

Según Freeman las ecuaciones que relacionan el coeficiente  $n$  y la velocidad con los parámetros de la vegetación en los cauces naturales depende de la relación que presente el nivel del agua respecto a la altura de la vegetación como se muestra en la siguiente figura, dividiendo entonces el tema en:

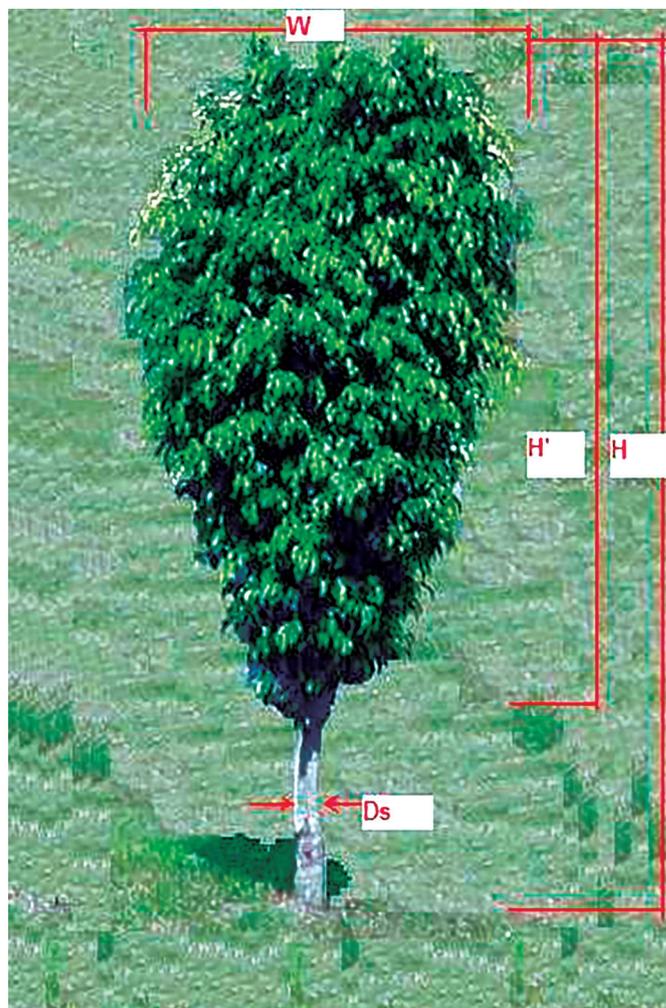


Figura 1. Dimensiones de la planta para el flujo sumergido.

*Flujo sumergido* cuando la profundidad del agua es superior al 80% de la altura de las plantas.

$$n = 0.183 \left( \frac{E_s A_s}{\rho A_i} \right)^{0.183} (MA_i)^{0.273} \left( \frac{H}{y} \right)^{0.243} \left( \frac{v}{R_h} \right)^{0.115} \left( \frac{1}{V^*} \right)^{1.481} R_h^{2/3} S_o^{1/2} \dots(1)$$

$$u = 5.468 \left( \frac{\rho A_i}{E_s A_s} \right)^{0.183} \left( \frac{1}{MA_i} \right)^{0.273} \left( \frac{y}{H} \right)^{0.243} \left( \frac{R_h}{v} \right)^{0.115} (V^*)^{1.481} \dots(2)$$

*Flujo parcialmente sumergido* cuando la profundidad del agua es menor del 80% de la altura de las plantas.

$$n = 9.159 \times 10^{-5} \left( \frac{E_s A_s}{\rho A_i^*} \right)^{0.207} (MA_i^*)^{0.0547} \left( \frac{R_h}{v} \right)^{0.490} \left( \frac{1}{V^*} \right)^{0.924} R_h^{2/3} S_o^{1/2} \dots(3)$$

$$u = 1.092 \times 10^4 \left( \frac{\rho A_i^*}{E_s A_s} \right)^{0.207} \left( \frac{1}{M A_i^*} \right)^{0.0547} \left( \frac{v}{R_h} \right)^{0.490} (V^*)^{0.924} \dots (4)$$

Y también se deben emplear algunas funciones explícitas como:

$$A_i^* = [y - (H - H')] W \dots (5)$$

$$V^* = \sqrt{g R_h S_o} \dots (6)$$

$$H_{m\acute{a}x} = y + B_l \dots (7)$$

De este grupo de ecuaciones se puede ver que en los primeros dos términos para las ecuaciones del flujo sumergido y los dos primeros del flujo parcialmente sumergido se encuentran los parámetros de las plantas a reforestar y estando los mismo variando a lo largo de la vida de las plantas el resto de los parámetros que tienen que ver con las características hidráulica del cauce.

### Elementos de la faja forestal

Al intervenir en las ecuaciones del movimiento del agua los parámetros de las plantas existentes en el cauce y aplicando las regulaciones establecidas para las mismas según lo indicado en la ley forestal y su reglamento en Cuba (1999), da lugar a la definición de la faja forestal y con ello las plantas a sembrar, siempre a partir de la integración de los estudios hidrológicos y la sostenibilidad de la faja forestal.

En el propio documento legal en el capítulo IV De las fajas forestales, se definen al igual que en la NC 93-01-206 las dimensiones mínimas del ancho de las fajas forestales en los cauces, como por ejemplo, para los ríos principales 20 metros en ambas márgenes medidas en proyección horizontal a partir del nivel del cauce normal, valores estos que serán siempre valores iniciales y en los que intervienen también la definición de la planta o plantas, su marco de siembra, el follaje y su periodo de madurez.

Otro elemento a tener presente es el Módulo de rigidez de las plantas los que se pueden determinar por estudios en el laboratorio, por ecuaciones aproximadas u estudios anteriores realizados como aparece en Manual técnico de la construcción (1966) del Ministerio de la Construcción en Cuba, al igual que en Luaces (2015) sobre la influencia de la reforestación sobre las llanuras de inundación.

### Propuesta de algoritmo de cálculo

Considerando los elementos anteriores sobre los parámetros hidráulicos del cauce y los parámetros

de la faja forestal y aplicando las ecuaciones anteriores podemos plantearnos los siguientes algoritmos de cálculos para flujo sumergido y parcialmente sumergido.

#### CASO: Flujo Sumergido

1. Datos (Q, Talud, b, S<sub>o</sub>, H<sub>máx</sub>, ε)
2. Datos preliminares de la faja forestal (ancho, E<sub>s</sub>, H, H', D<sub>s</sub>, W, Tipo Planta, área marco siembra, etc.)
3. Proponer un valor de y<sub>o</sub>, se recomienda y<sub>o</sub>=0.8H
4. Calcular A, P y R
5. Calcular la velocidad por continuidad V<sub>c</sub>=Q/A
6. Calcular la velocidad (V<sub>veg</sub>) por la fórmula 2
7. Comparar si V<sub>c</sub>=ε\*V<sub>veg</sub>
8. Respuesta NO. Aumentar el valor de y<sub>o</sub> y repetir los pasos del 3 al 6
9. Respuesta SI. Calcular n<sub>veg</sub> por la fórmula 1
10. Comprobar el resultado aplicando Manning con n<sub>veg</sub>.
11. Definir los valores finales del diseño.

#### CASO: Flujo Parcialmente sumergido

1. Datos (Q, Talud, b, S<sub>o</sub>, H<sub>máx</sub>, )
2. Datos preliminares de la faja forestal (ancho, E<sub>s</sub>, H, H', D<sub>s</sub>, W, Tipo Planta, área marco siembra, etc.)
3. Proponer un valor de y<sub>o</sub>, se recomienda y<sub>o</sub>=1.1\*(H- H')
4. Calcular A, P y R
5. Calcular la velocidad por continuidad V<sub>c</sub>=Q/A
6. Calcular la velocidad (V<sub>veg</sub>) por la fórmula 4

7. Comparar si  $V_c = \varepsilon \cdot V_{veg}$
8. Respuesta NO. Aumentar el valor de  $\varepsilon$  y repetir los pasos del 3 al 6
9. Respuesta SI. Calcular  $n_{veg}$  por la fórmula 3
10. Comprobar el resultado aplicando Manning con  $n_{veg}$ .
11. Definir los valores finales del diseño.

### Ejemplo de diseño

En el municipio de Cotorro, en la provincia La Habana se quiere diseñar la faja forestal del río

Almendrares a partir de la siguiente información. El caudal máximo de la avenida para el 20% de probabilidad es de 10 m<sup>3</sup>/s, el cauce tiene forma trapezoidal con un talud natural igual a 1:1,5 con ancho de fondo de 70 m, su profundidad máxima es de 3 m, la pendiente del fondo es 0.0001% y se quieren sembrar plantas de cedro a ambos lados del cauce hasta cubrir toda la llanura de inundación, ya que la misma servirá en un futuro como madera para el desarrollo de la localidad y con ello se quiere rescatar el bosque de galería del río con su ecosistema así como evitar la erosión y mitigación de las inundaciones en las poblaciones aguas debajo de la zona.

### CASO: Flujo Parcialmente sumergido

$y_o$	A	P	R	$V_c$	$V_{veg}$	e	$n_{veg}$
1,10	78,82	73,97	1,07	0,13	0,15	-0,025	0,069
1,15	82,48	74,15	1,11	0,12	0,14	-0,015	0,079
1,20	86,16	74,33	1,16	0,12	0,13	-0,011	0,087
1,25	89,84	74,51	1,21	0,11	0,12	-0,008	0,095
1,30	93,54	74,69	1,25	0,11	0,11	-0,007	0,102
1,35	97,23	74,87	1,30	0,10	0,11	-0,006	0,109
<b>1,40</b>	<b>100,94</b>	<b>75,05</b>	<b>1,35</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,116</b>
1,45	104,65	75,23	1,39	0,10	0,10	-0,006	0,122
1,50	108,38	75,41	1,44	0,09	0,10	-0,007	0,129

Del ejemplo podemos determinar que las plantas de cedro con el marco de siembra establecido y en toda la llanura de inundación permite lograr los objetivos cumplidos alcanzándose una  $n$  de Manning de 0,116 y una velocidad media del agua en el cauce de 0,11 m/s valor este que facilita la sedimentación y el retardo del flujo en la zona de la faja forestal.

### CONCLUSIONES

1. Se ha presentado un grupo de ecuaciones que permiten analizar la interacción de los parámetros hidráulicos de un cauce con los de la faja forestal a desarrollar o existente en las llanuras de inundación de los cauces
2. El análisis de estas ecuaciones y las consideraciones prácticas de las fajas forestales nos permiten diseñar las mismas a partir de una gestión integrada de todos los recursos naturales.
3. Se presentan los algoritmos para el diseño de las fajas forestales a partir de valores iniciales del tipo de planta a emplear y su comportamiento en la llanura de inundación.
4. Por último, se presenta un ejemplo de cálculo validando el algoritmo de trabajo propuesto.

### Simbología empleada

$E_s$  → Módulo de rigidez de las plantas

$\rho$  → Densidad del agua

$H'$  → Altura de la copa de los árboles

$W$ → Ancho de la copa de los árboles	$V_{veg}$ → El valor de la velocidad aplicando la fórmula $2$ o $4$
$H$ → Altura de los árboles	$V_c$ → El valor de la velocidad aplicando la ecuación de continuidad
$\nu$ → Viscosidad cinemática del agua	$Q$ → Caudal
$D_s$ → Diámetro de las plantas a $\frac{1}{4}$ de $H$	$A$ → Área de la sección transversal al flujo
$M$ → Número de plantas por metro cuadrado	$P$ → Perímetro mojado
$R_h$ → Radio hidráulico de la sección	$R$ → Radio hidráulico
$S_o$ → Pendiente del cauce	$H_{m\acute{a}x}$ → Profundidad máxima del cauce
$A_s$ → Área del tronco de la planta para una altura de $H/4$	$b$ → Ancho fondo del cauce
$A_i$ → Área de las hojas que se oponen al flujo del agua: $A_i = H'X_w$	$S_o$ → Pendiente del cauce
$\varepsilon$ → El valor del error propuesto	$y$ → Profundidad del agua en el cauce
$n_{veg}$ → El valor de la $n$ de Manning por la fórmula 1 o 3	$y_o$ → Profundidad inicial para iniciar cálculos

## BIBLIOGRAFÍAS

1. Freeman, G. E., et al., (2000), "Manning's n values for floodplains with shrubs and woody vegetation", USA.
2. Freeman, G. E., et al., (1997), "Analysis and prediction of stiffness modulus for selected plants", Army Corps of Engineers Waterways Experiment station, Vicksburg, MS 39180, USA.
3. Freeman, G. E. et al., (1996), "Vegetative roughness in flood control channels", ASCE, USA.
4. Rahmeyer, W., (1998), "Flow resistance due to vegetation in compound channels and floodplains", Utah State University, Logan, USA.
5. Rahmeyer, W, and David Werth., (1996), "The study of the resistance and stability of vegetation ecosystem plant groupings in flood control channels", Utah State University, Logan, USA.
6. León Méndez, A., (2000), "Hidráulica de las conducciones libres", tomo I, La Habana, Cuba.
7. León Méndez, A., (2000), "Hidráulica de las conducciones libres", tomo II, La Habana, Cuba.
8. Luaces, C. A., (2015), "El exponente de ajuste de la sección para el diseño de canales hidráulicos", XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, La Habana, Cuba.
9. Luaces, C. A., (2015), "Incidencia de la reforestación de las riveras y llanuras de inundación con los parámetros hidráulicos del cauce", XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, La Habana, Cuba.
10. Reza, A. K. M y Shigeyoshi Suzuki., (1988), "Flor retardance in open channels due to artificial flexible vegetation", Irrigation Engineering and Rural Planning, No 13, USA.
11. Habib, A. y Manel E., (2008), "Lateral momentum transfer effects in the modelling of unsteady flows in compound channels", Journal Hydrolys Hydromechanics, No 56.
12. Nepf, Heidi M., (2012), "Hydrodynamics of vegetated channels", Journal of Hydraulic Research, Vol. 50, No 3.
13. Ven Te Chow., (1959), "Open channel hydraulic", McGraw-Hill, New York.
14. Velasco, D., et al., (2000), "Estudio teórico y experimental de la Resistencia al flujo y caracterización turbulenta de rugosidad flexible en lechos", XX Congreso Latinoamericano de Hidráulica, La Habana, Cuba.
15. Ley forestal, su reglamento y contravenciones., (1999), Impreso por Servigraf, La Habana, Cuba.
16. Manual técnico de la construcción, (1966), tomo I, Ministerio de la construcción, La Habana, Cuba. 

# ESTUDIO DE PELIGRO VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS FUENTES QUE ABASTECEN LA CIUDAD CABECERA DE CIEGO DE ÁVILA ANTE LA CONTAMINACIÓN<sup>1</sup>

## RESUMEN

La importancia del agua subterránea tanto para el abasto humano como para el desarrollo agrícola e industrial es incuestionable, pero esta no es tomada en cuenta muchas veces para el mantenimiento de la calidad natural del recurso. Pocos países como el nuestro tienen políticas o estrategias que van dirigidas a proteger el agua subterránea ante la contaminación y la sobreexplotación. Sobre la base de esta realidad es que se realiza el presente estudio, cuyo objetivo fundamental es que sirva de herramienta para preservar el manto acuífero que se encuentra enclavado dentro del territorio y que tributa a nuestras fuentes. Para ello se procedió a procesar toda la información necesaria con que se contaba para la obtención de los mapas temáticos de grado o índice de vulnerabilidad y de peligro. Para la determinación de la vulnerabilidad existen varios métodos, en este caso se utilizó el DRASTIC por ser el método más integral puesto que trabaja con mayor número de variables y para el peligro se evaluó la cantidad de focos altamente contaminantes existentes en cada Municipio. En el caso del riesgo se utilizó una matriz de doble entrada atendiendo a que el mismo es directamente proporcional a la vulnerabilidad y al peligro. Como resultado final se pudo comprobar que las fuentes que abastecen la ciudad cabecera de la provincia se encuentran en una zona de alta vulnerabilidad y alto peligro y por ende presentan un alto riesgo de ser contaminadas.

**Palabras clave:** peligro-vulnerabilidad-riesgo-contaminación-agua subterránea

## INTRODUCCIÓN

La importancia de las aguas subterráneas, tanto para el abastecimiento público como para la agricultura y la industria es incuestionable. El número de usuarios crece cada día, como consecuencia de la rápida urbanización y de la expansión económica que experimenta la provincia, así como de las relativas ventajas que presenta el uso de este recurso con relación al de las aguas superficiales producto a la fertilidad de nuestros acuíferos y a su calidad.

<sup>1</sup> Rafael González-Abreu Fernández, Idalberto Portelles Domínguez / Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Ave. Pedro Martínez Brito # 228 / 18 y Circunvalación Sur. Ciego de Ávila, Cuba, dtecnica5@eahcav.hidro.cu

Pero, si bien es absolutamente real la importancia que tienen las aguas subterráneas, la misma no es tomada muchas veces en consideración para el mantenimiento de su calidad natural. Pocos países como el nuestro poseen política que asegure la protección de ese recurso contra la contaminación y la sobre explotación, lo cual resulta agravado por el hecho de que en un acuífero seriamente contaminado nunca más podrá ser restablecida su calidad natural. (Hirata y Rebouças, 1996).

Sobre la base de esta realidad, es que se ha desarrollado el presente estudio, cuyo objetivo fundamental es que sirva como herramienta de protección para aquellos acuíferos que están enclavados dentro del territorio que tributa a nuestras fuentes, pues de no hacerse así puede ser inminente la pérdida del recurso y de las inversiones hechas en los mismos y para esto debe tenerse muy en cuenta que para una administración ambientalmente segura de las aguas subterráneas, la mejor práctica es proteger el recurso antes de su contaminación. (Hirata y Rebouças, 1996).

Una fuente de abasto está expuesta a disímiles riesgos dentro de los cuales los más significativos son:

- a) Huracanes e intensas lluvias.
- b) Sequías intensas.
- c) Sismos.
- d) Mal manejo del acuífero (sobrexplotación)
- e) Contaminación.
- f) Intrusión salina.

En el presente trabajo se analiza solamente un factor de riesgo que es la contaminación a que está siendo sometido el acuífero a través del vertimiento crudo de las aguas negras de los asentamientos urbanos, los vertimientos industriales, agrícolas y pecuarios en los últimos años.

Se han desarrollado diferentes técnicas para evaluar la vulnerabilidad natural de acuíferos. Las más conocidas son: DRASTIC (Aller et al 1987), GOD (Foster & Hirata 1988), SINTACS (Civita, 1990), AVI (Van Stempvoort, 1994).

En nuestro caso, para la evaluación de la Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos relacionados con las fuentes de abasto de la cabecera provincial utilizaremos el método DRASTIC, siendo éste un modelo empírico desarrollado por Aller et al (1987) para la Environmental Protection Agency, EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Cálculo de la vulnerabilidad a la contaminación*

Para la realización del mapa de Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos se utilizó como ya se dijo anteriormente la metodología DRASTIC, Aller et al, (1987). Es un método usado tanto para la cualificación como para la cartografía y se basa en la asignación de índices que van de 1 (mínima vulnerabilidad) a 10 (máxima vulnerabilidad), de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC:

- **D:** depth. Profundidad del agua subterránea.
- **R:** recharge. Recarga neta.
- **A:** aquifer. Litología del acuífero.
- **S:** soil. Tipo de suelo.
- **T:** topography. Topografía.
- **I:** impact. Naturaleza de la zona no saturada.
- **C:** hydraulic conductivity. Conductividad hidráulica del acuífero.

Además de la valoración de 1 a 10 que se da a cada parámetro se pondera su influencia dentro de la evaluación de la vulnerabilidad mediante la asignación de pesos de 1 a 5, que variarán según la importancia de la variable. Ambos índices se multiplican y se suman los siete resultados para obtener una valoración final, según se indica en la siguiente expresión:

$$\text{DRASTIC} = (D_r \cdot D_w) + (R_r \cdot R_w) + (A_r \cdot A_w) + (S_r \cdot S_w) + (T_r \cdot T_w) + (I_r \cdot I_w) + (C_r \cdot C_w)$$

Donde:

r: indica factor de clasificación o valoración

w: indica factor de ponderación

Para la determinación de la variable D (profundidad del acuífero), se procesarán estadísticamente las series de observaciones de los 100 pozos pertenecientes a la red básica de observación de las aguas subterráneas del INRH, que se encuentran ubicados en la cuenca geológica Morón y los 90 pozos pertenecientes a la cuenca Ciego, a través de las herramientas del paquete de Office EXCEL. Las series de observaciones están compuestas por datos de pozos de observación mensual (llamados de orden I) y datos de observaciones semestrales (de Orden II). Las series fueron homogeneizadas en una longitud de 29 años de registros sistemáticos.

La variable R (recarga), en la que se determina la lluvia efectiva que produce la recarga, se considera por parte de los autores de esta investigación y con experiencia en otros polígonos investigativos (González-Abreu y Vidal, 2006), utilizar la altura de la lámina infiltrada (W). Esta se determina multiplicando el coeficiente de almacenamiento ( $\mu$ ) por la altura de alimentación del acuífero ( $\Delta H$ ).

La altura de alimentación aparente del acuífero ( $\Delta H$ ) se determina por el método gráfico de Binderman, en los casos de los pozos de orden II (Semestral) se define como la diferencia de la altura máxima y la mínima entre 2 ( $(H_{max_i} - H_{min_i})/2$ ). Este procesamiento se obtuvo de la información de la base de datos de los 190 pozos antes mencionados.

El coeficiente de almacenamiento ( $\mu$ ) es adimensional, se refiere al volumen de agua que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico, toma valores diferentes según el tipo de acuífero.

Para la obtención del coeficiente de almacenamiento ( $\mu$ ) se procesaron los resultados de los aforos de 140 pozos, 76 de ellos pertenecientes a la red de observación del régimen de las aguas subterráneas del INRH. Los restantes 64 fueron tomados de estudios aislados realizados por la Empresa de Proyectos e investigaciones del INRH en Ciego de Ávila.

La conductividad hidráulica ( $k_v$ ) se tomó del resultado de los aforos aplicados a 140 calas geológicas de estudios aislados realizados por la Empresa de Proyectos e investigaciones del INRH en Ciego de Ávila, donde se tienen en cuenta los caudales y las características del medio poroso por donde se conduce el agua.

Para la cartografía de la zona vadosa o no saturada(I), se utilizó la información del proyecto Esquema Hidrogeológico Cuenca Ciego (Sector CA-II-1, CA-II-2 Y CA-II-3) realizado por la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Ciego de Ávila (específicamente mapa de espesor de cobertura y nivel medio de las aguas subterráneas) y se analizó conjuntamente con la caracterización litológica de las calas existentes en el área de estudio, utilizando la clasificación de DRASTIC para esta variable (Tabla I).

Para la litología del acuífero (A) se estudió la información de las calas existentes en el área de estudio conjuntamente con las características de las rocas que componen cada formación litológica a través del mapa Geológico Digital 1:100 000 de la provincia Ciego de Ávila y se agruparon según la

clasificación litológica del acuífero dada por DRASTIC en su metodología con una valoración para la formación del mapa temático de esta variable (Tabla II).

**Tabla I. Clasificación litológica de la zona vadosa ajustada a nuestra geología. Peso 5**

Litologías	Rango	
Calizas cársticas, metamórficas, humedales. (9-10)	9	
carbonatadas terrígenas (componente de arcilla) (6-8)	8	
terrígenas carbonatadas, margas (Componente de arcilla) (4-7)	6	
Arcillas (4-6)	5	

**Tabla II. Clasificación y valoración de la litología del acuífero ajustada a nuestra geología**

Litología del acuífero	Valoración $A_v$	Valor típico $A_t$
Secuencias de arenisca, caliza y lutitas	5-9	6
Arenisca masiva	4-9	
Caliza masiva	4-9	
Arena o grava	4-9	8
Caliza cárstica	9-10	10

Para la realización del mapa temático de suelos (S) se utilizó el mapa de suelos de la provincia Ciego de Ávila emitido por el Instituto de Suelos, Dirección Ciego de Ávila, perteneciente al Ministerio de la agricultura. A partir de este mapa se determinó según el espesor y el drenaje (espesor/drenaje), la resistencia hidráulica de cada tipo de suelo dándole una valoración según la metodología de DRASTIC adaptada a las condiciones de Cuba.

Espesor de los suelos representados en rangos del 1 al 6:

- 1: suelos con espesores mayores de 100 cm.
- 2: suelos con espesores entre 61 y 100 cm.
- 3: suelos con espesores entre 41 y 60 cm.
- 4: suelos con espesores entre 21 y 40 cm.
- 5: suelos con espesores entre 11 y 20 cm.
- 6: suelos con espesores menores de 10 cm.

Características del drenaje representado en rangos del 1 al 5:

- 1: suelos excesivamente drenados.
- 2: suelos bien drenados.
- 3: suelos drenados.
- 4: suelos mal drenados.
- 5: suelos muy mal drenados.

**Tabla III. Valoración de la resistencia hidráulica de los suelos**

Resistencia Hidráulica del Suelo	Valoración
2 - 6	10
1 - 2	6
0.6 - 1	3
0.2 - 0.6	1

### Cálculo del peligro a la contaminación

Para la determinación del peligro se tuvo en cuenta la carga contaminante dispuesta en el territorio donde está enclavada la fuente, por lo que se realizó un inventario de focos potenciales de generación de residuos peligrosos; se obtuvo el número de focos para cada uno de los municipios que conforman la provincia, asignando la clasificación en función del número de focos existentes, aunque se

tuvo en cuenta otro factor de vital importancia como la intrusión salina.

**Tabla IV. Rango de Peligro según cantidad de focos (Cabañas-Vargas et al. 2010)**

Rango	Valoración
0-40	Bajo
41-70	Media
71-100	Alto
101-150	Muy alto

### Cálculo del riesgo a la contaminación

La determinación del Riesgo no es más que la multiplicación del Peligro por la Vulnerabilidad ( $R=P*V$ ) y en este trabajo se utiliza para el cálculo, la Matriz doble entrada (Van-Westen 1997, Jiménez- Madrid et. Al. 2011)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

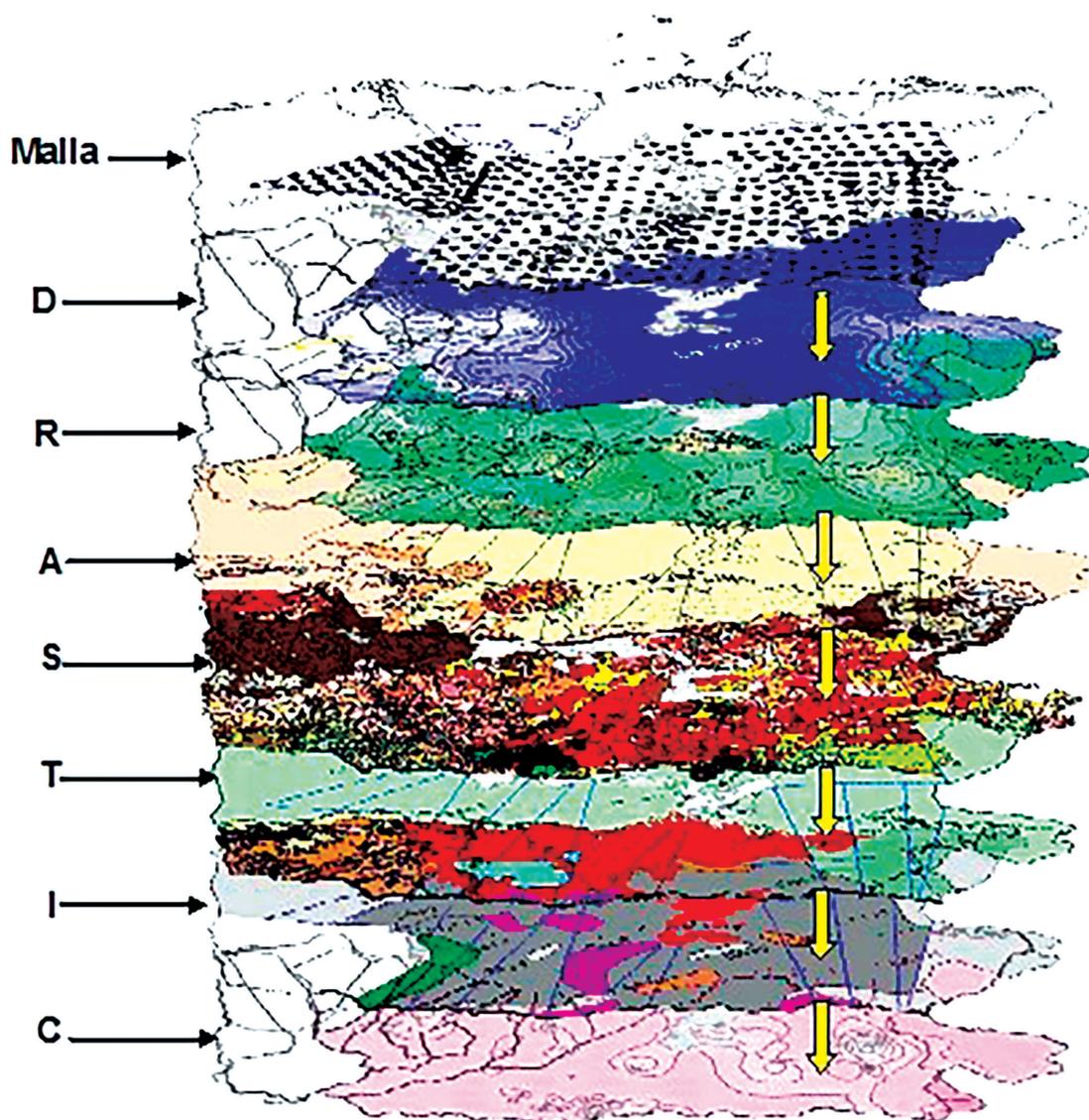


Figura 1. Combinación de las variables según el método DRASTIC Cuenca Morón

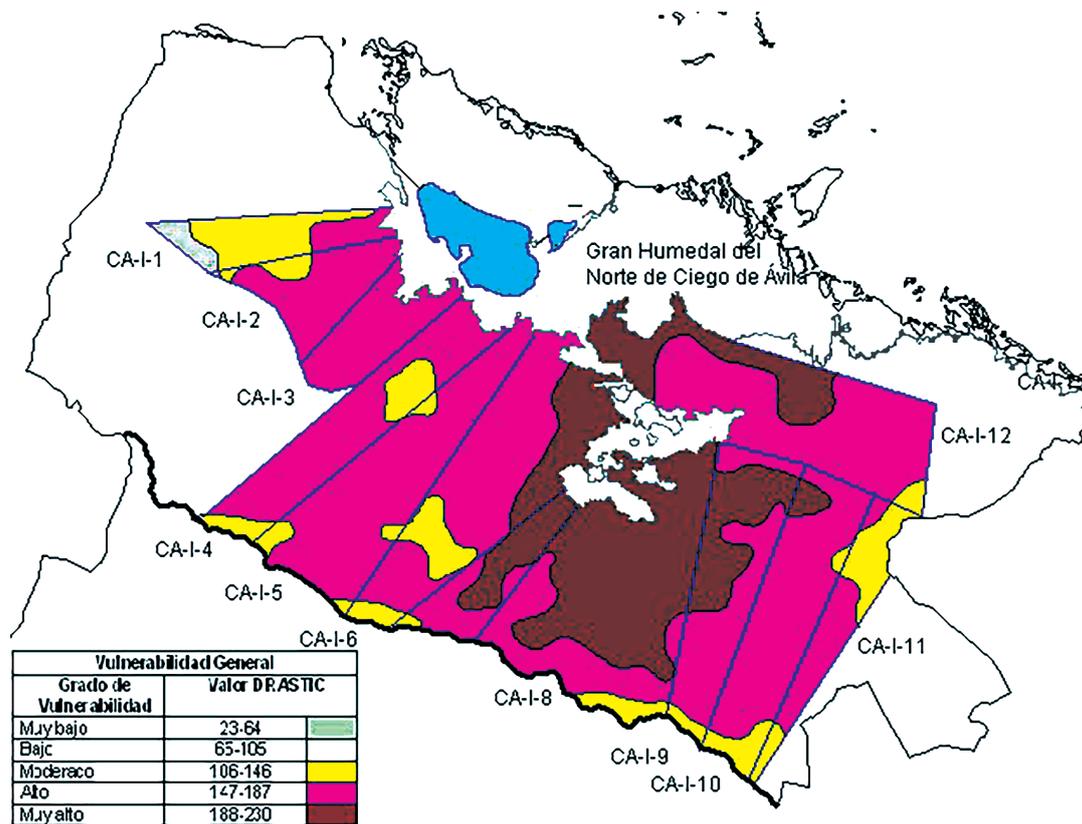


Figura 2. Mapa de vulnerabilidad Cuenca Morón

Como se puede observar en el mapa de vulnerabilidad de la cuenca Morón las fuentes de Ruspoli se encuentran ubicadas en una zona de alta vulnerabilidad a la contaminación.

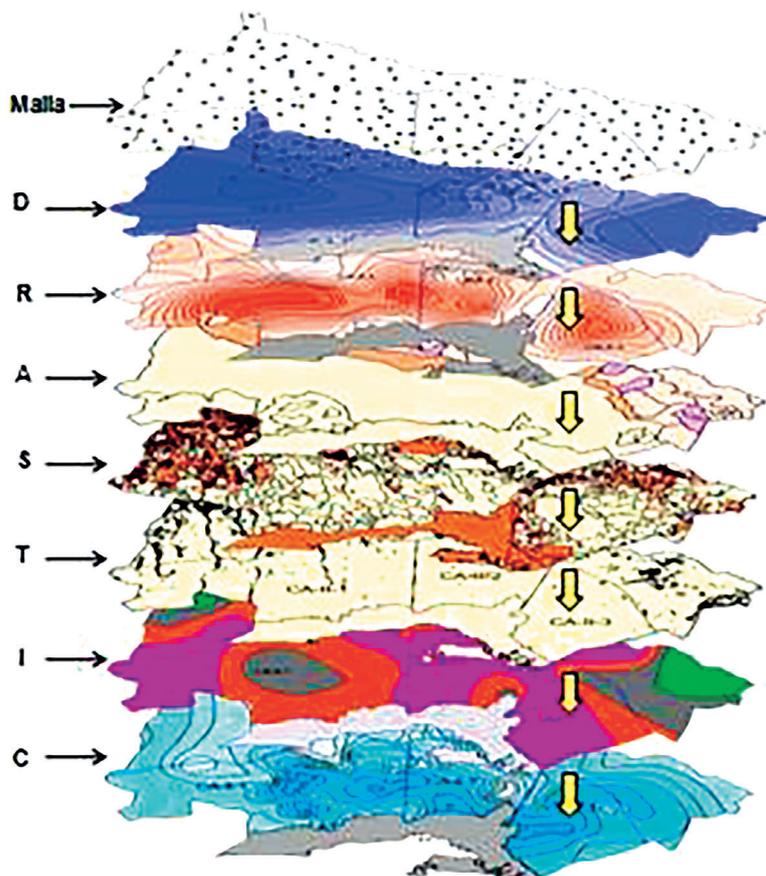


Figura 3. Combinación de las variables según el método DRASTIC Cuenca Ciego

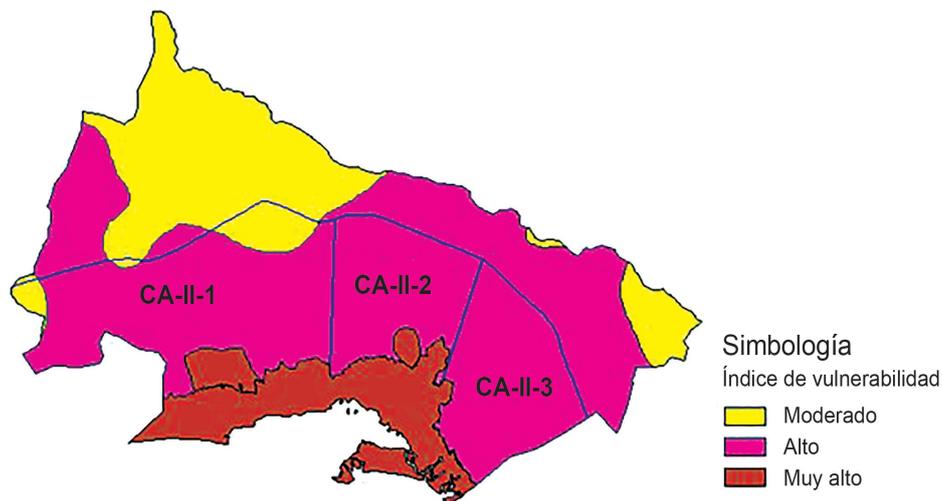


Figura 4. Mapa de vulnerabilidad Cuenca Ciego

Como se puede observar en el mapa de vulnerabilidad de la cuenca Ciego las fuentes de Vivero, Silveira y San Fernando se encuentran ubicadas en una zona de alta vulnerabilidad a la contaminación.

### Resultados obtenidos del cálculo de peligro a la contaminación

Tabla V. Rangos de Peligro por Municipios

Municipio	Focos	Peligro	Indicador
Chambas	70	Medio	
Morón	53	Medio	
Bolivia	35	Bajo	
P. Enero	57	Medio	
Ciro Rdo.	73	Alto	
Florencia	100	Alto	
Majagua	44	Medio	
Ciego	149	Muy Alto	
Venezuela	56+Intrusion	Muy Alto	
Baraguá	40	Medio	

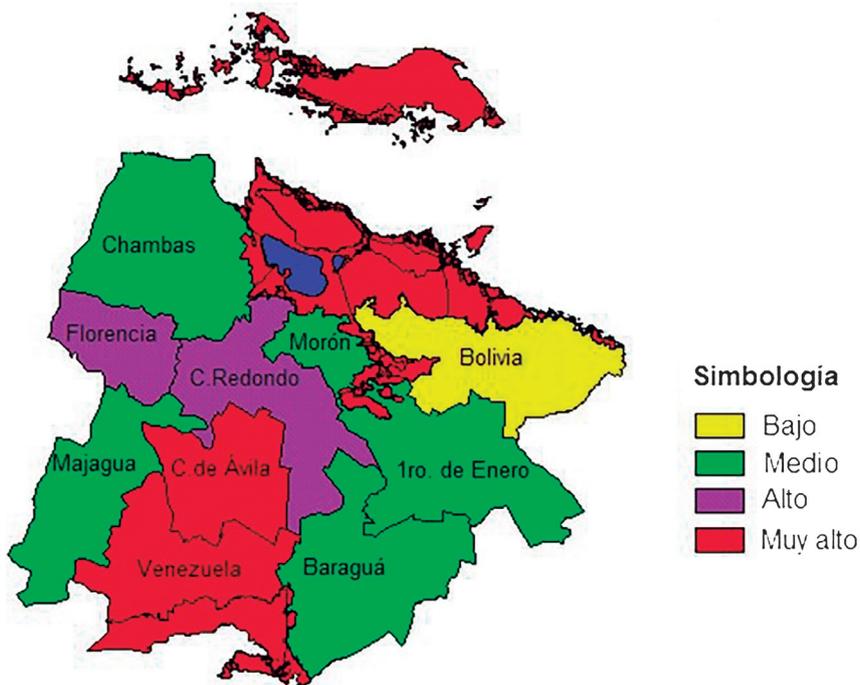


Figura 5. Mapa de peligro de contaminación del manto acuífero por Municipios

## Resultados obtenidos del cálculo del riesgo a la contaminación

Tabla VI. Matriz de doble entrada

Matriz de Riesgo			Peligro					
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Extremo
			0	1	2	3	4	5
Vulnerabilidad	Muy Bajo	0	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Bajo	1	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
	Medio	2	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
	Alto	3	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto
	Muy Alto	4	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Extremo
	Extremo	5	Bajo	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Extremo	Extremo

Como se explicó anteriormente, la determinación del Riesgo no es más que la multiplicación del Peligro por la Vulnerabilidad ( $R=P*V$ ) y en este trabajo se utiliza para el cálculo, la Matriz doble entrada (Van-Westen 1997, Jiménez- Madrid et. Al. 2011).

Ya con el Peligro y la Vulnerabilidad calculada solamente tenemos que aplicar la tabla VIII para la obtención del Riesgo a que están sometidas las fuentes de abasto en cuestión. Evidentemente, si el peligro y la vulnerabilidad en todas las fuentes es Alto, entonces tenemos un Riesgo Alto a la contaminación en las cuatro fuentes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Ninguna de las cuatro fuentes analizadas (Ruspoli, Vivero, Silveira y San Fernando) cumplen con la norma de protección sanitaria (NC 1:2004 "PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN SANITARIA PARA FUENTES DE ABASTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS").
2. De acuerdo al resultado del mapa de vulnerabilidad realizado partiendo del método DRASTIC, en las dos cuencas donde se asientan las fuentes estudiadas tenemos que las mismas se encuentran en una zona de alta vulnerabilidad.
3. Atendiendo a la carga de contaminantes que se disponen en el territorio donde se asientan las fuentes de estudio (según inventario de focos contaminantes realizado por la Emp. Aprovechamiento Hidráulico y el CITMA), los municipios de Ciego y Venezuela clasifican como de muy alto peligro a la contaminación.
4. Partiendo de que el riesgo es directamente proporcional a la vulnerabilidad y al peligro; se utilizó una matriz de doble entrada definiéndose que en todos los casos las fuentes se hallan en zonas de alto riesgo a la contaminación.

### Recomendaciones

1. Hacer un levantamiento detallado en las fuentes de abasto estudiadas con el fin de restaurar sus ZPS 1 y eliminar todos aquellos focos potenciales que sean posible con el objetivo de disminuir la carga contaminante que actúa sobre la misma.
2. Partiendo de que el índice de vulnerabilidad obtenido es una vulnerabilidad intrínseca del acuífero, o sea que depende de sus propiedades y que no puede ser transformada, es que recomendamos que para disminuirla debemos accionar fuertemente sobre los focos contaminantes con el objetivo de disminuir la carga que estos aportan sobre el acuífero.
3. Reducir lo más posible el número de focos de contaminantes peligrosos dentro de las ZPS de las fuentes estudiadas, para disminuir el peligro.
4. De ser posible lo más recomendable sería hacer estudios a mediano y largo plazo con el objetivo de trasladar las fuentes de abasto y alejarlas de las zonas urbanas en las que se encuentran hoy.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aller et al., 1987. Aplicación del método DRASTIC.
- Custodio y Llama, 1995. Tratado sobre agua subterránea.
- Hirata y Reboucas, 1996. Aplicación del método GOD.
- González-Abreu y Casanova, 1999. Reajuste de las redes hidrogeológicas.
- Dra. Valcarce Noemí, 2004. Atlas de peligros múltiples de la República de Cuba a escala 1: 250 000.
- González-Abreu et al, 2007. Aplicación del método DRASTIC en Diagnóstico Cuenca Hidrográfica Itabo.
- Miranda Castañeda Luis. F, 2012. Esquema Hidrogeológico Cuenca Ciego.
- Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Ingeniería, 2014. Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de contaminación del agua subterránea en Yucatán. 

# ROBOTS SOBRE LOS CAMPOS DE CUBA, ¿UN PROYECTO QUE DESPEGA?<sup>1</sup>

Pareciera ciencia ficción o un tema recurrente solo en países con un alto grado de desarrollo. Sin embargo, un equipo de investigadores de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) se empeña en demostrar cuánto puede hacerse a partir de vincular la más moderna tecnología con la sabiduría campesina.

Conocidos como Grupo de Automatización, Robótica y Percepción (GARP), el colectivo enfoca su trabajo en la búsqueda de soluciones de automatización de procesos tecnológicos, especialmente orientados a la agricultura, a partir de la utilización de imágenes satelitales, los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y la fotogrametría aérea, unido al empleo automático de los sistemas de riego y la explotación de maquinaria.

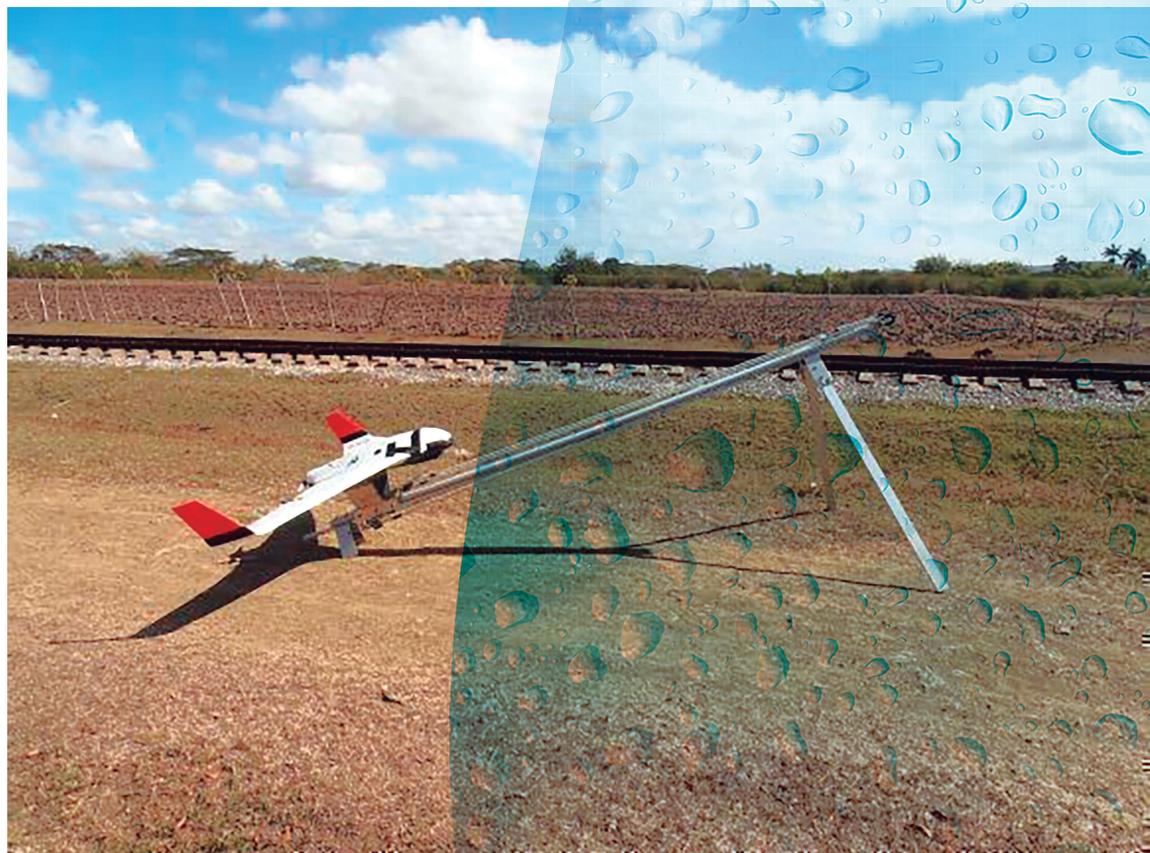
Con tres Premios Nacionales de la Academia de Ciencias de Cuba y la Orden Carlos J. Finlay otorgada por el Consejo de Estado de la República de Cuba, entre otras distinciones importantes, el equipo marcha a la vanguardia en el país en el tema de los Vehículos Autónomos no Tripulados (VANT), comúnmente conocidos como drones.

## El surgimiento de un sueño

*El empleo de los drones para la agricultura de precisión representa una de las líneas de investigación más consolidadas del GARP.*

Pertenciente a la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, el GARP tiene su núcleo fundacional a finales de la década del '80 del pasado siglo, justo cuando en la Isla comienzan a estudiarse con más vigor los temas asociados a la robótica. Sin embargo, no fue hasta inicios de los 2000 que tomó su actual denominación.

“Primero formamos parte del Grupo de Investigaciones en Mecatrónica Apli-



<sup>1</sup> <http://www.cubadebate.cu/especiales/2017/07/12/robots-sobre-los-campos-de-cuba-un-proyecto-que-despega/#.WWYa59ikj9d.facebook>

cada a la Soldadura (GIMAS) y allí trabajamos en los temas de robótica y sensores externos. No obstante, cuando aquel equipo se disolvió alrededor de una decena de personas mantuvimos el estudio de esos asuntos, le incorporamos otros afines y continuamos el desarrollo en esas esferas”, recuerda el Dr. Luis Hernández Santana, actual jefe del colectivo.

Gracias al intercambio con la Universidad Politécnica de Madrid, el equipo comenzó a trabajar con Vehículos Autónomos no Tripulados y uno de sus miembros logró completar un pequeño helicóptero en esa institución. Sin embargo, durante una conferencia en la capital cubana, el Centro de Investigación y Desarrollo Naval les solicitó iniciar una labor similar en robots subacuáticos, un cambio radical en la tendencia de estudio del grupo recién creado.

“Aceptamos el reto porque existen un conjunto de variables similares en ambos sistemas, aunque se muevan en entornos diferentes. En el submarino nuestro primer objetivo estuvo en programar el piloto automático, luego nos enfocamos en los sistemas de supervisión y en los controladores de rumbo y profundidad. Lo más relevante allí radicó en que todo lo logramos a partir de códigos creados por nosotros, capaces de resolver la arquitectura del *software*, el *hardware* y el resto de la ingeniería del vehículo. Con ese trabajo alcanzamos un premio de la Academia de Ciencias de Cuba, concretamos una tesis doctoral y logramos una visibilidad mucho mayor”, rememora Hernández Santana.

Igualmente, el grupo todavía le agradece a Félix Álvarez Paliza, entonces Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, que les otorgó un local de trabajo donde pudieron acomodar todos sus equipos y organizar mejor el estudio. Según recuerda el Dr. Luis Hernández, abrieron las puertas a martillo y comenzaron a organizarlo desde cero, porque en aquel lugar no había absolutamente nada.

Al mismo tiempo, el GARP encontró un mejor acceso al necesario financiamiento para sus investigaciones y regresó con más fuerza al trabajo con vehículos aéreos. Un paso importante en este tema lo posibilitaron los proyectos desarrollados con el Consejo de Universidades Flamencas de Bélgica (VLIR), capaz de garantizar un vital apoyo tecnológico, económico y científico que perdura hasta hoy.

Como parte del intercambio con el país europeo y producto de un sólido espíritu de superación, el grupo pudo evolucionar del trabajo con sistemas de código cerrados —que frenaban la velocidad de las investigaciones— a laborar con sistemas de códigos abiertos, desarrollados libremente y a los cuales la comunidad científica le puede incorporar diferentes mejoras. Según el propio Hernández Santana, ese cambio le permitió al equipo consolidar todos los aspectos relacionados con el desarrollo de vehículos autónomos y enfocar sus esfuerzos en el tema del procesamiento de datos y la agricultura de precisión, una puerta abierta hacia el futuro y un punto trascendental en la historia del grupo.



## Campeños cubanos: machetes, arados... y robots

*Las constantes pruebas en el terreno son habituales en cada uno de los equipos del grupo.*

Gracias también al apoyo de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), el reducido equipo de investigación comenzó a incursionar en el tema de la agricultura de precisión, un concepto casi desconocido en el país y que permite una alta capacidad de estimación, planeación y eficiencia en las tierras de cultivo. Esta rama de estudio le permitió al grupo estar a tono con algunas estrategias del Grupo Empresarial AZCUBA y el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).

Utilizado por grandes potencias agrícolas como Estados Unidos, Canadá, Brasil o Argentina, ese método requiere la utilización de sensores, imágenes aéreas y satelitales, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y de información geográfica, un entramado tecnológico enfocado a brindarle al campesino un conjunto de herramientas novedosas y sumamente útiles para su labor.

Para ello, por ejemplo, el GARP enfoca sus esfuerzos en el desarrollo y explotación de los drones, así como en todas sus prestaciones y tecnología acompañante, como la fotogrametría, las cámaras multiespectrales y el procesamiento de imágenes. Del mismo modo, también muestran avances en la automatización de los sistemas de regadíos y un mejor empleo de las cosechadoras cañeras Case IH Austoft 8000, entre las más modernas de las existentes en el país.

En el caso particular de los drones —quizás el elemento más mediático— el grupo propone su utilización en misiones de vuelo específicas encaminadas a la obtención de una serie de datos que, una vez procesados por un software especializado, arrojan una variada información. Por ejemplo, es posible obtener modelos de superficies de cultivos y de altura de la planta, descubrir espacios vacíos sin explotar adecuadamente, analizar la composición de los suelos, evaluar la deficiencia de nitrógeno en el terreno y determinar los índices de vegetación. Del mismo modo, resultan útiles en la actualización catastral de las tierras y la delimitación con un alto grado de precisión de las áreas de cultivo.

Así ocurrió en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Desembarco del Granma, ubicada en el centro del país y con una extensión de 1300 hectáreas, la mayoría de ellas dedicada a la ganadería y los pastos y forrajes. Para Roberto Pacheco, su administrador, las herramientas desarrolladas por los miembros del GARP resultan sumamente meritorias pues permiten tener un conocimiento

más exacto del área de trabajo y por tanto planificar mejor todos los procesos productivos.

Para el Ingeniero Samy Kharuf Gutiérrez, miembro del grupo y especialista en el procesamiento de las imágenes obtenidas luego de cada vuelo del dron, la agricultura de precisión resulta vital en el contexto cubano actual, porque permite un considerable ahorro de recursos y aumenta de manera formidable el conocimiento detallado de las zonas cultivables.

“Empleando un dron, por ejemplo, sabes exactamente cuántas plantas tienes en el campo y con ello puedes estimar de una mejor manera la producción. Igualmente, permite apreciar si existe en una zona específica del terreno estrés hídrico, nutricional o algún tipo de enfermedad. Con esos datos, el campesino puede planificar qué área necesita una mayor dosis de fertilizantes o plaguicidas o hacia dónde debe enfocar el riego. Eso de por sí ya resulta un ahorro considerable, porque no tiene que utilizar una cantidad similar del producto en toda la zona, sino únicamente en el espacio que lo requiera”, aclara el joven investigador.

De acuerdo al Dr. Luis Hernández, estas investigaciones son el fruto de combinación de los conocimientos de los especialistas en agronomía con el esfuerzo de su equipo. Igualmente, resultaron posibles gracias al estrecho trabajo realizado con la Estación Territorial de la Caña de Azúcar (ETICA) de Villa Clara, para analizar las marcas espectrales vinculadas a la cosecha, el cultivo y la sanidad vegetal.

Del mismo modo, otra de las líneas de estudio del grupo radica en la correcta utilización de las más de 250 combinadas Case IH Austoft 8000 que posee el país, encargadas de cortar el 60 por ciento de la caña en cada zafra. En este caso, el grupo se dio a la tarea de configurar el sistema automático de recolección de datos instalado por el fabricante en esos equipos.

Según el Ingeniero Carlos Pérez García, ese sistema tiene una gran variedad de prestaciones no siempre empleadas. De hecho, según afirma el joven investigador, la máquina trae incorporado un GPS propio que solo necesita una activación mediante la compra de la licencia del *software* para explotar a plenitud sus potencialidades en la recolección de datos.

“Ante este panorama, nos dedicamos a configurar el sistema para poder explotar toda la tecnología ya incorporada. Acoplamos el monitor de rendimiento de la computadora de cada equipo al GPS y logramos comenzar a obtener los datos de las más

de 30 variables recogidas por la máquina cada un segundo. Así se logra una mayor eficiencia en el consumo de combustible y en la planificación de tareas, porque el equipo arroja datos como el tiempo de trabajo empleado en cada actividad, la presión de las cuchillas o el gasto innecesario de petróleo cuando la cosechadora se mueve sin cortar”, alega el recién graduado de Ingeniería en Automática.

Según los especialistas del grupo, ya esa es una tecnología lista para su uso y solo requiere de una correcta capacitación del personal y de la creación de un sistema de trabajo capaz de recoger y procesar todos esos datos. Con ellos en la mano, el resultado implica un mejor proceso de toma de decisiones y una adecuada planeación de estrategias capaces de minimizar las pérdidas económicas y elevar la eficiencia en el corte.

Finalmente, el otro gran trabajo del GARP vinculado a la agricultura tiene el sello de asombro: un sistema de riego automatizado con tecnología inalámbrica, incluso si el operario se encuentra a kilómetros de distancia. Si bien el Dr. Luis Hernández reconoce que en esta innovación los componentes básicos de la automática se encuentran en las máquinas de riego en operación, su funcionamiento no deja de sorprender, precisamente por esa aparente sencillez y utilidad.

De acuerdo a la Ingeniera Liannet Avello Fernández, una de sus desarrolladoras, es tecnológicamente posible operar el sistema desde la red de telefonía móvil del país, configurando la dirección IP para conectar el celular al autómatas instalado en el regadío de pivote central. Solo restaría establecer la colaboración con la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A, a cargo de los medios de transmisión, para cerrar el ciclo. Desde el punto de vista práctico, por su parte, el sistema permite un ahorro de agua y energía, la humanización del trabajo y la elevación de la calidad de la planificación, la fiscalización y el control del riego.

Sin embargo, todas estas innovaciones poseen un denominador común: la vinculación entre la teoría y la práctica, con la presencia de los investigadores en los campos para comprobar de primera mano los problemas y las preocupaciones de los campesinos. Para el Dr. Luis Hernández, esa es una de las políticas invariables del grupo, porque no se trata de llegar al surco, venderle una idea al campesino y obligarlo a creer en ella.

“El objetivo primordial radica en resolver el problema del productor desde nuestra área de acción. El académico tiene la responsabilidad de sacudirse la tiza y balancear las necesidades del campesino

y la suya propia para hacer ciencia. La búsqueda de ese equilibrio forma parte de una concepción que defendemos. Hemos enviado investigadores a los campos y han subido a una combinada cañera mientras desarrollan su trabajo, para acompañar a los operarios. Esa práctica nos permite llegar a la raíz del problema, graduar nuestro estudio a las condiciones específicas del hombre”.

De modo similar, el Ms.C Yunier Valeriano Medina, miembro del equipo desde el 2009 y especializado en la temática de control y modelado de vehículos subacuáticos, reconoce en la preparación de los recursos humanos otra de las grandes fortalezas del grupo. Con eso, unido a la vinculación con los grupos científicos-estudiantiles, la publicación de muchas de sus investigaciones en revistas de primer nivel, la participación en eventos nacionales e internacionales y un constante espíritu de superación es posible afrontar los grandes desafíos de llevar la ciencia de avanzada a la agricultura.

## Tecnología, mayor producción y cambio de mentalidades: una ecuación por resolver



*A pesar de su aparente sencillez, el sistema de riego automatizado con tecnología inalámbrica permite notables mejoras en la gestión de los sistemas de regadío de pivote central. Foto: Yunier Sifonte/ Cubadebate.*

Si tenemos en cuenta que la agricultura cubana todavía necesita solucionar una serie de problemas básicos que frenan su desarrollo, como un mejor acceso de los campesinos a fertilizantes, plaguicidas, semillas de calidad e instrumentos de trabajo, así como la recuperación de tierras ociosas o el perfeccionamiento de los sistemas de control, recolección y distribución de las cosechas, dos preguntas saltan a la vista: ¿cuán factible sería extender el tipo de tecnología propuesta por los miembros del GARP?, ¿cómo incidiría esto en una mayor producción de alimentos?

Las respuestas aparecen por doquier y vienen marcadas por el punto desde donde se lance la mirada. Para unos, el empleo de estos aparatos parece una excentricidad o algo cuyo valor radica únicamente en un fin puramente científico o de investigación, mientras otros ven aquí una puerta abierta hacia la mejora de muchos de nuestros procesos agrícolas y una mejor utilización de los cuantiosos recursos destinados a la agricultura. Sin embargo, algo sí resulta claro: los aportes del grupo significan un paso sólido en el logro de una imprescindible soberanía tecnológica.

De hecho, para el Dr. Luis Hernández uno de los méritos principales del grupo que dirige radica en desarrollar y divulgar la tecnología necesaria para la agricultura de precisión y otros tópicos relacionados con la automática o la robótica, y con ello demostrar las potencialidades de esos elementos desde su pequeño radio de acción.

“Una gran parte de la inversión necesaria ya está hecha. Por ejemplo, el país posee las cosechadoras con las computadoras a bordo, o cuenta con un amplio y creciente sistema de comunicaciones inalámbricas. Solo nos resta concretar cómo somos capaces de explotar esos elementos. Nos quedan retos tecnológicos, por supuesto, como una mejora en los mecanismos de información o en la precisión de los GPS, porque la agricultura moderna es altamente tecnificada. Resulta necesario comprender eso para lograr una elevada productividad”.

No obstante, el destacado académico reconoce la necesidad de estudiar a fondo la relación costo-beneficio a la hora de emplear estos robots, porque no se trata de genera-

lizar su uso sin conocer las prestaciones, el manejo de la tecnología o los mecanismos para interpretar sus datos. “En nuestras condiciones actuales lo más factible sería que existieran una o varias unidades especializadas en el tema encargadas de brindar el servicio a los productores”, agrega.

En ese sentido, resulta alentadora la consolidación de los vínculos del equipo con el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y el Grupo Azucarero AZCUBA. Esa relación significa la manera más efectiva de articular políticas y colocar a los investigadores del GARP en una posición más favorable para extender su trabajo y tener más posibilidades de participar en la solución de problemas específicos.

Actualmente el grupo tiene complejos desafíos. Lidar con algunos rezagos burocráticos, romper mentalidades obsoletas que no valoran la utilidad de esta tecnología, mantener o consolidar nuevos financiamientos que les permitan continuar el ritmo de investigaciones y lograr un crecimiento en la cultura tecnológica de los campesinos para explotar de manera eficiente cada una de las nuevas prestaciones son apenas las más importantes. Sin embargo, se mantiene el espíritu creador y el empuje de estos hombres de ciencia, esta vez empeñados en llevar a los campos de la Isla robots capaces de contribuir al desarrollo del país.

*Con una longitud máxima de alrededor de dos metros, baterías recargables y en su gran mayoría confeccionados de plástico o poliespuma, los drones del GARP son uno de los robots con un mayor número de prestaciones para la agricultura. Foto: Yunier Sifonte/ Cubadebate.*





*Gracias a los convenios y proyectos internacionales, el grupo ha podido adquirir nuevos equipos capaces de incorporar cámaras multispectrales. Foto: Yunier Sifonte/ Cubadebate.*



*Para el Dr. Luis Hernández, Jefe del GARP, el estudio constante y la vinculación de los investigadores con los campesinos es una política que hasta el momento les ha dado muy buenos dividendos. Foto: Yunier Sifonte/ Cubadebate. 💧*

# INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

voluntad  
HIDRAULICA

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL



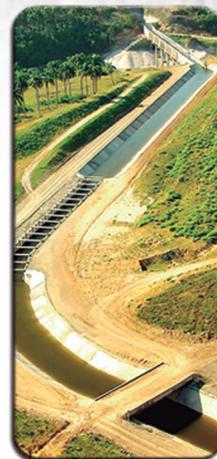








ANIVERSARIO  
**1962-2017**



# XV ENCUENTRO DE OBSERVADORES VOLUNTARIOS DE LA LLUVIA<sup>1</sup>

**voluntad  
HIDRAULICA**

**COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL**



En los días del 11 al 14 de Abril de 2017 se efectuó el XV Encuentro de Observadores Voluntarios de la Lluvia, con sede en la provincia de Villa Clara. En el mismo se contó con la participación de 48 observadores de todo el país y funcionarios del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), entre ellos el MSc. Argelio Fernández Richelme y la Lic. Grechel Sánchez Guevara.

Los observadores pluviométricos son personas anónimas que tienen sus propios trabajos y tributan a esta actividad, de medir a diario los niveles de lluvia, de forma voluntaria y con dedicación, emiten reportes escritos de cualquier tipo de incidencia meteorológica que ocurra en su punto de observación, con vista a una mejor evaluación y aprovechamiento de los recursos hídricos del país. Gracias a esta labor se dispone de información de primera mano para elaborar boletines informativos y reportes especiales a diferentes medios.

La mayoría de los observadores que participaron son seguidores de un legado familiar que realizan la actividad sistemáticamente. También se contó con nuevos integrantes que se hicieron parte de la gran familia de observadores voluntarios.

En el marco del encuentro se sostuvo un conversatorio en donde los participantes intercambiaron sus experiencias, vi-



<sup>1</sup> Lic. Annalie Hernández Navarro, Comunicadora INRH.



encias, plantearon sus inquietudes y perspectivas y entre risas y emociones, se resaltó la importancia de la labor de personas que cumplen voluntariamente con este trabajo.

Cada año seguirá siendo una tradición el poder reunir a los más destacados observadores de la lluvia de cada provincia, y de esta manera estimularlos a que continúen destacándose en su labor, como uno de los elementos primarios en el monitoreo hidrológico. 💧

# HONOR, A QUIEN HONOR MERECE<sup>1</sup>

Con motivo del Día Mundial del Medio Ambiente, que se celebra todos los años el 5 de junio, se realizó en la tarde del día 7 de junio del presente año, en áreas del Jardín Botánico de la Quinta de los Molinos, situada en la capital del país, se llevó a cabo un acto presidido por Mercedes López Acea, miembro del Buró Político, vicepresidente del Consejo de Estado y primera secretaria del Partido en La Habana, y por Reinaldo García Zapata, presidente de la Asamblea Provincial del Poder Popular, en el que se realizó un resumen de los principales logros obtenidos en la ciudad en materia medioambiental.

Al inicio mismo de la actividad, el Dr. Eduardo Arturo Velazco Davis, prestigioso especialista del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, recibió de manos de la presidencia del acto la Placa Conmemorativa “495 Aniversario de La Habana”, con la que el Partido y el Gobierno de la provincia rinden homenaje cada año a personalidades e instituciones que desarrollen una destacada labor en el cuidado y conservación del Medio Ambiente.

Esta honrosa distinción se suma a los numerosos premios y reconocimientos a que el compañero Velazco se ha hecho acreedor a lo largo de su fructífera carrera, los que se reflejaron en la entrevista publicada en el reciente número 118 de la Revista Voluntad Hidráulica, y entre los cuales resultan distintivos los que aparecen incluidos en el recuadro.

Al recibir la placa conmemorativa, Velazco contó con la solidaria y representativa presencia de amigos y colegas que acudieron a acompañarlo en tan señalada ocasión, entre ellos, las ingenieras Aymée Aguirre Hernández y Neysis Sosa Purón, Directora y Vicedirectora Técnica de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana respectivamente, donde el compañero presta actualmente



<sup>1</sup> Ing. Amneris Carreras Rodríguez

## RECONOCIMIENTOS REPRESENTATIVOS

- (1965) Delegado al Congreso Latinoamericano de Estudiantes OCLAE.
- (1971) Diploma V. I. Lenin, al culminar la carrera de Ingeniería Hidrotécnica y la Maestría en Ciencias en el Instituto de Aprovechamiento Hidráulico de Moscú (MGMI).
- (1973) Delegado al Congreso Mundial de la Juventud y los Estudiantes, en Berlín, RDA.
- (1980) Condición de “Mejor Tutor” del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana (ISCAH).
- (1980) Primer Premio del IV Foro Científico de la Academia de Ciencias de Cuba por la ponencia Cimacios de perfil práctico y cresta oval con vacíos.
- (1982) Primer Premio en la Comisión de Proyectos del 1er Concurso Científico Técnico de la Construcción (MICONS) por la ponencia El diseño hidráulico, teórico y experimental, de aliviaderos con cimacios de planta desarrollada curvilínea, en la República de Cuba. Su optimización técnico económica (con coautor).
- (1987) Medalla “Armando Mestre” del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Construcción.
- (1989) Condición de “Innovador Destacado” del INRH, durante la constitución del nuevo INRH.
- (1998) Categoría de “Destacado” del XII Forum Nacional de CyT por la ponencia Aliviadero de máxima eficiencia y mínimo costo, que “por la sencillez y elegancia con que resuelve uno de los problemas más complejos de la Hidráulica de Canales” se conceptuó como “la contribución de mayor relevancia científica de Cuba en este campo”.
- (1998) Categoría de “Relevante” del XII Forum Nacional de CyT y otorgamiento de la valoración máxima de Distinción Especial del Grupo No.8 de Construcciones, por la ponencia El Nuevo Cimacio Cubano para los Aliviaderos de las Presas, que fue considerada “la contribución más significativa y de mayor impacto económico que se ha logrado en Cuba en esta esfera”, y que ya se había empleado en una treintena de aliviaderos en Cuba y en el exterior.
- (1998) Certificado de Autor No.22537 del 3/8/98 de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) por la Invención Vertedor con vacíos.
- (1998) Diploma con Medalla de Oro de la Oficina Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) por la Invención Vertedor con vacíos (Certificado de Autor No.22537 del 3/8/98).
- (2000) Categoría de “Innovador Relevante” de la ANIR por la innovación El Nuevo Cimacio Cubano para los Aliviaderos de las Presas y Aliviadero de máxima eficiencia y mínimo costo.
- (2000) Reconocimiento Especial del Seminario Internacional “Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela”, Universidad Central de Caracas, Venezuela, por la ponencia Sistemas de alerta y prevención y medidas estructurales para garantizar la seguridad de los embalses contra los impactos del cambio climático en la República de Cuba (con coautor).
- (2002) Otorgamiento de la Orden “Carlos J. Finlay” por el Consejo de Estado de la República de Cuba, a propuesta del INRH y del CITMA, por méritos excepcionales en la actividad científica e investigativa.
- (2003) Otorgamiento, por la Sociedad de Ingeniería Hidráulica de la Habana de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba, del “Premio Nacional de Hidráulica”, la máxima distinción gremial por méritos excepcionales a la Vida y Obra.
- (2004) Categoría de “Relevante” por la ponencia Generalización de un inserto universal para la instalación de manómetros, por el Forum de CyT del Municipio de Boyeros.
- (2004) “Premio Provincial de Innovación Tecnológica” a la innovación Habilitación hidrométrica de válvulas cónicas, otorgado por la Delegación Provincial del CITMA en Ciudad de La Habana.
- (2004) Categoría de “Destacado” por la ponencia El diseño del sistema de aliviaderos para la presa Melones, por el Forum de CyT del Municipio de Boyeros y de la Provincia de Ciudad de La Habana.
- (2006) Categoría de “Relevante” del XV Forum Nacional de CyT por la ponencia Generalización de la habilitación hidrométrica de las válvulas cónicas para el ahorro del agua almacenada en los embalses y la elevación en la eficiencia de su explotación.
- (2007) Categoría de “Relevante” por la ponencia Algoritmos hidráulicos para la automatización de los aliviaderos y obras de toma de las presas, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2008) Categoría de “Destacado” por la ponencia Soluciones novedosas en el diseño hidráulico del sistema de aliviaderos de la presa Melones, en el Tránsito Este Oeste de Holguín, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana.
- (2006 a 2008) Vanguardia Nacional del Sindicato de Trabajadores de la Construcción a partir del año 2006 y hasta el año 2008, en que se suspendió la entrega de dicha condición emulativa.
- (2009) Categoría de “Relevante” por la ponencia La Calibración Hidrométrica del Compartidor de Güines: Ahorro, Eficiencia y Protección a la Sociedad y el Medio Ambiente, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2010) Categoría de “Relevante” por la ponencia Resultados del Programa de Protección de Presas contra los Impactos de los Ciclones y las Avenidas Extremas en las Provincia Habaneras, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2011) Categoría de “Relevante” por la ponencia Contribución al diseño hidráulico y estructural, la construcción y el recrecimiento de los parapetos de las presas, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2012) Categoría de “Relevante” por la ponencia La Nueva Norma Cubana para la Protección de las Presas contra el Oleaje, en el Actual Escenario de Cambio Climático, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2013) Categoría de “Relevante” por la ponencia La primera norma cubana para la categorización del diseño o la remodelación de las obras hidráulicas, en un escenario hidrometeorológico cambiante, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2014) Categoría de “Relevante” por la ponencia Filtraciones en las Presas: Contribuciones a la Determinación Teórica y el Monitoreo Piezométrico, por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2015) Reconocimiento de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana (EIPHH), por trabajo continuo y destacado en el desarrollo de la actividad hidráulica en nuestro país.
- (2015) Categoría de “Relevante” por la ponencia Acciones para la Protección de Nuestras Presas contra el Cambio Climático: Retos, Soluciones, Generalizaciones y Perspectivas (Primera Parte), por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2016) Categoría de “Relevante” por la ponencia Acciones para la Protección de Nuestras Presas contra el Cambio Climático: Retos, Soluciones, Generalizaciones y Perspectivas (Segunda Parte), por el Forum de CyT del Municipio de Centro Habana y la Provincia de Ciudad de La Habana, seleccionada para su presentación al próximo Forum Nacional.
- (2016) Categoría de “Relevante” por la ponencia Acciones para la Protección de Nuestras Presas contra el Cambio Climático: Retos, Soluciones, Generalizaciones y Perspectivas, por el Forum Ral de CyT del INRH.
- (2017) Premio Nacional de Innovación Tecnológica y Premio Especial por Impacto Económico, por la contribución Protección de las Presas Cubanas contra el Cambio Climático, otorgados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).



sus funciones, el ingeniero René Infante Maestre, funcionario del Grupo Empresarial de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, los licenciados Francisco Amaigenda Sánchez y Mabel Amaigenda Sánchez, Secretario Provincial y funcionaria del Forum de Ciencia y Técnica, el ingeniero Julio A. Salgado Ávila, especialista del MICONS y miembro del Comité Consultivo de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI), el licenciado Fidel Sagó Arrastre, periodista de la redacción de nuestra revista, y la autora de esta nota de prensa, miembro del Ejecutivo Nacional de la Sociedad de Ingeniería Hidráulica de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC)

Con la publicación de estas líneas, nuestra Sociedad y la redacción de la Revista "Voluntad Hidráulica" se hacen eco de la alegría que experimentan los trabajadores del INRH por el nuevo y merecido reconocimiento de que ha sido objeto tan querido y respetado compañero, y expresan al mismo tiempo la convicción de que en los años por venir, su incesante labor le llevará a seguir cosechando frutos tan significativos como éste. En efecto, en una breve conversación sostenida al concluir el acto, el

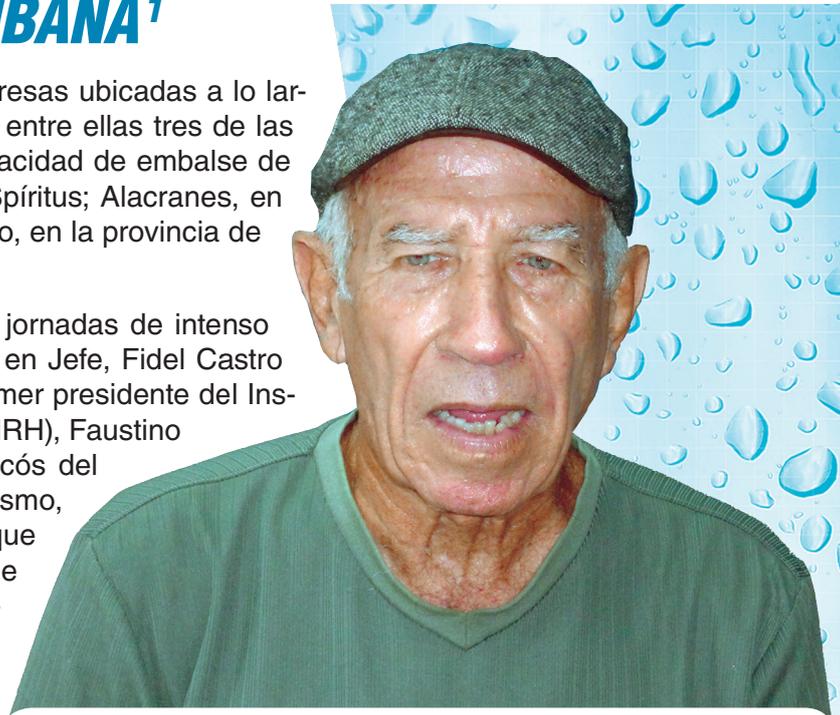


Dr. Velazco nos confesó sentirse "extremadamente honrado por este reconocimiento, que considero inmerecido, pero que interpreto y emplearé como un acicate para persistir en esta suerte de consagración a la actividad hidráulica, que en mi caso se inició en el año sesenta y tres, justamente al paso del ciclón Flora, que ya se ha extendido ininterrumpidamente a 54 años, siempre dentro del sistema del Instituto, a la que me unen tantos compromisos y a la que continuaré siendo fiel hasta el último momento".

# **FERRER: UNO DE LOS IMPRESCINDIBLES DE LA HIDRÁULICA CUBANA<sup>1</sup>**

Ha participado en la construcción de 35 presas ubicadas a lo largo y ancho de toda la geografía nacional, entre ellas tres de las de mayores dimensiones en cuanto a capacidad de embalse de agua: la Zaza, en la provincia de Sancti Spíritus; Alacranes, en la provincia de Villa Clara; y Cauto del Paso, en la provincia de Granma.

Atesora el privilegio de haber compartido jornadas de intenso trabajo a pie de obra con el Comandante en Jefe, Fidel Castro Ruz, con el Comandante de la Sierra y primer presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Faustino Pérez Hernández, y con Pedro Luis Dorticós del Río, uno de los ex presidentes del organismo, por solo mencionar tres personalidades que sintetizan la rica trayectoria socio-técnica de Miguel Ángel Ferrer Ferrer, la cual desborda los límites inherentes de una reseña periodística y reclama una expresión de mayor envergadura.



A sus 75 primaveras, Ferrer clasifica como uno de esos seres singulares.

Oriundo de Camajuani, en la otrora provincia de Las Villas, Ferrer nació el 31 de mayo de 1942, fruto de la unión entre Merardo Ferrer Sequeda y Blanca Ferrer Morales, cocinero el padre y trabajadora tabacalera la madre, quienes en medio de un ambiente humilde, siempre alentaron la vocación de estudio y superación del hijo.

Ya en 1960, ese ímpetu de conocimientos comenzó a adquirir mayoría de edad cuando Ferrer se gradúa de Constructor Civil en la Escuela de Artes y Oficios de la capital del país, empieza a trabajar en el sector de los llamados “cascos blancos”, e inicia la carrera de Ingeniería Civil en La Universidad de La Habana.

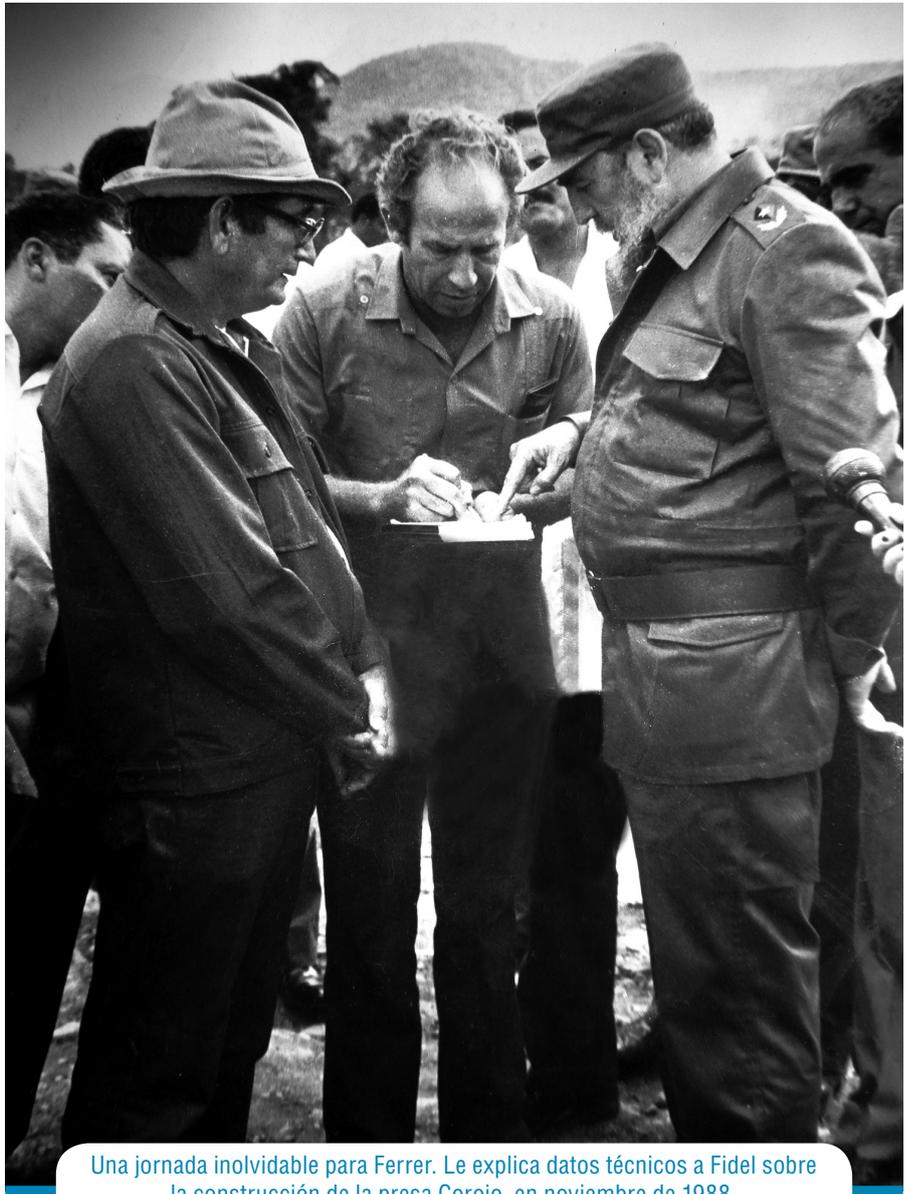
Mientras cursaba el tercer año de la especialidad, en 1962, resultó escogido entre los 14 universitarios que fueron seleccionados para ir a prepararse como Ingenieros Hidráulicos en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), tras un encuentro sostenido con un grupo de compañeros encabezados por Faustino Pérez Hernández, el Doctor Diosdado Pérez Franco y el Capitán del Ejército Rebelde, José Revellón, a la sazón responsable del Plan de Ayuda de la Formación de Técnicos.

Luego de culminar los estudios de rigor, con notas sobresalientes en el Instituto de Irrigación de Tashkent, en la

<sup>1</sup> Por: M. Sc. Fidel Sagó Arrastre. [fidel@hidro.cu](mailto:fidel@hidro.cu); Fotos: Del autor y cortesía del entrevistado.

República de Uzbekistán, Ferrer retorna a Cuba con el título de Ingeniero Hidráulico, y también con la compañera de la vida, su esposa Ala Glushenko, colega de la misma aula, con la que contrajo matrimonio en febrero de 1967.

Con nivel superior despunta su trabajo como especialista en riego en la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos de la otrora provincia de Las Villas. Labora con ahínco en la preparación de las zafras azucareras. Escudriña a lomo de caballo, formando parte de las comisiones de estudio, toda la costa norte de este territorio en función de la ejecución de obras de protección contra inundaciones, canales de drenajes y diques de intersección en áreas cañeras. En 1970 es distinguido como el trabajador hidráulico más destacado de Las Villas, por lo cual tiene el privilegio de estar cerca de Fidel, en la tribuna del acto central nacional por XVII aniversario del Asalto a los cuarteles Moncada y Carlos Manuel de Céspedes, en Santiago de Cuba, y Bayamo, respectivamente, efectuado el 26 de Julio de ese año, en la Plaza de la Revolución José Martí, en La Habana.



Una jornada inolvidable para Ferrer. Le explica datos técnicos a Fidel sobre la construcción de la presa Corojo, en noviembre de 1988.

Más adelante, durante un lustro, Ferrer se desempeña vinculado directamente con tareas relacionadas con la producción arrocera en el Sur de Jíbaro, en la Región de Sancti Spíritus, donde se reencuentra con el Comandante Faustino Pérez Hernández, entonces primer secretario del Partido Comunista de Cuba en ese territorio.

“Fue una época de trabajo duro, –rememora Ferrer– de sucesivas comisiones de estudio, de diversos proyectos, y de disímiles construcciones a pie de obra, período en el cual conté con un gran apoyo y reconocimiento de Faustino, y del Ingeniero Jesús del Vallín Peña, que laboraba junto al Comandante de la Sierra”.

A finales de la década de 1970, Ferrer es promovido al Ministerio de la Construcción (MICONS), como director de Construcciones Hidráulicas del organismo, responsabilidad que asumió por más de 20 años, participando en la planificación, ejecución y control de las principales presas, canales magistra-

les y sistemas de regadío del país, incluyendo las inversiones de acueducto y saneamiento, así como las infraestructuras para el desarrollo de la acuicultura y la camaronicultura.

En ese contexto sobresalen las infatigables jornadas desplegadas en el ámbito del Rescate de la Voluntad Hidráulica, impulsada por el Comandante en Jefe, Fidel Castro, a partir de finales de 1986, y que en su momento cumbre, se llegó a simultanear la construcción de más de 30 presas en todo el país.

Y justamente Miguel Ángel Ferrer Ferrer constituye uno de los protagonistas excepcionales de esa insoslayable contienda realizada en Cuba en aras de la consolidación del aprovechamiento racional del agua. Inolvidable para él resultan, por ejemplo, la sesión de intercambios de impresiones sobre datos técnicos sostenida con Fidel durante la construcción de la presa Corojo, en la provincia de Granma, en noviembre de 1988, sobre la utilización de



Ferrer en una sesión de trabajo imperecedera, junto al Comandante Faustino Pérez Hernández (centro), y Jesús del Vallín Peña (extremo derecho).

la tecnología conocida como pared en suelo con pilotes secantes.

Entre 1995 y el 2 000, Ferrer fue designado director de Construcciones de Obras de Ingeniería del Ministerio de la Construcción, relacionándose esencialmente con la ejecución de pequeñas centrales hidroeléctricas (PECHE), con inversiones de acueducto y saneamiento para el turismo, así como con ordenaciones para el abasto de agua a la población, y el drenaje pluvial.

Posteriormente, entre los años del 2 005 al 2 011, Ferrer ejerció como director de Ingeniería e Ingeniero Principal del Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (GEILH) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, lapso en que se destaca su permanencia durante cuatro meses en las obras de rehabilitación integral del acueducto de la ciudad de Santiago de Cuba, laborando, con casi 70 años, en la ejecución de las conductoras interiores de la inversión, objeto a cargo de la Empresa de Equipos Especiales.

## SIN REPOSO INTELECTUAL

Ferrer confiesa que en la URSS aprendió un axioma atribuido al conductor de la primera Revolución Socialista de la historia, Vladimir Ilich Lenin, el que reza: “vive 100 años, estudia 100 años”. Y este acicate ha marcado su existencia. Desconoce el reposo intelectual. A principios de la década de 1960, mientras estudiaba en la capital, halló tiempo para alfabetizar a cuatro personas; en 1987 concluyó la Licenciatura en Ciencias Sociales en la Escuela Superior del Partido Níco López; en 2009 alcanzó la categoría de Máster en

Tecnología del Hormigón, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, entidad en la que también funge como Profesor Auxiliar Adjunto de su Centro de Ingeniería Hidráulica (CIH), hace ocho años.

Con frecuencia la realidad supera las expectativas de determinados sueños e impone nuevos retos. Algo así tuvo que enfrentar Ferrer cuando al cabo de muchos años inclinados de lleno en cuestiones del movimiento de tierra y del hormigón, se le presentó una insoslayable transición hacia el plástico, y entonces comenzó a profundizar su preparación en disquisiciones químicas.

Actualmente Ferrer es el Presidente del Comité Técnico de Normalización del Plástico, junta perteneciente a la Oficina Nacional de Normalización, y también integra del Consejo Técnico de Normas (CTN-106), cuerpo que rectorea los cánones técnicos de la rama hidráulica nacional.

Al respecto, subraya el INRH cuenta con tres fábricas productoras de polietileno de alta densidad, ubicadas en las provincias de Ciego de Ávila, Holguín, y La Habana, cuyos renglones son claves para llevar adelante el millonario programa de inversiones hidráulicas que acomete el organismo. Resalta que las tres fábricas tienen certificado los sistemas de gestión integrado de la calidad, y están empeñadas en la acreditación de sus laboratorios, según la norma NC-ISO 17 025, en busca de mayor eficiencia, calidad y competitividad

Por añadidura, este incansable adalid de los trajes hidráulicos acumula 10 años con la categoría de Relevante en el Fórum del Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica, y el pasado



Ferrer (aparece detrás de Fidel, a la derecha) durante un recorrido por la zona del Escambray, en la otrora provincia de Las Villas, para evaluar posibles planes de desarrollo.

2016, en el Fórum Ramal Nacional del INRH recibió un diploma de reconocimiento por ser el ponente de mayor experiencia en el evento.

Además, a lo anteriormente plasmado se podría agregar una extensa relación de publicaciones contenidas en artículos de revistas, instructivos técnicos y folletos, así como múltiples asistencias a congresos, estudios de post-gradados y ponencias presentadas en conclaves científicos-técnicos.

## LEGADO DE LUJO

La retaguardia doméstica de Ferrer siempre ha estado a buen recaudo, desde que se casó con su esposa, la Ingeniera Hidráulica Ala Glushenko, hace más de 50 años, y con la cual tiene dos hijos: Olga y Dimitri.

Sin titubeos Ferrer reconoce que su compañera es una heroína, la que se ocupó casi por completo de la atención de sus dos hijos, ante los largos períodos que él pasaba fuera de casa, y con orgullo proclama que recientemente la Embajada de la Federación de Rusia en La Habana le entregó una

medalla y un diploma como reconocimiento a sus más de cinco décadas de unión conyugal.

Fundador de las Milicias Nacionales Revolucionarias (MNR) y de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC), protagonista de una misión internacionalista al frente de una misión técnica hidráulica en la República de Tanzania en 1975, ganador en diez oportunidades de la condición de Vanguardia Nacional del Sindicato Nacional de los Trabajadores de la Construcción (SNTC) y distinguido por este gremio con el Diploma por la Obra de la Vida por laborar de forma destacada por más de 50 años en las construcciones, seleccionado en once ocasiones Cuadro Destacado del Ministerio de la Construcción, Premio Nacional Vida y Obra de Ingeniería Hidráulica, pergamino entregado en el 2 004 por la UNAICC, y poseedor de innumerables medallas y condecoraciones, sin lugar a dudas, a la altura de sus 75 primaveras, Miguel Ángel Ferrer Ferrer clasifica como uno de esos hombres singulares que alcanzan la categoría de IMPRESCINDIBLES que nos legó Bertolt Brech, seres a los que permanentemente se debe recurrir para encontrar inefables fuentes de energía. 💧

# RESULTADOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES. ANTECEDENTES<sup>1</sup>

Al triunfo de la Revolución Cubana, en enero de 1959, el país presentaba un pobre desarrollo en lo concerniente a los recursos hidráulicos. De los 300 asentamientos con más de 1 000 habitantes, sólo 114 disponían de acueductos y 12 de alcantarillados; existían 16 instalaciones de cloración y 4 plantas potabilizadoras, ubicadas en Santa Clara, Cienfuegos, Camagüey y Palma Soriano. El alcantarillado de la capital, con medio siglo de existencia, además de no cubrir las necesidades de la población estaba urgido de una labor de reconstrucción, y la única planta de depuración de aguas residuales, ubicada en Santa Clara, se encontraba abandonada. De igual forma, los alcantarillados de Pinar del Río, Holguín y Guantánamo, se mantenían en proceso de construcción.

Con respecto a la capacidad de almacenamiento de agua, sólo existían 13 embalses pequeños, distribuidos en las antiguas provincias de Las Villas, Camagüey y Oriente, los que podían acumular alrededor de 48 millones de m<sup>3</sup> de agua, y de los cuales la presa "Pontezuela" era la mayor, con una capacidad de 7,5 millones de m<sup>3</sup>. Las áreas de tierra bajo riego alcanzaban las 160 000 ha, pero de forma dispersa y con técnicas atrasadas, utilizando fundamentalmente como fuente, el agua subterránea, a través de la explotación indiscriminada de pozos.

La sequía que durante los años 1961 y 1962 azotó a nuestro país y el desastre provocado por el ciclón "Flora" (1963, un fenómeno natural de extraordinarias proporciones que ocasionaría cuantiosos daños al país, fundamentalmente en la región oriental de la Isla, donde en sólo 5 días cayeron alrededor de 1 200 milímetros de agua, provocando severas inundaciones), motivaron la decisión de proceder de inmediato a represar todos los ríos de aquella zona, destinando para ello cuantiosos recursos, con el objetivo de lograr en pocos años un nivel de seguridad que evitase catástrofes futuras, y lograrse preservar el agua con destino al uso humano, así como para el desarrollo de la agricultura, la industria y la ganadería. Éstas fueron las causas que llevaron a que, nuestro Comandante en Jefe expresara, en aquellos momentos, la necesidad de crear una "Voluntad Hidráulica".

Con las exigencias por preservar en primer lugar la vida de la población, segundo los recursos disponibles y tercero poner en función del desarrollo económico social un programa que le permitiera al naciente gobierno revolucionario, las construcciones para el desarrollo hidráulico del país, se crea el 10 de agosto de 1962 el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como organismo encargado de dirigir, supervisar, controlar y ejecutar la política del

<sup>1</sup> M.Sc. Cor. Alberto Hernández Marichal.

Estado y de Gobierno en cuenta a la gestión de las aguas terrestres en función del desarrollo requerido por la nación y le corresponde exigir el cumplimiento de las medidas para prevenir, enfrentar y mitigar los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos.

A partir de este momento se sientan las bases del trabajo hidráulico del país, diseñando la primera estrategia nacional para ese objetivo, iniciando un ambicioso plan de construcciones de obras hidráulicas, asumiendo también la atención a los servicios de acueducto y alcantarillado.

El INRH, cuenta 14 Unidades presupuestadas que desempeñan funciones estatales, docentes, de investigación científico-técnica, entre otras, así como dos direcciones provinciales de recursos hidráulicos subordinadas a los Consejos de la Administración de las nuevas provincias de Artemisa y Mayabeque. El sistema empresarial está integrado por 4 Organizaciones Superiores de Dirección (Grupos Empresariales) a los que se les subordinan empresas estatales con patrimonio propio, además de 3 empresas independientes, los cuales trabajan en estrecha coordinación con los grupos de trabajo del Órgano Económico Social, el EMNDC, las FAR y el MININT. Aprovechando las fuerzas, recursos, las instalaciones y la infraestructura hidráulica construida en correspondencia con lo establecido en los artículos 5 y 11 de la ley 75 de la Defensa Nacional “Todos los recursos y actividades del país, independientemente de su naturaleza, podrán ser puestos por el Gobierno de la Republica, en función de satisfacer las necesidades de la defensa nacional durante las situaciones excepcionales” y “En casos de desastres naturales u otros tipos de catástrofes su objetivo principal es la protección de la población y los recursos de la economía”.

Con el objetivo de mantener la observación hidrológica y de mantenimiento en las presas, se construyeron las casas de explotación con un sistema de comunicaciones actualizado, se duplicó las frecuencias de trabajo en el país y la renovación del equipamiento de repetidores de comunicaciones, se actualizó la red nacional de observadores voluntarios de lluvia y a partir de proyectos de colaboración internacional se automatizó la información hidrológica de las cuencas Cauto y Agabama-Zaza que permite la alerta temprana de la información oportuna para la toma de decisiones. Este trabajo nos ha permitido reducir los riesgos para evitar la pérdida de vidas humana y mitigar efectos directo a la economía.

A la prevención hidrológica y la gestión de toda la información hidráulica del país, se han dedica-

do enormes esfuerzos, entre los cuales están los primeros pasos en la modernización de las redes informática a través de la adquisición de equipamiento especializado de tecnología avanzada y la elaboración de proyectos nacionales e internacionales que permitan mejorar las herramientas de análisis y operación a través de transmisión en tiempo real de la información hidrológica.

Se ha instalado estaciones hidrometeorológicas automáticas en varias de las cuencas de interés nacional del país que miden y transmiten, en tiempo real, datos de lluvia y nivel de cauces superficiales y embalses (26 estaciones en las cuencas Agabama y Zaza; una estación en la cuenca Hanabana y 10 estaciones en la cuenca del Río Cauto. Además, dos estaciones en la cuenca Vento y 10 estaciones en la cuenca Ariguanabo). Se trabaja en una plataforma de intercambio de datos e información entre los actores del Sistema de Alerta Temprana para eventos hidrometeorológicos extremos, que integran el INRH, el INSMET, la Defensa Civil, el CITMA y los medios masivos de comunicación.

### **Objetivos específicos**

1. Disponer en tiempo real y en forma magnética de datos hidrológicos observados con sensores ubicados en las cuencas.
2. Garantizar la alerta a las poblaciones y objetivos socioeconómicos de las cuencas en casos de lluvias y avenidas extraordinarias.
3. Garantizar la seguridad de los embalses y objetos hidráulicos en situaciones excepcionales.

### **Manejo de los Recursos Hidráulicos**

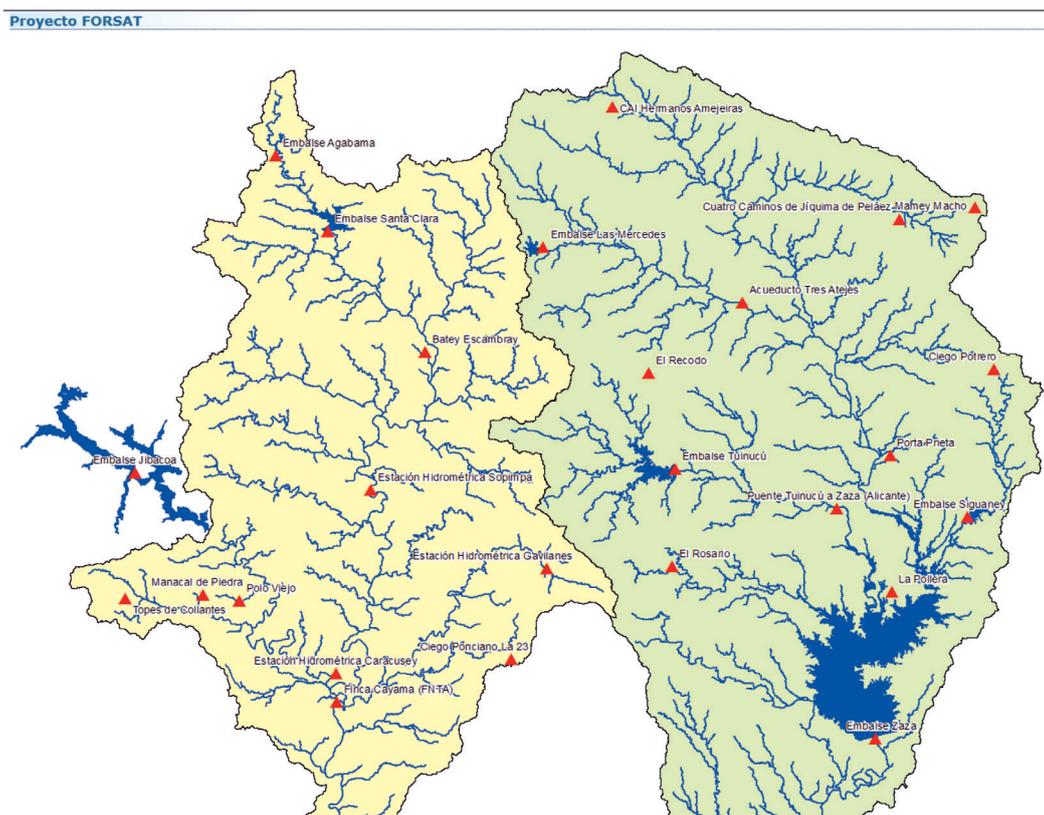
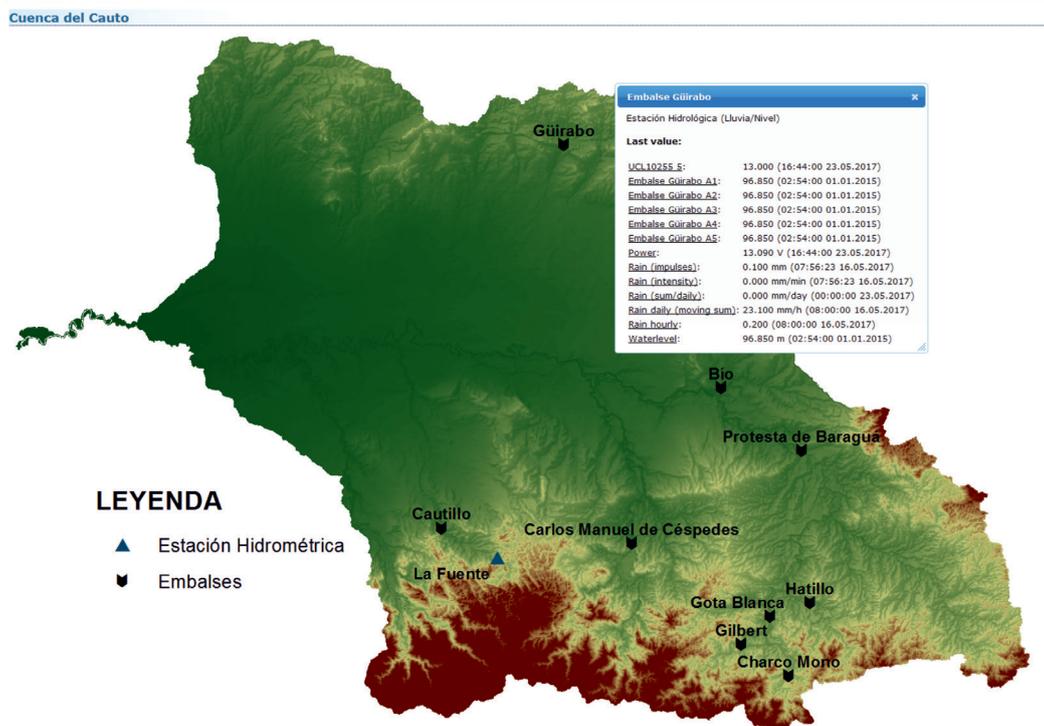
1. Automatizar el acceso a la información que permite la gestión y control hidráulico de las cuencas y de los embalses que tienen aliviaderos de compuertas.
2. Optimizar el aprovechamiento y la explotación de la capacidad de los embalses.
3. Optimizar la regulación de los recursos hidráulicos a corto y mediano plazo.
4. Perfeccionar y mejorar el grado cognoscitivo del comportamiento de las corrientes y subcuentas asociadas.

El resumen de este trabajo se traduce en un modelo hidrológico, para predicción y prevención en las cuencas para casos extremos, que permitirá no solo realizar un manejo más eficiente de la infraes-

estructura hidráulica, sino que también permitirá brindar pronósticos a corto y mediano plazos de todas las áreas que potencialmente puedan ser afectados por problemas hídricos.

Para una mejor interpretación de la propuesta, se recomienda ver los mapas anexados donde se señalan los puntos de observación necesarios para el muestreo de las variables hidrológicas de interés, según los objetivos declarados en la propuesta.

La **compatibilización** de las inversiones es un aspecto de suma importancia donde se analiza las obras que se han planificado y los requerimientos para la reducción de riesgos de desastres naturales, tecnológicos, geológicos o sanitarios. Es necesario señalar que este trabajo tiene un seguimiento constante por el EMN-DC y el INRH.







La Presidenta de INRH y el Presidente del CDP de HOLGUÍN, en actividades sobre la preparación para actuar antes durante y después de un evento catastrófico (desastres).

Se han creado las condiciones en las delegaciones provinciales, empresas y entidades con un sistema de puesto y puntos de dirección enlazados desde el nivel central hasta la base que permite tener diariamente y en tiempo real la situación existente posibilitando el análisis la toma de la decisión y la información al órgano económico social del Consejo de Defensa Nacional (CDN) y al EMNDC.



Trabajo en el intercambio de información desde el Puesto de Dirección del INRH con los Puntos de Dirección de las Delegaciones Grupos Empresariales y Empresa.

En condiciones de carácter excepcional el INRH apoyado en la estructura creada desde tiempos normales, le permite crear grupos de trabajo para actuar en las regiones estratégicas del país, los mismos se dividen en grupo de abastecimiento de agua del Órgano Económico Social, subgrupos de abastecimiento de agua en los consejos de defensa hasta nivel de ZD, punto de abastecimiento de agua en la ZD y la población asociada a estos, patrullas de exploración en las presas y sus casas de explotación, así como brigadas para cumplir misiones en las direcciones afectadas por fenómenos catastróficos. Todos estos grupos se entrenan y preparan en los ejercicios planificados, además se prepara a la población en cuanto a la cantidad y el tratamiento del agua en situaciones excepcionales.

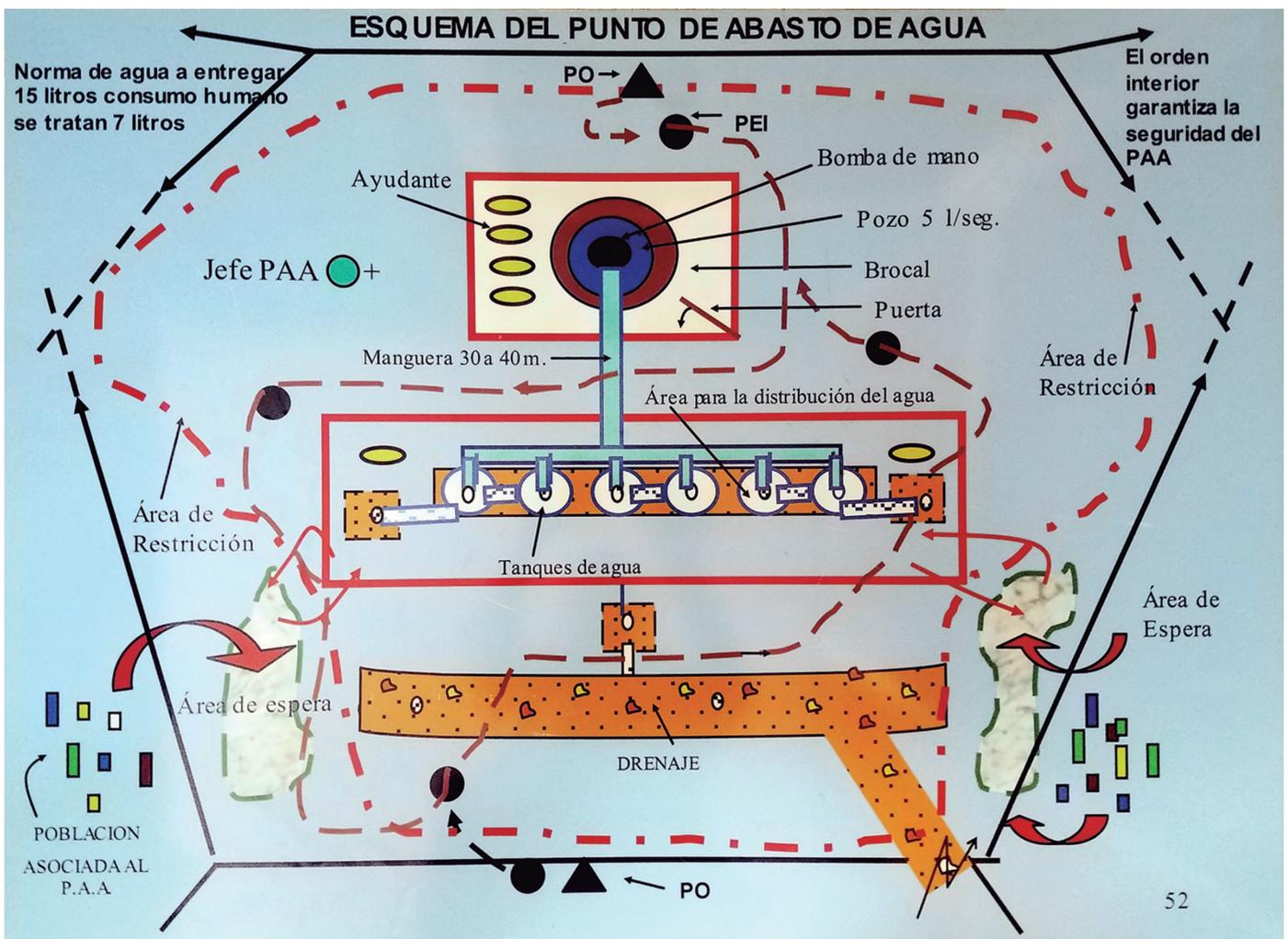
Para ello se define la dosis de hipoclorito de calcio, se orienta como preparar la solución Madre en coordinación con el Subgrupo de Salud y se

organiza la entrega de la disolución de hipoclorito de calcio a los núcleos familiares en los puntos de abastecimiento de agua.

El Punto de Abastecimiento de Agua es el lugar especialmente acondicionado, cerca de una fuente de agua para asegurar organizadamente el abastecimiento a las tropas, la población, objetivos económicos que continúan su actividad en situaciones excepcionales y para otros fines de carácter económico.

En lugares donde no existan fuentes de agua, se transporta el agua hacia depósitos, creando reservas para abastecer al personal. Estos lugares reciben el nombre de punto de distribución de agua. Se tendrá en cuenta la construcción de cisternas, aljibes u otros depósitos para almacenar agua, a los cuales, llegado el momento, se le pueden instalar medios manuales para la extracción del agua.

### Abastecimiento de agua a la población en puntos de abastecimiento de agua (PAA)



Para evitar la contaminación en la propia fuente, se definen tres zonas de protección sanitaria que se denominan: *área de régimen estricto*, *área de restricción* y *área de observación*, tanto para fuentes subterráneas como superficiales.

El área de régimen estricto comprende el sistema de captación de agua, de bombeo, tanques de almacenamiento y las instalaciones de potabilización. Esta zona estará debidamente cercada y a su interior solo tendrá acceso el personal del Punto de Abastecimiento de Agua. En ella se prohíbe verter residuales líquidos o sólidos, aplicar plaguicidas, fertilizantes y la estancia de animales.

En el área de régimen de restricción se prohíbe el uso del agua para el baño, el acceso de animales, disposición final de residuos líquidos o sólidos, aplicación de plaguicidas y fertilizantes, ubicación de otras fuentes que puedan resultar contaminantes.

El área de régimen de observación está enmarcada dentro del área tributaria de la fuente. En ella se prohíbe la disposición final de desechos líquidos y

sólidos sin tratamiento adecuado. La dimensión de cada una de las zonas dependerá de las características propias de la cuenca y de la capacidad de auto depuración de la corriente.

Para la elección de los Puntos de Abastecimiento de Agua se debe tener en cuenta:

1. La productividad (gasto, caudal) de la fuente y calidad del agua.
2. La probabilidad de contaminación del agua con sustancias tóxicas, radioactivas y medios biológicos.
3. Las propiedades protectoras y de enmascaramiento del terreno.
4. La existencia de caminos de acceso.

## EXPERIENCIAS HURACÁN MATTHEW



Entre las medidas adoptadas para garantizar el abastecimiento de agua en la etapa de recuperación sobresalieron el empleo de los PAA, la instalación de grupos electrógenos adicionales al sistema de acueducto en condiciones muy compleja, la utilización de motobombas, cisternas, aljibes, pozos criollos y tubulares a los cuales se le instalaron bombas manuales de pistón, palanca y de sogas. Además, se crearon condiciones de fácil acceso para el abasto de agua.

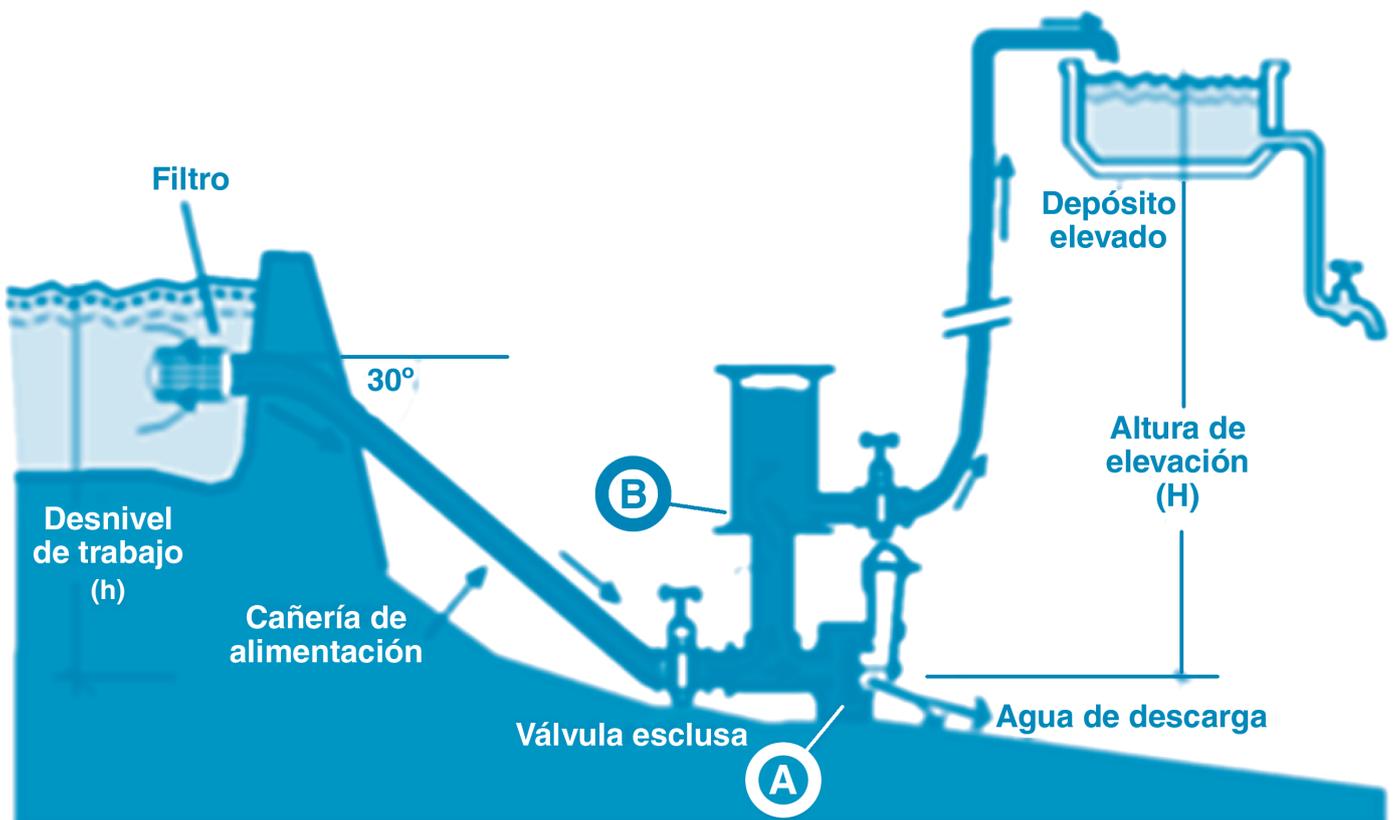
Se ha trabajado y se aplican tecnologías alternativas para la extracción del agua, tales como los molinos a vientos, bombas de sogas, filtros de cerámica y otros, creándose el CITA (Centro Integrado para las Tecnología Alternativas) para la extracción del agua. Hoy con logros positivos en los siguientes diseños:



Molinos a viento



Ariete hidráulico



Esquema de funcionamiento del Ariete hidráulico



Bomba de sogá con panel solar

Se utiliza con facilidad es muy práctico elimina la turbidez y las bacterias que contiene el agua, con el uso de la plata como elemento bacteriológico.



Bomba de sogá



Filtro de cerámica

Se ha realizado un intenso trabajo en la preparación de las fuerzas y los recursos para la prevención de riesgos contra incendio, así como la manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas. De suma importancia es el fortalecimiento del trabajo cooperado con el cuerpo de bombero hasta el nivel de base y la participación en los eventos programados.

De igual forma se realizan actividades prácticas y demostrativas en la extinción de incendio, liquidación de averías para la respuesta a un escape de gas cloro, rescate y salvamento del personal con la participación de las entidades en los territorios de conjunto con los comandos y jefaturas de los bomberos. Debemos señalar la importancia que el INRH da a la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo como vía para fortalecer la seguridad contra incendio, la manipulación y control durante el trabajo con las sustancias peligrosas. Se realiza la planificación del cálculo económico por niveles de actividades y necesidad de equipamiento para garantizar en primer lugar la protección de los trabajadores y en segundo lugar los recursos.

Debemos destacar como experiencias positivas el nivel de información que se encuentra establecido hasta la base, la cual se trasmite en plegables, gigantografías, folletos, compendios y libros editados por el INRH.

Los puestos y puntos de dirección creados hasta la base nos permiten en tiempo real estar informado de la situación en cualquier parte del país posibilitando la toma de la decisión y el empleo de las fuerzas y los recursos hacia las regiones afectadas.



Oficial del cuerpo de bombero y especialistas de la cruz roja preparando las fuerzas para actuar y situaciones de desastres naturales, tecnológicos o sanitarios.

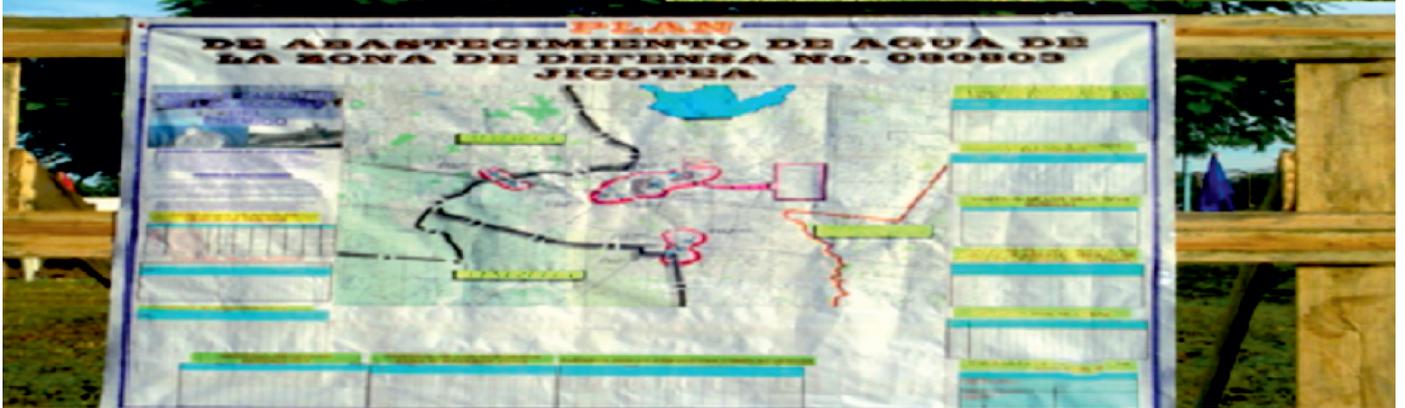


El presidente del CDP y el Jefe del Subgrupo de agua del grupo económico social de la provincia inspeccionan las fuerzas y recursos para actuar en las regiones afectadas.

## CONCLUSIONES

1. Se han organizado los subgrupos de abastecimiento de agua hasta el nivel de Zona de Defensa, para el cumplimiento de misiones asignadas.
2. Se han distribuido las fuerzas, los medios y los equipos en función de la defensa nacional durante las situaciones excepcionales.
3. Continúa la construcción de conductoras y redes de acueductos, se cuenta y se desarrolla una amplia red de pozos, distribuida en todo el territorio y se incrementa.
4. Se conocen los tramos hidrogeológicos en los territorios.
5. Se asegura el muestreo sistemático de fuentes de abasto y el análisis químicos y bacteriológicos.
6. Se han establecido criterios **únicos**, con carácter nacional, que aseguran tomar decisiones oportunas para el empleo de las fuerzas y los recursos con carácter preventivo, y posterior en el restablecimiento y rescate en las regiones afectadas por un fenómeno catastrófico de cualquier naturaleza.

## PREPARACIÓN DEL SUBGRUPO DE AGUA-GRUPO ECONÓMICO SOCIAL-CONSEJO DEFENSA ZONA



## ÁREA DE SEGURIDAD Y FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA





## POBLACIÓN ASOCIADA AL PUNTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



## ABASTECIMIENTO DE AGUA AL NÚCLEO FAMILIAR



## ABASTO DE AGUA COORDINADO



## PREPARACIÓN DE LA FÓRMULA MADRE PARA TRATAMIENTO DE AGUA DISTRIBUCIÓN DE LA DISOLUCIÓN DE HIPOCLORITO DE CALCIO A LA POBLACIÓN



## TRATAMIENTO DEL AGUA A LA POBLACIÓN



JEFE DEL NÚCLEO FAMILIAR,  
4 PERSONAS EN EL NÚCLEO,  
RECIBE:

- 7 litros de agua por persona
- 28 litros de agua diario para beber
- Una gota de disolución madre de hipoclorito de calcio por litro.

28 gotas de disolución madre de Hipoclorito de Calcio

## PREPARACIÓN



El primer secretario del PCC, El delegado RH en la provincia de Holguín y el grupo de trabajo del CDP, participan en la preparación de las fuerzas y recursos para actuar en situaciones de desastres.



El director de la empresa de ingeniería y proyectos hidráulicos informa sobre la preparación de las fuerzas y recursos para actuar en situaciones de desastres. 💧

# CUBA NO SE QUEDA DE BRAZOS CRUZADOS ANTE LA SEQUÍA<sup>1</sup>

La sequía no da tregua a la Mayor de las Antillas y es por ello que el país ejecuta importantes inversiones no solo en la rehabilitación de redes y supresión de salideros, sino también en la búsqueda de fuentes alternativas para el abasto de agua. Ante las numerosas inquietudes de la población sobre estos temas, la **Mesa Redonda** retomó esta temática, para informar sobre los programas que se ejecutan actualmente en Cuba para mitigar los efectos de este fenómeno natural.

voluntad  
HIDRAULICA

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL  
QUÉ DICE LA PRENSA



Al iniciar el programa, Inés María Chapman Waugh, presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), informó que la situación sigue siendo desfavorable a nivel nacional.

“Hace un mes cuando vinimos a la Mesa, **nuestros embalses estaban a un 40 % de su capacidad de llenado, mientras que hoy nos encontramos en un 38 %**. De las 100 cuencas monitoreadas, 86 están en estado desfavorable”, detalló.

<sup>1</sup> Por: Oscar Figueredo Reinaldo, Thalia Fuentes Puebla / Fotos cortesía: Roberto Garaicoa y del INRH / <http://www.cubadebate.cu/especiales/2017/04/05/cuba-no-se-queda-de-brazos-cruzados-ante-la-sequia-video-e-infografia/#.WZ2BwTe8q01>

Ante esta situación, la rectora de la actividad hidráulica en la isla enfatizó que se hace apremiante tomar algunas medidas para mitigar los efectos de la sequía en la nación.

El plan de medidas contenido en el Programa de Abasto y Saneamiento —explicó— prevé diversas medidas, entre las cuales resaltan **la rehabilitación y construcción de trasvases, las plantas potabilizadoras y desalinizadoras, así como el tratamiento de residuales y la perforación de nuevos pozos.**

“A partir de un diagnóstico realizado, el Programa Hidráulico Nacional define un grupo de problemas que afectan la disponibilidad de agua en el país, y que constituyen la principal reserva del recurso. En el mismo **se estiman pérdidas de unos 3 mil 400 millones de m<sup>3</sup> anuales por ineficiencia en el funcionamiento y mantenimiento de la infraestructura hidráulica construida**”, amplió.

**En el año 2010, a inicios del programa, las pérdidas estimadas eran superiores al 55 por ciento del agua bombeada; de ellas en conductoras más del 15 por ciento, en las redes de distribución el 20 por ciento y en redes internas más del 20 por ciento, lo que ha traído como consecuencia inestabilidades en el servicio y se suplen en muchos de los casos con el empleo de carros cisternas, además de mal gastar productos químicos y energéticos (electricidad y combustible).**

Chapman Waugh destacó que de este total unos mil 600 millones de m<sup>3</sup> son recuperables, debido a pérdidas por razones naturales, operacionales y técnicas.

- 53% en el sector agrícola
- 29% en los sistemas de acueducto, incluye las pérdidas en las redes internas
- 16% en los canales magistrales
- 2% usuarios con fuentes propias.

Chapman destacó también que existe un plan estratégico para la solución de las pérdidas en la conducción del agua por el sistema de Acueducto y Alcantarillado, el cual abastece con agua potable a través de las conexiones intradomiciliarias a una población de más de 8 millones de habitantes.

“El servicio de acueducto y alcantarillado se garantiza con una infraestructura conformada por más de: 2 mil 300 lugares con acueducto, 23 mil kilómetros de redes y conductoras, 2 mil 800 estaciones de bombeo, 3 mil 400 equipos de bombeo instalados, 70 plantas potabilizadoras y 2 mil 100 estaciones de cloración”.



La presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos recordó que, en este programa de pérdidas en la conducción, se desarrollan varias acciones como son la supresión de los salideros a nivel de vivienda; en el que actúan también organismos como el MINCIN y el Ministerio de Industrias.

Igualmente se trabaja en un programa integral de construcción y rehabilitación de las redes y conductoras de abasto que concibe rehabilitar o completar las redes y conductoras de agua potable y una parte de la infraestructura del alcantarillado y el drenaje pluvial, comenzando por aquellas ciudades y sistemas de abasto donde mayores volúmenes de agua se pierden.

“Esto incluye potabilización y desinfección del agua, metraje, brigadas para la construcción, bases de montaje, reparación y calibración de metros contadores, así como las brigadas necesarias de pitometría. Para la ejecución de este programa, las fuerzas constructoras del INRH ejecutan la rehabilitación y el mantenimiento de las redes y conductoras interiores de las ciudades, y fuerzas especializadas del MICONS ejecutan las grandes conductoras, alcantarillado y drenaje, plantas potabilizadoras y obras civiles”, acotó.

**Se explicó además en la Mesa Redonda que se estudia la aplicación de nuevas tarifas que incentiven el ahorro.**

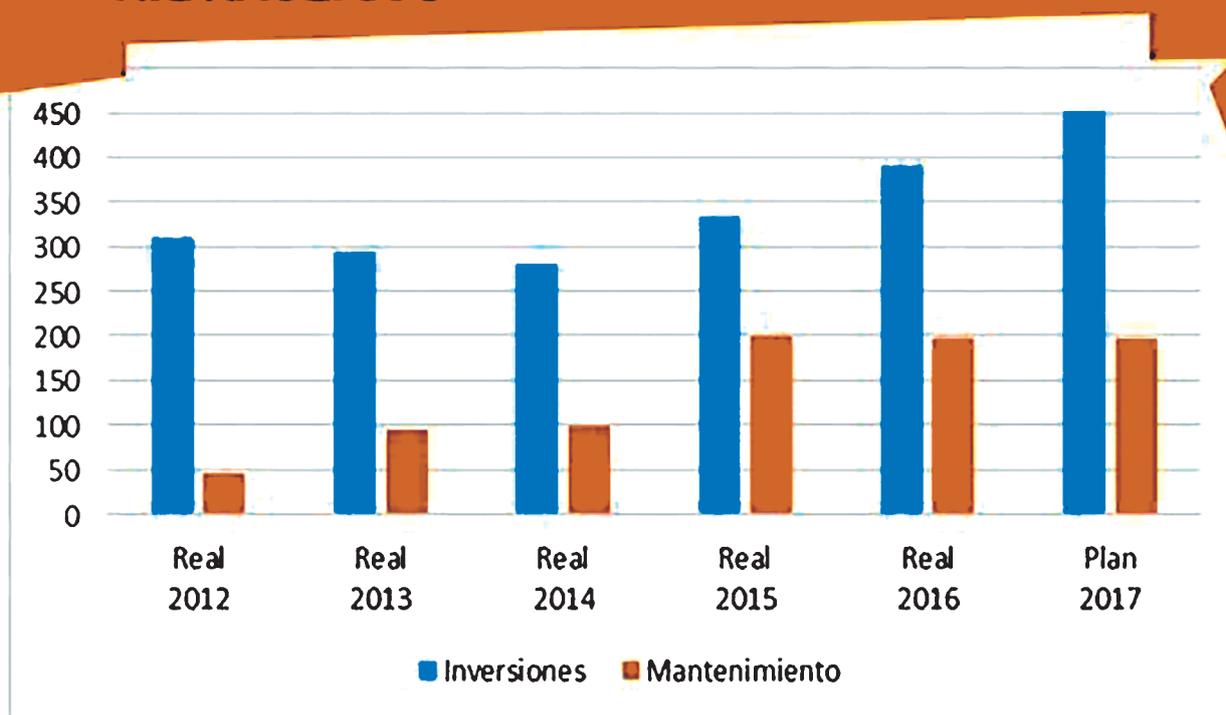
“Concibe un grupo de medidas imprescindibles por la contribución al ahorro de agua y estabilidad financiera de las empresas que brindan ese servicio, así como la disminución o eliminación de los subsidios que el Presupuesto del Estado asigna a esta actividad”.

**En el período 2012-2016 se logró recuperar cerca de 280 millones de m<sup>3</sup> de agua, de ellos cer-**

ca de 130 millones de m<sup>3</sup> en la actividad de abasto por Acueducto y Alcantarillado, lo que equivale a estimar que se han reducido las pérdidas hasta alcanzar el 45 por ciento. De forma neta se han disminuido los consumos energéticos en 19 GW/h, donde los mayores ahorros se han constatado en La Habana.

Champan destacó que se continúa trabajando en la estrategia de materializar fuentes de financiamiento para continuar con la rehabilitación, y en este sentido se han presentado propuestas de proyectos de colaboración a distintas organizaciones internacionales. Cada uno de ellos concibe la adquisición de los recursos de importación y la creación de la capacidad constructiva para la ejecución de los alcances.

## EVOLUCIÓN DEL PLAN DE RECURSOS HIDRÁULICOS



No obstante, no solo será suficiente erradicar las pérdidas, sino que también el país se encamina a “producir agua”.

“Actualmente estamos realizando perforaciones de pozos a mayor profundidad, también se implementan acciones para el re-uso del agua en las plantas de tratamiento de residuales y la captación de agua de lluvia”.

El procesamiento de agua de mar es otra de las estrategias seguidas por el INRH para la obtención de agua en el país, técnica que, aunque parezca novedosa ya se venía aplicando en determinados lugares del país hace algunos años.

“Hay plantas como las de Cayo Largo del Sur que ya llevan casi 10 años de explotación, sin embargo, es ahora que las personas vienen a escuchar con mayor detenimiento sobre este asunto”.

### La Habana: la de mayor complejidad

Javier Toledo Tápanes, delegado de Recursos Hidráulicos en la provincia de La Habana explicó que en la estrategia en La Habana está prevista la rehabilitación de las redes y de las conductoras que llevan en funcionamiento más de 80 años, además de la supresión de salideros.



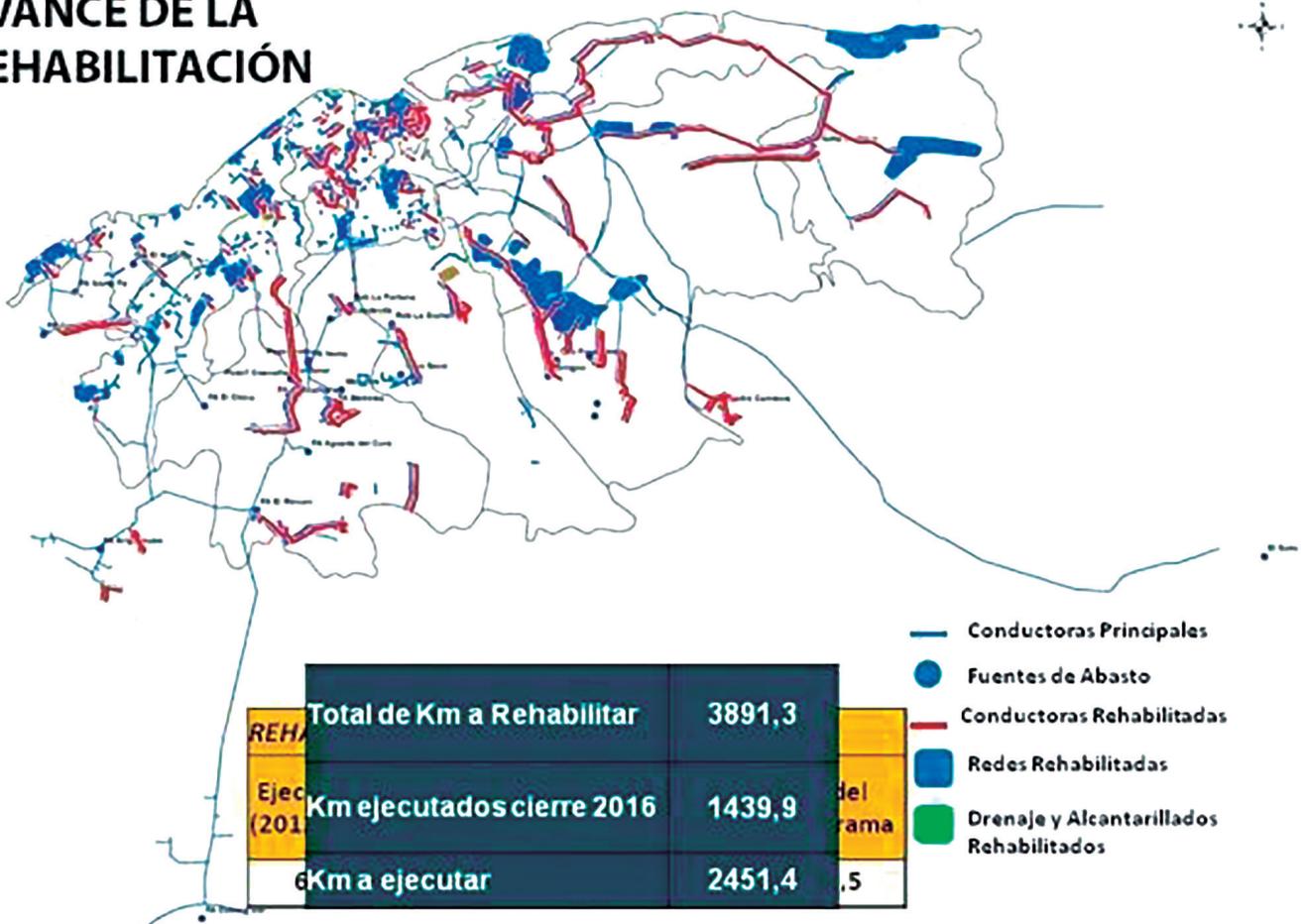
Por la concentración poblacional, Santiago de Cuba y La Habana son los territorios más complejos.

A decir del Ingeniero Javier Toledo Tápanes, delegado de Recursos Hidráulicos en la provincia de La Habana, en este territorio se diseñó un programa en el 2011 que aspira a disminuir las pérdidas en la conducción del agua y a mejorar y ampliar los servicios que se le ofrecen a la población.

**“Existen lugares en los que aún no se recibe agua a diario, la entidad trabaja en la solución de este problema como una de las principales acciones en el enfrentamiento a la sequía”,** comentó Toledo.

Asimismo, explicó que en la estrategia en La Habana está prevista la rehabilitación de las redes y de las conductoras que llevan en funcionamiento más de 80 años, además de la supresión de salideros.

## AVANCE DE LA REHABILITACIÓN



Consideró que una vez que se logre dominar mejor el agua se puede trabajar en la interconexión de los sistemas y en el análisis de fuentes alternativas, así como utilizar las tecnologías como los trasvases y la desalinización”.

Por otra parte habló del diseño de premisas técnicas que lleva a cabo el INRH entre las que se encuentran tratar de entregar diariamente agua en los hogares capitalinos, rehabilitar primeramente las conductoras y después las redes de distribución.

Según Toledo una de las principales acciones es prepararnos para enfrentar la sequía, en un futuro inmediato.

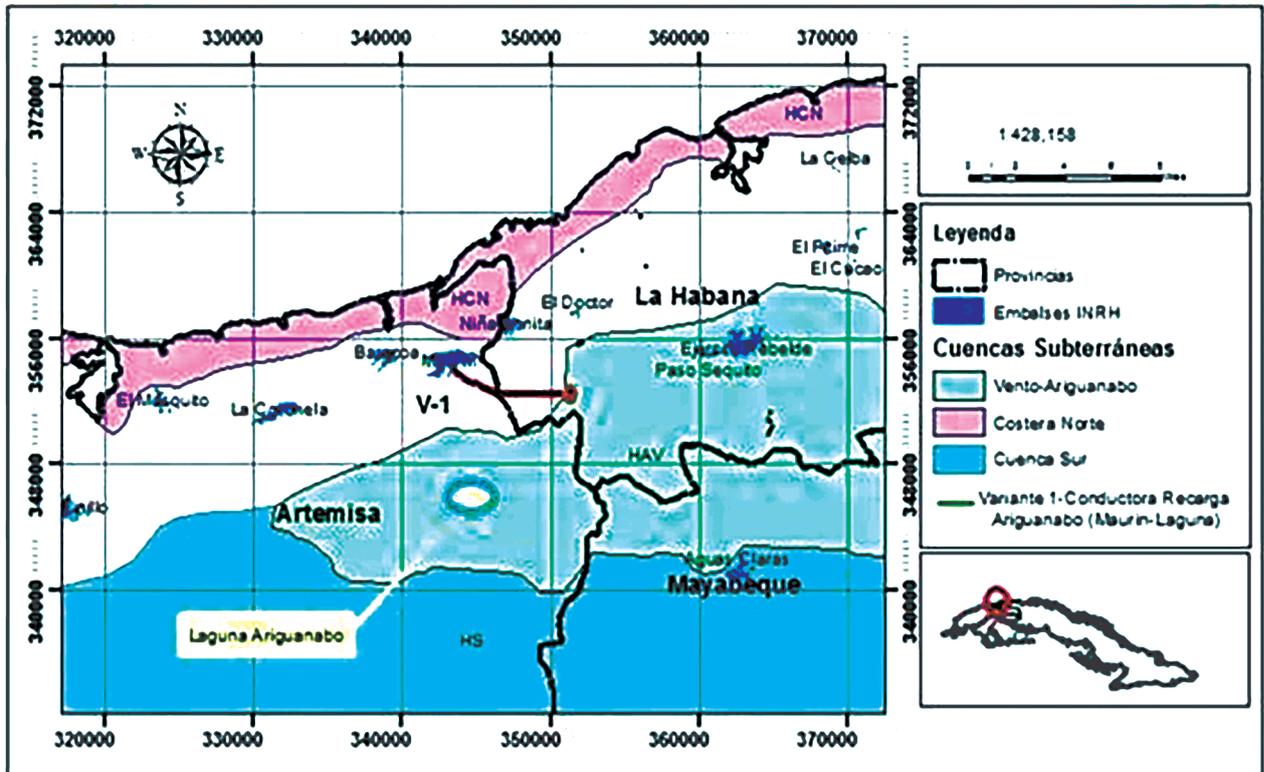
**Hasta el momento se han rehabilitado 1 377 kilómetros, con tecnología resistente y avanzada,**

**aunque aún faltan en la ciudad 1 970.** “Estamos a más de un tercio de cumplir con la meta que se propuso el programa”, añadió.

Según datos aportados por el especialista **en los últimos cinco años se han invertido en La Habana más de 225 millones de pesos y se han terminado 217 obras. En el 2017 se pretenden invertir 72 millones de pesos.**

Entre las principales obras ejecutadas se encuentran el desarrollo de los trasvases de Jaruco, la Coca, el Maurin-Ariganabo, recientemente terminado, que cubre al oeste de la capital, y por último el acueducto Farrón-Majagua que abastece al poblado de Santiago de las Vegas.

## Trasvase Presa Maurín hasta el Tanque de Ariguanabo



Otras de las medidas que ya dan resultado son las interconexiones con los sistemas principales en La Habana, que posibilitan en caso de fallas la continuidad del abastecimiento de agua.

“Hoy hay una tendencia creciente en el incremento del servicio a la población. Un grupo de personas antes no tenían agua las 24 horas y ya la tienen. Actualmente no existen ciclos de más de tres días sin el líquido”, aclaró el especialista.

### El agua de mar también se aprovecha



Ricardo Limias Díaz, Director de Inversiones del INRH, explicó que varios países se han visto en la necesidad de incrementar su potencial hídrico a partir del despliegue de la tecnología de la desalinización.

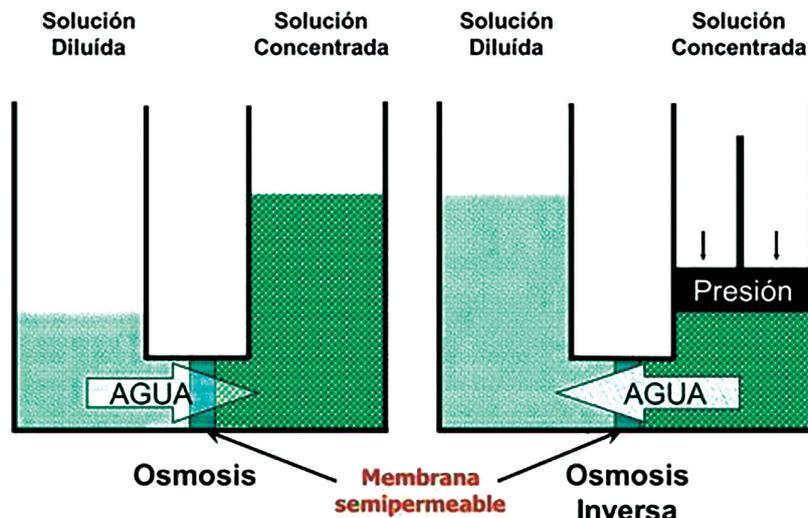
La obtención de agua a partir de procesos de desalinización fue el último, pero no menos importante tema del programa televisivo. Ante la disminución del régimen de precipitaciones en los últimos 30 años y las previsiones para los años 2050 y 2100 se aplican nuevas tecnologías para la producción del vital líquido.

En este sentido Ricardo Limias Díaz, Director de Inversiones del INRH, explicó que varios países se han visto en la necesidad de incrementar su potencial hídrico a partir del despliegue de la tecnología de la desalinización.

Al comentar sobre este proceso, dijo que este no es más que la separación de las aguas de las sales.

“Existen diferentes métodos para lograr la desalinización, pero la aparición en los años 60 de las membranas con calidad suficiente para filtrar con-

## PROCESO DE DESALINIZACIÓN



centraciones de agua de mar hizo que este tipo de tecnología se desarrollara rápidamente en comparación con otro tipo de procesos menos eficientes y costosos. El desarrollo moderno de la desalinización comenzó en Estados Unidos en el año 1955”.

El ingeniero explicó que, en la actualidad, el desarrollo tecnológico en este campo ha sido importante. “Como expresión de este resultado el costo energético y asociado a este el costo de producción por unidad de agua, se ha ido reduciendo paulatinamente a lo largo de las últimas décadas”.

No obstante, el aún alto costo de esta tecnología, cinco razones fundamentan la utilización de la desalinización del agua, estas son:

- La necesidad creciente de agua dulce.
- La protección de los acuíferos de agua dulce.
- La posibilidad de tratamiento integral y completo al agua ante nuevos y variados contaminantes.
- La diversificación de fuentes de agua.
- Su expansión en el uso industrial y de servicios.

## COSTO UNITARIO DE LA PRODUCCIÓN DE AGUA DESALINIZADA POR OSMOSIS INVERSA

EVOLUCIÓN

Año	Consumo específico (kW.h/m <sup>3</sup> )	Costo unitario
		(euro/m <sup>3</sup> )
1970	22	2,10
1980	18	1,80
1985	15	1,11
1988	13	1,10
1989	8,5	0,96
1990	6,2	0,75
1992	5,8	0,72
1992	5,5	0,69
1996	5,3	0,66
1998	4,8	0,52
1999	4,5	0,52
2000	4,0	0,50
2001	3,7	0,49
2002	3,5	0,48
2003	3,3	0,46

Hoy existen montadas en Cuba un nivel de plantas desalinizadoras que se encuentran ubicadas en:

- Cayo Largo del Sur (5 módulos)
- Hotel Jibacoa
- Hotel Itabo
- Hotel Habana Libre
- Hotel Cobarrubias
- Termoeléctrica de Santa Cruz
- Termoeléctrica de Santiago de Cuba Antonio Maceo

Para el presente año se prevén instalar 12 nuevas plantas, seis de ellas en Santiago de Cuba, una en Guanabo, La Habana, una en Ciego de Ávila, dos en Granma y dos vinculadas al desarrollo turístico.

Nota: Por la relevancia de este tema Cubadebate publicará próximamente un reportaje mucho más amplio sobre la instalación de plantas desalinizadoras en Cuba.

## Proceso de desalinización

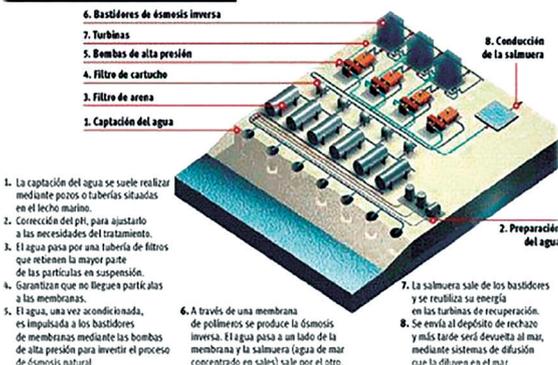
### Ubicación de Plantas Desalinizadoras

En funcionamiento
• Cayo Largo del Sur (5 módulos)
• Hotel Jibacoa
• Hotel Itabo
• Hotel Habana Libre
• Hotel Cobarrubias
• Termoeléctrica de Santa Cruz
• Termoeléctrica de Santiago de Cuba Antonio Maceo

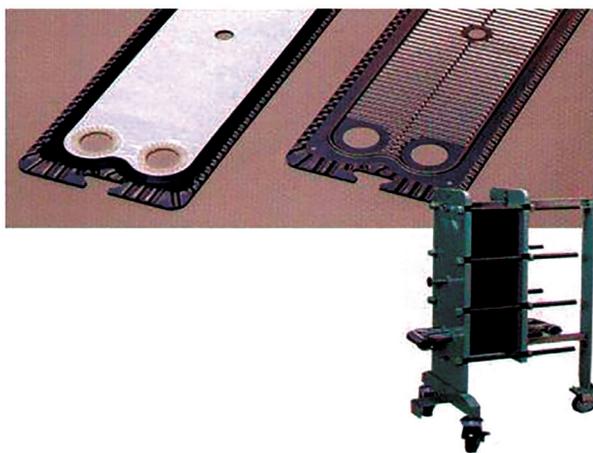
En construcción, traslado, montaje o puesta en marcha		
Nº	Provincia	Municipio
1	La Habana	Guanabo, Marbella
2	Granma	Cauto Cristo, El Salvia
3	Santiago de Cuba	Santiago de Cuba
4	Santiago de Cuba	Guama
5	Santiago de Cuba	Guama
6	Santiago de Cuba	Guama
7	Santiago de Cuba	Guama
8	Santiago de Cuba	Guama
9	Villa Clara	Cayo Santa María
10	Ciego de Avila	Cayo Coco
11	Ciego de Avila	Florencia
<b>Total</b>		<b>Once (11)</b>

### Área para Pretratamiento

#### ¿Cómo funciona una planta desalinizadora?



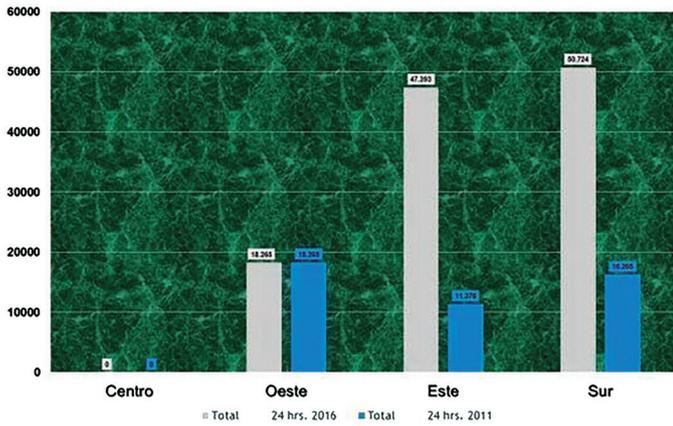
### Configuración de membranas en placas paralelas



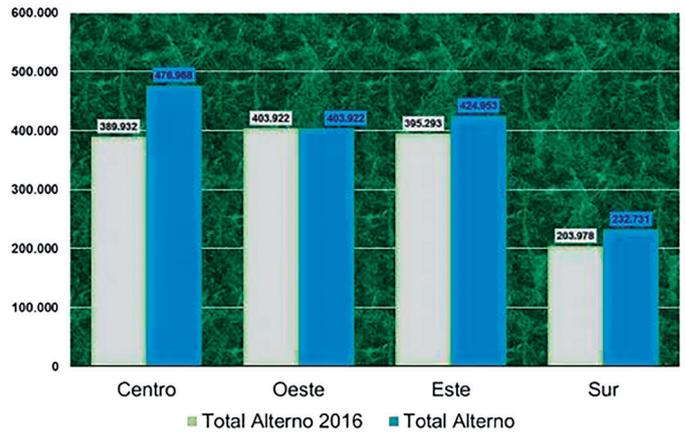
## Situación de la Capital y obras de infraestructura



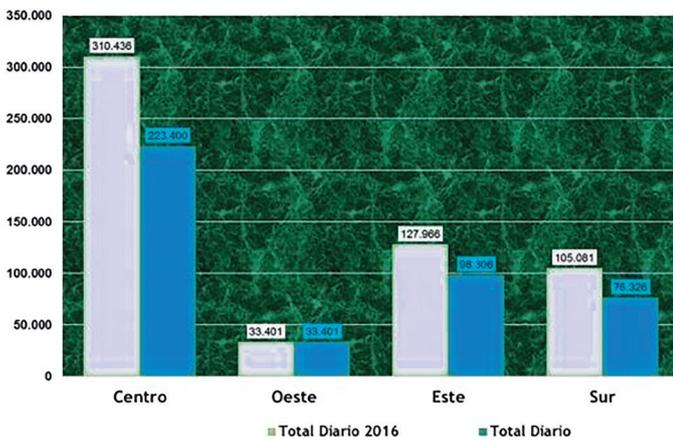
SERVICIO 24 H.



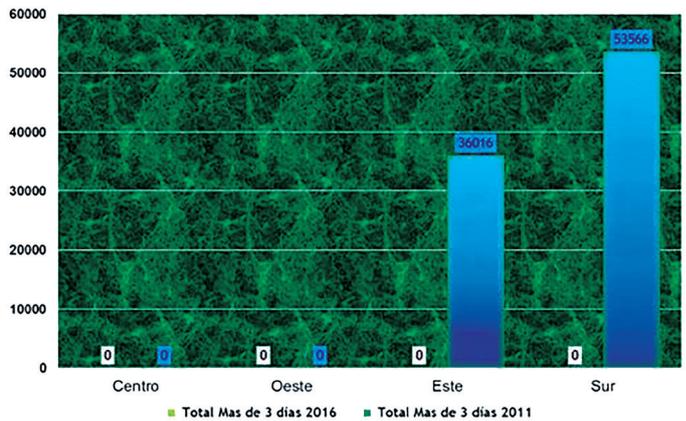
SERVICIO DIAS ALTERNOS.



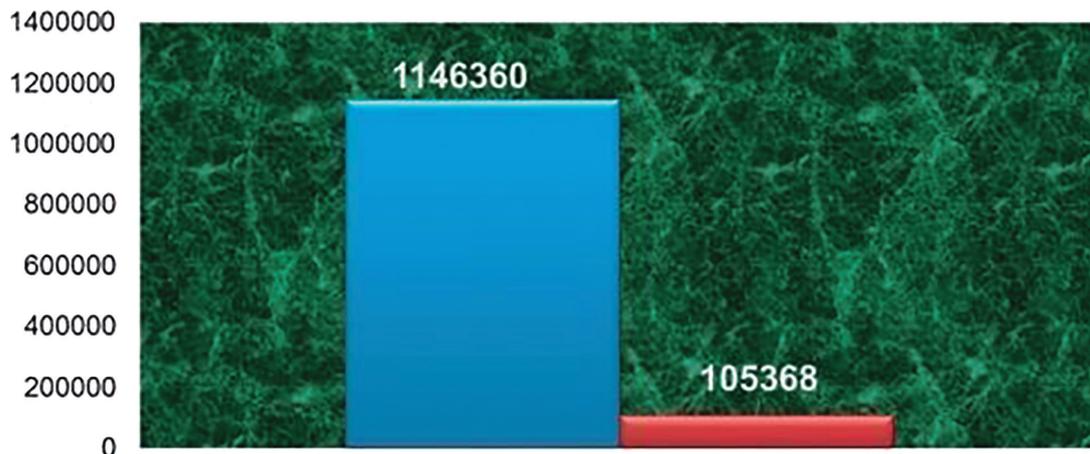
SERVICIO DIARIO.



SERVICIO MAS DE TRES DIAS.



## Población afectada ante fenómenos de sequía severa

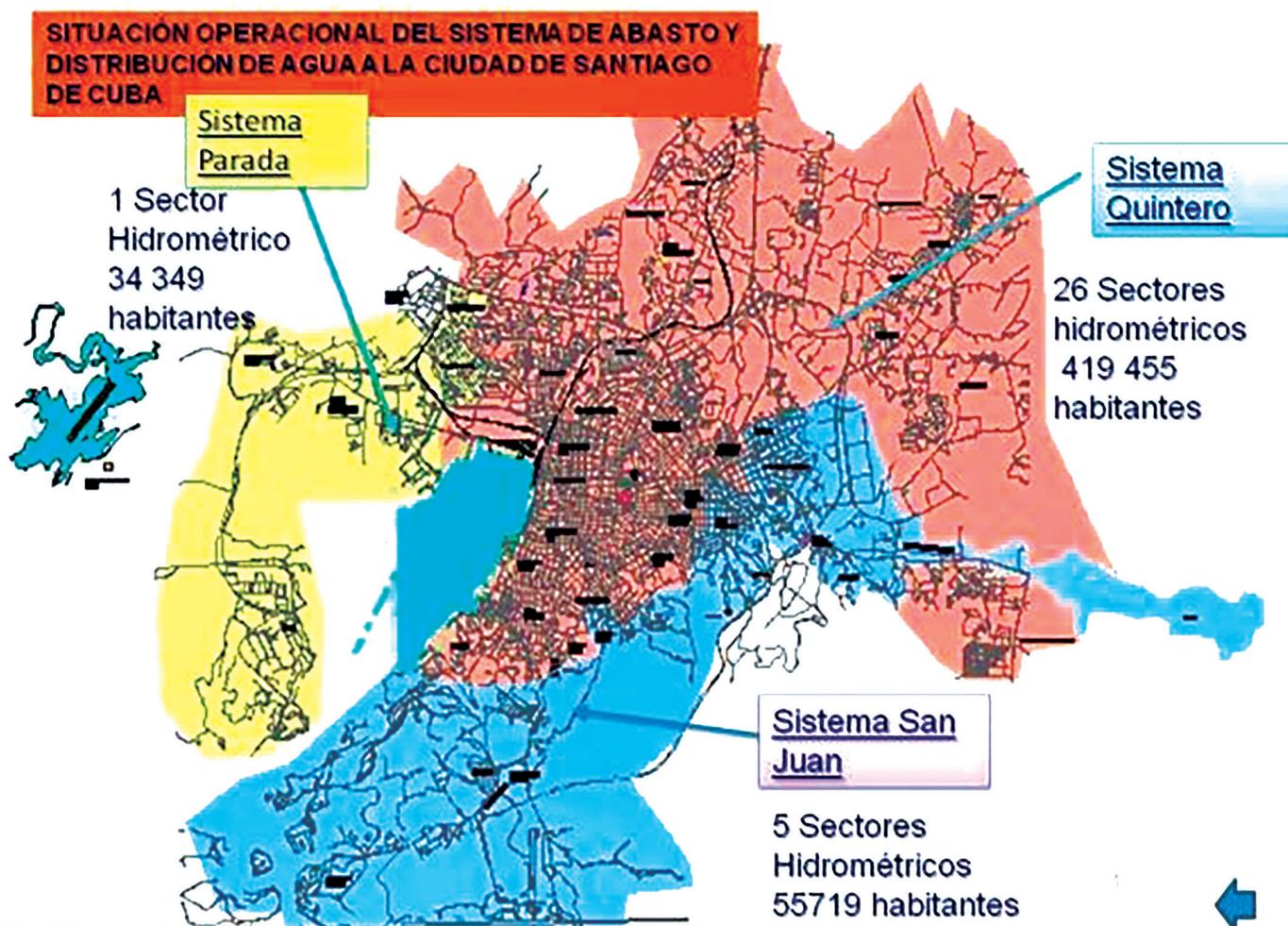


■ Año 2011   ■ Año 2016

# AHORROS POR LA DISMINUCION DE AGUA BOMBEADA

Agua dejada de Bombear (Hm3)	Ahorro en portadores energéticos(Gw)	Ahorro en productos químicos (Ton)
<b>46,531</b>	<b>16,75</b>	<b>1070,21</b>

## Abasto de Agua en Santiago de Cuba



## ADVERSIDAD QUE UNE VOLUNTADES<sup>1</sup>

## COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL QUÉ DICE LA PRENSA

Una batalla épica contra el tiempo se libra en 32 mil metros cuadrados de la geografía mayabequense, donde se decide el abasto de agua a miles de capitalinos que habitan en los municipios del centro de la ciudad y en parte de Boyeros.

La calma se ha roto en aquel punto cercano al poblado de La Salud, en el municipio de Quivicán, donde colapsó un tramo de casi un kilómetro de la conductora Cuenca Sur, la de mayor diámetro entre las principales fuentes que tributan hacia La Habana.

El agua fluyó en altura para luego anegar el campo. Desde entonces, una invasión de equipos y constructores no da tregua y ya alcanzó la meta inicial, porque funcionan las dos primeras líneas paralelas de tuberías que permitieron la llegada del preciado líquido a los tanques de Palatino y su distribución, de manera escalonada, a partir de la noche del jueves último.

De forma simultánea se ha ido acometiendo la segunda etapa. Este domingo se trabajaba en la conexión de la tercera línea, y en pocos días será la cuarta, pues siguen llegando las tuberías de polietileno de alta densidad (PAD) producidas a todo tren en la capitalina fábrica Hidroplast.

El esfuerzo fabril va a tono con el ritmo de ejecución a pie de obra, donde el incesante ir y venir de camiones, de buldóceros y de cargadores, en tan poco espacio, obliga a preguntarse cómo es posible que todo salga bien y en el tiempo previsto. La respuesta la tenemos en que no solo hay organización y exigencia.

A todas luces hay quienes velan porque se cumplan las condiciones seguras de trabajo y el uso de los medios de protección, pues si bien muchos son operarios experimentados, nunca está demás el cuidado extremo.

### De faltas y premuras

Más de 400 mil habitantes se han visto perjudicados por la avería. Pero la afectación fuera mayor de no haberse realizado, en los últimos seis años, inversiones en otras importantes fuentes de abasto para su rehabilitación e interconexión, lo cual permitió trasvasar, desde estas, la mitad de los tres mil litros por segundo que aporta la conductora Cuenca Sur.

“De lo contrario, los cinco municipios del centro de la ciudad habrían estado sin agua”, afirma categórico el ingeniero Javier

Toledo, delegado del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) en la capital, quien acompañado por el ingeniero Bladimir Matos, vicepresidente del organismo, sigue al detalle cada trabajo.

Sus rostros denotan el cansancio acumulado y entre una llamada o una consulta técnica, ambos atienden al equipo de Trabajadores, porque –aseguraron–, saben la importancia de la prensa y el papel que ha desempeñado en mantener informada a la población de cuanto se hace para restablecer el servicio. Para Bladimir lo más importante a destacar es la unidad y cooperación demostradas por todos los constructores, provenientes de diferentes organismos.

“Están trabajando como una familia y con mucha responsabilidad y compromiso, sin distinguir nombres para evitar olvidos involuntarios”, subraya. Por eso prefiere referirse a brigadas del INRH y de los ministerios de la Construcción y de Energía y Minas. Es un sentimiento generalizado, imprescindible en situaciones de emergencias como esta, que se dan poco y obligan a constantes decisiones en el terreno para ganar horas, minutos, segundos.

Así ocurre a los proyectistas, quienes aportaron la solución a fin de sustituir el tramo afectado. Con las cuatro líneas se podrán habilitar hasta 12 pozos para bombear en un régimen seguro, plantea el ingeniero Norberto Delgado Pino, especialista de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana.

### Historia a medias

Y si de contribuciones se habla, bien valen estas líneas para alguien de quien solo supimos el nombre, Michel, que tiene unos 35 años y vive en las inmediaciones de la Virgen del Camino.

Desde hace seis años dejó su puesto de operario para convertirse en trabajador por cuenta propia. Resultó que la máquina en la que laboraba era la decisiva para llevar adelante la solución a las 12 piezas metálicas que unen las líneas de tubería de PAD con la conductora, conformada por tubos de centro acero, tecnología en desuso y sustituida hace tiempo en el mundo por los de PAD.

El sábado 27 de mayo llegaron las planchas a una unidad del Grupo de Cemento ubicada en San Francisco de Paula y perteneciente al Grupo Empresarial Industrial de la Cons-

trucción. Hubo que buscar a quien único podía enrolarlas: era Michel y no se negó. Al día siguiente, bien temprano, salieron rumbo a su destino los primeros tubos.

El resto los terminaría en medias jornadas durante otros tres días. La anécdota me hizo pensar en que ese joven había cumplido por ser cubano y estar imbuido del altruismo que la mayoría llevamos dentro y brota en circunstancias como esta, motivo de desvelos no solo para los constructores, pues autoridades del Partido y del Gobierno en todas las instancias permanecen al tanto de la situación y acuden al lugar a cualquier hora del día o de la noche.

Es que los movilizados en el kilómetro seis de Cuenca Sur laboran las 24 horas, unos en jornadas extendidas, como ocurre a la brigada No. 1 del contingente Blas Roca Calderío, responsable del movimiento de tierra y el rehincho de las trincheras. Varias actividades tienen doble turno y hasta un tercero, tal es el caso del grupo de obras especiales de Aguas de La Habana, integrado entre otros, por soldadores, encargados de unir los tubos con termofusión.

Hasta el equipo en funciones nos acercamos al rayar el mediodía. La hora en que, según nuestro fotorreportero Robleda, el perro no sigue al amo. Sin embargo, en la obra la actividad no ha perdido ritmo. Lideados por Reinaldo, desde la noche anterior estaban Juan Carlos, Walvis, Lázaro y Reinier, quienes preparaban el traslado de la máquina para seguir en la soldadura del tercer kilómetro de tubería. En el extremo opuesto conversamos con los soldadores Rondón y Ferrer, de la brigada No. 2 de la Empresa Constructora del INRH, la de Pancho, como identifican cariñosamente al colectivo que dirige este viejo maestro de obras. A todos los conocimos cuando en el 2011 se acometía el trasvase entre las presas Jaruco, en Mayabeque, y La Coca, que forma parte del sistema de abasto al este de la capital.

La nueva hornada de técnicos y especialistas tenía fuerte representación en la tropa de Aguas de La Habana. La mayor parte ocupada en las pruebas de pitometría, que según explicó el ingeniero Alexis Hernández, consiste en medir con sensores por fuera de la tubería para comprobar la presión, volúmenes y caudal del agua, que ese día, llegó poco a poco a su destino. Fue el mejor indicio para todos, de que habían ganado una batalla y de que vencerán en esta guerra.

El mejoramiento de la calidad del agua: prioridad cubana. 

<sup>1</sup> Granma 4 Junio, 2017 • por Vivian Bustamante Molina

# NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

## Amigo Lector,

Nuestra revista se encuentra abierta a la recepción de contribuciones de autores nacionales y extranjeros que contribuyan al cumplimiento de la misión de la misma y que acepten y respeten las normas y procedimientos que se han establecido como Política Editorial. **Se aceptan las siguientes contribuciones:**

- **Artículos informativos de divulgación científico-técnica:** Con resultados o nuevos aportes para ser difundidos y del área temática de la revista; no deben exceder las 10 páginas incluyendo el resumen, las tablas, las figuras, mapas y las referencias bibliográficas.

## Normas de presentación:

Los artículos informativos de divulgación científico-técnica deben ser originales o inéditos, no deben estar postulados para publicarse en otras revistas, deben estar en concordancia con el perfil temático de la revista y sus objetivos y cumplir además con las orientaciones que se dan a continuación:

1. Los autores que postulen ceden los derechos de difusión de estos contenidos a la revista *Voluntad Hidráulica*, con permiso de reproducir sus contenidos en conferencias, congresos, talleres científicos, en la página Web de la institución y en otras actividades docentes o académicas.
2. Presentación y estructura:

## Tipo de letra y espaciado

En el cuerpo del texto se empleará el tipo de letra Arial, puntaje 12, texto justificado y con un interlineado de 1,5 simple espacio, a excepción de los títulos de las contribuciones que se escribirán en mayúsculas, centrados y con el tipo de letra Arial, puntaje 14.

## Los epígrafes y sub-epígrafes

Los epígrafes y sub-epígrafes serán numerados de manera ordenada y consecutiva hasta el tercer nivel de agregación, se empleará la negrita en cada caso. Ejemplo:

### 1. Desarrollo

#### 1.1. Los acueductos en las zonas costeras

##### 1.1.1. Fuentes de contaminación

A partir del tercer nivel los sub-epígrafes se enunciarán en negrita y sin numeración.

## Normas de estructuración del contenido del trabajo

**Título:** No excederá de 20 palabras, debe ser conciso, evitar las siglas, y expresar la idea central del trabajo.

**Datos de los autores:** De cada autor se debe enunciar nombres y apellidos completos, la institución a la que pertenece, correo electrónico, ciudad y país. En caso de que los autores pertenezcan a la misma institución no es necesario repetirla, se debe colocar en cada nombre del autor un superíndice y solamente al autor principal se le enunciará la institución.

**Resumen:** El resumen tendrá una extensión entre 75 y 150 palabras, no será estructurado y se escribirá a un solo párrafo, empleando la tercera persona y de manera impersonal. Debe exponer el objetivo, los métodos/procedimientos generales empleados, los resultados y conclusiones principales.

**Palabras claves:** Se escribirán separadas por un guión, deben ser como mínimo 4 y como máximo 7.

**Introducción:** Debe reflejar el problema y los objetivos del trabajo, así como la importancia del aporte que presenta el autor/es.

**Desarrollo:** Es la sección donde se presentan los procesos/técnicas empleadas, así como los resultados con sus respectivos análisis.

**Conclusiones:** Se expondrán las contribuciones científicas o resultados obtenidos y deben estar en correspondencia con los objetivos planteados en la introducción.

**Bibliografía:** Las referencias bibliográficas se realizarán siguiendo la norma **NC 1: 2005 “EDICIÓN DE PUBLICACIONES NO PERIÓDICAS. REQUISITOS GENERALES”;** Oficina Nacional de Normalización.

Ejemplos:

MILANÉS, J. J.: *Obras completas*, Ed. Consejo Nacional de Cultura, t. 1, La Habana, 1963.

PAZOS ÁLVAREZ, V., NORMA ROJAS HERNÁNDEZ y DORA VIERA LÓPEZ-MARÍN: *Temas de Bacteriología*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1985.

“La calidad de vida en el adulto mayor”, en: *La Tercera Edad*, pp. 42-60, Madrid, España, 1987.

UNIÓN DE ESCRITORES Y ARTISTAS DE CUBA: *Estatutos de la UNEAC y reglamentos de las secciones*, 52 pp., Ed. UNIÓN, La Habana, 1979.

ADJABENG, SENYO M.: “Tour-Point Strategy To Taming Your Biases In Mediation”; disponible en: [www.mediate.com/articles](http://www.mediate.com/articles); consultado en Junio 2007.

## Tablas, esquemas, figuras y fotos

Deben venir acompañadas de su título, deben estar en JPG y tener una calidad igual o superior a 300 dpi.

- **Novedades:** Artículos que realicen una valoración de un avance científico-técnico o de nuevas tecnologías, a partir del estudio de fuentes especializadas de información.
- **Comunicación:** Pueden ser entrevistas, reportajes, crónicas, notas técnicas, anuncios o comunicaciones, sobre un tema en particular que tiene relevancia para el público de la revista.
- **Reseñas:** Son textos valorativos acerca de una obra hidráulica de relevancia o una valoración bibliográfica acerca de un tema disciplinar acorde a la temática de la revista.

Los artículos de Novedades, Comunicaciones y Reseñas tendrán una extensión máxima entre 6 y 10 páginas.

**Todos los artículos presentados serán sometidos al proceso de revisión editorial y en el caso de los Artículos Informativos de Divulgación Científico-técnica serán sometidos además al proceso de revisión por pares a doble ciego y por árbitros externos a la entidad del autor.**

Le saludamos afectuosamente y deseamos que se convierta en este 2016, además de en asiduo lector, en nuestro contribuyente más entusiasta.

**Comité de Redacción de la Revista**



INSTITUTO NACIONAL DE RECU