

voluntad HIDRAULICA

ÓRGANO OFICIAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS
Humboldt No. 106 esq. a Calle P. Vedado. Municipio Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba. CP 10400.
Correo de Contacto: nidya@hidro.cu. Revista Trimestral.

La Habana, Agosto de 2015 / No. 113 / ISSN 0505-9461

Cubagua Habana 2015



INRH
53 aniversario



Cubagua
Habana 2015

PROGRAMA

XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica VIII Seminario Internacional de Uso Integral del Agua Simposio Técnico Comercial

XII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
VIII SEMINARIO INTERNACIONAL DE USO INTEGRAL DEL AGUA

Cubagua

Cubagua

de Agua y Saneamiento Ambiental día: 9 de junio/2015

Referencia y Ponencias	Ponente	País
Exposición Ferial		
Tratamiento de aguas residuales con Recursos Alternativos	Ing. Pablo Valenzuela Oregó	CUEX, Panamá
Tratamiento de aguas residuales: Nuevo siglo, nuevos desafíos	Francisco Rivera Díaz	Ha/Cuba
Tratamiento de aguas residuales en zonas rurales y medianas localidades: el caso de Santa Fé de Bogotá	Prof. Luis Antonio Traba	Argentina
Community Aqueducts, strategies for resolving water scarcity	Prof. Hildebrando Ramirez Arcila	Colombia
Tratamiento de aguas residuales Biofiltro: Experiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en CORAASAN	Ing. Vladimir Rodríguez Núñez	Santiago De Los Caballeros, República Dominicana
Tratamiento de aguas residuales en una zona local: el caso de la ciudad de Baracoa	Andrés A. Rodríguez Pizarro	Gr/Cuba
Tratamiento de aguas residuales con membranas: el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Baracoa	Prof. Luis Antonio Traba	Argentina
Tratamiento de aguas residuales con membranas: el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Baracoa	Prof. Luis Antonio Traba	Argentina

GALA INAUGURAL
SALA COUARRUBIAS TEATRO NACIONAL DE CUBA

DÍA	HORA	ACTIVIDAD
8 de Junio	8:00 - 9:15	Gala Inaugural
9 de Junio	8:00 - 9:15	Inauguración del Evento Cubagua 2015
	9:20 - 11:00	Conferencias Salón Plenario
	11:00 - 11:20	Receso
	11:20 - 11:40	Inauguración de la Feria Expositiva
	11:40 - 12:40	Sesiones de Trabajo
	12:40 - 14:00	Almuerzo
	14:00 - 17:00	Sesiones de Trabajo
10 de Junio	8:00 - 11:00	Conferencias Salón Plenario
	11:00 - 11:20	Receso
	11:20 - 12:40	Sesiones de Trabajo
	12:40 - 14:00	Almuerzo
	14:00 - 17:00	Sesiones de Trabajo
11 de Junio	8:00 - 11:00	Conferencias Salón Plenario
	11:00 - 11:20	Receso
	11:20 - 12:40	Sesiones de Trabajo
	12:40 - 14:00	Almuerzo
	14:00 - 17:00	Sesiones de Trabajo

8 - 13 JUNIO (Palacio de Convenciones)

del Someto del La contribución del Programa seguridad hídrica"

DÍA	HORA	ACTIVIDAD
11:00	11:20	Receso
11:20	11:40	Inauguración Feria Expositiva

PROGRAMA DE CONFERENCIAS | Sala 15

DÍA	HORA	PROVEEDOR	TEMÁTICAS	PORENTE	CARGO	PAÍS
09-jun	11:00 11:30	SIP-ACUSTER	Reparación de depósitos y tuberías mediante sistemas de revestimientos plásticos.	Leonel Avando	Director Internacional de Producto	México
	11:45 12:15	UNITED PRODUCTS	1) Termofusión Soldar Polietileno en general (presentación de la tecnología y de los productos). • Presentación Ritmo, • HDPE, • Electro fusión, • Máquinas para Termofusión - Semi Automáticas e Easy Life, 2) Ritmo, Tecnología e incremento productividad en las obras - Easy Life - Tracción por entera y Alta Presión. Visión de las nuevas tecnologías en el mundo de la fusión para adaptarse con las condiciones más difíciles, aumentar la productividad y disminuir la posibilidad de errores humanos. 3) Control y certificación de las soldaduras. Data Log, Seguridad con aplicaciones industriales, agua y gas. Control y certificaciones de las soldaduras, Data Log, Seguridad en aplicaciones industriales, agua y gas.	Carlo Cardán	Jefe Comercial de la Empresa RTMO para el área de América Latina	Italia
	12:30 12:45	CHIMATEX	Sistema de ultrafiltración en la depuración de aguas.	Leoncio Belbusti	Presidente Protech S.R.L.	Italia
	13:00 13:30	SIP-ACUSTER	Reparaciones mediante electrocoadura en grandes diámetros y abrazaderas de reparación metálicas.	Ramón García Solé	Director Ingeniería y Calidad	España
	13:45 14:15	HIDROPLASTIC	Nuevas formas de prevención del golpe de ariete y simulación la compresión y la modelización de las nuevas formas de prevenir el golpe de ariete, para los costos y daños reducidos se explican junto con válvulas de aire CSA contra el martillo, válvulas de seguridad y los tanques de compensación innovadores sin vejiga y compresor.	Enric De Puol	Presidente	Italia
	14:30 15:00	CLAIMA PROJECT	Tecnología y productos para el tratamiento y reutilización de las aguas.	José Luis Santos	Técnico	España
	15:15 15:45	STP	Filtros en línea para tuberías de grandes diámetros.	Jordi Soler	Representante	España
	16:00 16:45	LLABERIA PLÁSTICS	Sistema contra incendios Red Pipe.	Xavier Capdevila Vilhí,	Director Técnico de Llaberia Plastics, S.L.	España

La Habana, Cuba
Año 53 de la Revista, Agosto de 2015

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

Palabras de inauguración | 5

Palabras de bienvenida | 6

CIENTÍFICO TÉCNICO

Un índice para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales en cuencas hidrográficas (ICA sp 2014) | 7

Agua potable: enfoques en el nuevo siglo | 16

Biorremediación con microorganismos eficientes. Experiencia de la aplicación del VERSAKLIN para el tratamiento de aguas residuales en Cuba | 23

COMUNICACIONES

Programa del espectáculo "Cuba, la música que lleva dentro". Gala Inaugural. Cubagua 2015 | 29

Reflejo en la prensa

Reseña del evento | 31

El delegado más joven de Cubagua 2015 | 37

Acuerdos para avanzar en la rama hidráulica | 38

Apoya Kuwait rehabilitación de redes hidráulicas en Cuba | 42

Compartirá fondo kuwaití experiencias | 43

Soluciones eficientes y racionales para el mejor uso y tratamiento del agua | 44

Cubagua 2015 cerró sus puertas | 45

Presenta Manual de Cuencas Hidrográficas | 47

Una plataforma de oportunidades y negocios | 48

Cubagua llegó para quedarse | 49

Destacan potencialidades de Cuba para manejo de aguas residuales | 50

El agua tiene la palabra | 52

Cubagua 2015 propició el intercambio de investigaciones más actualizadas en el sector | 53

Soluciones tecnológicas de avanzada en convención | 54

De esos héroes anónimos nuestros...

Hildita y Julita: dos joyas de Cubagua 2015 | 56

Mensajes educativos

Enfermedades relacionadas con el agua con énfasis en el cólera | 58

NOVEDADES

En la expo de Cubagua 2015... ¡Albricias! | 66

Discurso de clausura del Cubagua 2015 | 68

CONSEJO EDITORIAL



DIRECTOR | Ing. Abel Salas García



EDITOR EJECUTIVO | Lic. Nydia A. Espinet Vázquez



EDITOR ASOCIADO | M.Sc. Gisel Pérez Wong

CONSEJO TÉCNICO EVALUADOR



Dr. Juan
Fagundo Castillo



Dr. Eduardo
Velasco Davis



Dr. Jorge Mario
García Fernández



Ing. Emir
Sierra Oliva



Ing. Alberto
Porto Varona

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: nidya@hidro.cu.

Cubagua **TECNOLOGÍA** **Y CONOCIMIENTO** **UN CONCEPTO HECHO REALIDAD**

EDITORIAL

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos desarrolla una ardua labor para la implementación de la Política Nacional del Agua y lograr con ello que las cuatro prioridades en ella definidas: el uso racional y productivo del agua disponible, el uso eficiente de la infraestructura construida, la gestión de riesgos asociados a la calidad del agua y la gestión de riesgos asociados a los eventos extremos del clima, se conviertan en una práctica a nivel de la administración, la economía, la sociedad, y el medio ambiente.

Eventos como CUBAGUA son una vía para expandir el conocimiento científico, intercambiar experiencias entre todos los actores de la sociedad que administran o utilizan el agua y presentar las más actualizadas tecnologías en torno a las cuatro prioridades antes relacionadas y además impulsar la creación de una cultura sobre el uso racional y productivo del agua.

Esta primera edición cumplió con estos objetivos ya que ha hecho un aporte sustancial al conocimiento científico y tecnológico por ser espacio propicio para que ingenieros, técnicos y trabajadores en general del sector hidráulico de nuestro país y de más de 20 países del resto del mundo presenten sus ponencias, impartan conferencias o muestren sus productos.

Uno de los resultados más importante del evento estuvo relacionado con el alto nivel científico y profesional de los conferencistas que cada día iniciaron las sesiones de trabajo, lo que además de prestigiar el evento, evidenció la importancia que personalidades e instituciones vinculadas al sector del agua dan a todo aquello que se viene haciendo en nuestro país.





Las conferencias magistrales impartidas por expertos de la Unión Europea para la Gestión e Ingeniería Ambiental, el Fondo Kuwaití para el Desarrollo Árabe, el Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional, la Oficina del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, la Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional y la Asociación Cuba Cooperación de Francia son una muestra de lo anteriormente expresado.

A ello se debe adicionar la amplia participación y calidad de los trabajos presentados en el XII Congreso de Ingeniería Hidráulica, el VIII Seminario de Uso Integral del Agua y el I Simposio de Tecnologías del Agua que en los días de realización del evento atrajo a más de 700 expertos cada día, entre ponentes, invitados y visitantes, todos ellos vinculados al sector de los recursos hidráulicos.

Debe destacarse también la participación en la feria asociada, donde tuvieron presencia más de 50 firmas internacionales en representación de 73 empresas vinculada al sector del agua, evidenciando el interés que despierta Cuba por las acciones que se están llevando a cabo en el sector de los recursos hidráulicos, que incluyen el amplio proceso inversionista.

Entre los resultados más importantes del evento hay que relacionar los acuerdos firmados entre empresas internacionales y nacionales para el desarrollo de diferentes líneas de colaboración, entre las que se pueden relacionar:

1. Memorando para el fortalecimiento de las capacidades de reparación de equipos de bombeo de la marca Wilo, de Alemania.
2. Memorando para la creación de capacidades en la detección de fugas a través de la utilización de equipos de la marca Sewerin.
3. Memorando para el fortalecimiento de las capacidades de reparación de equipos de bombeo de la marca Grundfos, de Dinamarca.
4. Memorando para el apoyo tecnológico en el uso de la tecnología de bio-discos para el tratamiento de aguas residuales.

No hay dudas de que estos memorandos acordados y firmados en el marco del evento que potenciarán la capacidad de las estructuras empresariales del INRH para desempeñar sus funciones con mayor calidad y brindar un mejor servicio a la población y al sector estatal, según sea el caso.

CUBAGUA 2015, evento conceptualizado como marco propicio para el intercambio de conocimientos y tecnologías especializadas en el sector del agua, se hizo realidad y tanto el nivel de convocatoria logrado como la calidad y trascendencia de los trabajos presentados hacen presagiar que es un evento que llegó para quedarse y desde ya significa un reto para su segunda edición, propuesta a realizarse en el año 2017. 💧

Ing. Vladimir Cabranes Alpízar
 Director de Relaciones Internacionales
 y Comercio Exterior. INRH

Nota de la Redacción: Todas las fotos que aparecen en este Número Especial de la revista son cortesía de los compañeros de la Empresa Aguas de la Habana siguientes: Carlos Joa Almeida, Jorge Arenas Casanueva y Roberto Perdomo, y de Pepe SuQ, fotógrafo de la UNAICC.

PALABRAS DE INAUGURACIÓN

Estimados invitados, delegados y participantes:

Esta mañana comienza Cubagua 2015, dedicado especialmente al intercambio de conocimiento, técnico y comercial, encaminado al mejoramiento de la gestión de las buenas prácticas en el sector del agua.

El Instituto Nacional de Recursos hidráulicos, le confiere una gran importancia a este evento, que permite intercambiar sobre las políticas, las regulaciones, los productos y las tecnologías que favorecerán en una adecuada implementación de la política nacional del agua, aprobada por el gobierno cubano.

Todos los aquí presentes, de alguna manera, estamos implicados en la aplicación de esta política, en la implementación de sus cuatro prioridades y por lo tanto es el marco propicio para intercambiar conocimientos con el objetivo de que esta política se implemente de la mejor manera y con mayor eficiencia.

Este encuentro ha logrado reunir a más de 500 especialistas de los cuales 174 son delegados, participantes o invitados extranjeros que representan 24 países de cada uno de los continentes, quienes nos honran con su presencia, por la acogida y apoyo que han ofrecido a este evento.

Es también importante destacar la amplia muestra expositiva en la feria asociada, aproximándose a los 1 200 metros cuadrados de área expositiva, de los cuales 658 metros cuadrados exponen los productos y las tecnologías de empresarios extranjeros que representan 73 firmas de 14 países, dando la posibilidad a delegados y participantes de estar en contacto directo con las más novedosas tecnologías en el abasto de agua, en el tratamiento de las aguas residuales, en técnicas de construcción e investigación y proyectos, por lo cual estamos convencidos de que se propiciara la concertación de acuerdos para la incorporación de estas técnicas a nuestro quehacer diario en el desarrollo económico de nuestro país en el sector del agua.

Finalmente agradecemos nuevamente a todos su presencia, y los exhortamos a trabajar intensamente en estos días para aprovechar la oportunidad de intercambio técnico en la esfera del agua y por lo tanto queda oficialmente inaugurado Cubagua 2015. 💧

M.Sc. Ing. Inés M. Chapman Waugh
Presidenta del INRH



PALABRAS DE BIENVENIDA

Compañeros de la presidencia, distinguidos invitados que nos acompañan, estimados colegas y amigos:

Con gran satisfacción, les doy la más cordial y cálida bienvenida a todos, a nuestro XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y VIII Seminario Internacional de Uso Integral del Agua, que como parte de este importante CUBAGUA 2015, celebraremos esta semana en esta excelente instalación del Palacio de Convenciones, en que nuestra Sociedad de Ingeniería Hidráulica de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba y la mexicana Universidad Autónoma de Chapingo, han unido sus esfuerzos al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos para lograr este imprescindible encuentro entre el conocimiento y la tecnología.

Hoy el mundo vive grandes retos para la supervivencia de la especie humana, pues a las guerras que imponen intereses poderosos en diversas partes del mundo, se suman las consecuencias de los cambios climáticos que enfrentan anualmente nuestros países, derivados del irresponsable comportamiento humano y del uso irracional e ineficiente de los recursos naturales, entre ellos el agua, elemento imprescindible para la vida en nuestro planeta. Los recursos hídricos escasean en muchas regiones y aun así, se continúan derrochando y contaminando, con lo cual la situación comienza a ser más crítica y origina conflictos en numerosos países.

En un esfuerzo por mostrar los aportes y la proyección de nuestros profesionales ante estos retos, nos reunimos aquí todos, especialistas afines a la hidráulica y al uso del agua, a presentar y debatir trabajos y experiencias en esta lucha por alcanzar una mejor gestión de ese recurso tan vital, que contribuya al desarrollo sostenible de nuestros pueblos latinoamericanos.

Cuba les brinda su habitual hospitalidad para un fructífero y provechoso intercambio y así ampliar más nuestra cooperación, contribuyendo con importantes recomendaciones y nuevas oportunidades de colaboración. Estaremos atentos a facilitarles una excelente estancia y el ambiente propicio para lograr el éxito que nos hemos propuesto en esta cita. 💧

¡Muchas gracias!

Ing. Rafael Feitó Olivera

Presidente SIH-UNAICC | La Habana, 9 de Junio de 2015.



UN ÍNDICE PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS (ICA sp 2014)

Dr. Jorge Mario García Fernández. Secretario Consejo Nacional
de Cuencas Hidrográficas. INRH. La Habana. Cuba
jorgem@hidro.cu

Lic. Joaquín B. Gutiérrez Díaz. Consultor.
berver43@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Antecedentes internacionales y nacionales

A principios de los años 60 en la literatura científica internacional se pueden hallar intentos de aplicación de modelos simples para el cálculo de la calidad del agua empleando un método numérico, a los que se les llama Índices de Calidad de las Aguas (ICA).

Se consideran como documentos pioneros en el tema los publicados por Horton 1965 y Brown 1970. Estos autores trabajaron los ICA para estimar condiciones de contaminación en los sistemas acuáticos y lograron generar una metodología unificada para su cálculo. Utilizaron un modelo deductivo en la construcción de los ICA.

En 1975, en Estados Unidos, la National Sanitary Foundation, (NSF), propuso un ICA con el objetivo de evaluar las características que deben presentar las fuentes de captación de agua con destino al consumo humano. Este ICA ha sido ampliamente utilizado, no solamente en el país de origen y ha servido de referencia para muchos ICA desarrollados posteriormente. El ICA-NSF utilizó la metodología propuesta por Brown y es un ICA de tipo deductivo.

Queralt 1982 desarrolló un Índice simplificado de calidad del agua (IsCA) para las cuencas de Cataluña en España. Este ICA cuenta con 5 parámetros físico-químicos y clasifica las aguas para 6 usos diferentes, siendo de tipo deductivo.

Dinius 1987, en Estados Unidos, desarrolló un ICA siguiendo la metodología del NSF conformado por 12 parámetros físico-químicos y biológicos, clasificando el agua para los usos de: consumo humano,

agricultura, pesca y vida acuática, industrial y recreación. Este ICA es de tipo deductivo.

Montoya y Contreras 1997, desarrollaron un ICA para el Estado de Jalisco, México, seleccionando 18 parámetros físico-químicos y biológicos agrupados en 4 categorías, definiendo la clasificación de calidad para 9 usos diferentes, destacando el abastecimiento público. Este ICA es de tipo deductivo.

En Canadá el “Canadian Council of Ministers of the Environment” (CCME), en 2001 desarrolló un ICA orientado a evaluar la calidad ecológica de las aguas. En este mismo contexto se citan los trabajos siguientes: CCME 2001, Khan Husain y Lumb 2003 y Lumb, Halliwell y Sharma 2006. Estos ICA son de tipo deductivo.

En Brasil, la “Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental” (CETESB), desarrolló e implementó un ICA (CETESB 2006), con miras a evaluar la calidad del agua cruda para el abastecimiento público (IAP) como respuesta al aumento de los contaminantes vertidos a los cuerpos receptores y su relación con los riesgos para el agua de consumo humano. Su estructura es similar al ICA-NSF y considera el índice de sustancias tóxicas (ISTO). Este ICA es de tipo deductivo.

Liou y otros, 2004 presentó un ICA para Taiwán basado en 13 parámetros físico-químicos y microbiológicos, orientado a evaluar la presencia de materia orgánica, microorganismos fecales, material particulado y sustancias tóxicas en las aguas. Este ICA es de tipo deductivo.

UNEP 2007 presentó la primera versión de un ICA de carácter global para la calidad del agua de consumo humano “Drinking Water Quality Index” (DWQI), aplicable a las fuentes de abasto para el

agua potable. Su estructura de cálculo es similar al ICA-NSF y toma en cuenta las guías para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este ICA es de tipo deductivo.

Boyacioglu 2007 desarrolló para la Unión Europea (UE) un ICA que se consideró de carácter universal (ICA-UWQI), el cual posee 11 parámetros físico-químicos y 1 de carácter microbiológico. Su objetivo es evaluar las fuentes de abasto superficiales que se destinan al consumo humano; en su estructura considera las directrices de la UE destinadas a las aguas para consumo humano, previo tratamiento. Este ICA es de tipo deductivo.

Rojas 1991 adaptó el ICA-NSF a las condiciones de río Cauca, Colombia, reduciendo el número de parámetros de acuerdo a un análisis del comportamiento en tiempo y espacio de los principales indicadores de calidad; de igual forma transformó los pesos relativos del ICA-NSF a las condiciones del cuerpo de agua estudiado. Este ICA fue posteriormente adaptado para el tramo Salvajina-La Virginia del propio río Cauca por la Universidad del Valle, (Universidad del Valle 2007), que, considerando la línea base de calidad del cuerpo de agua, se denominó ICACAUCA. Estos ICA son de tipo deductivo.

Bhaven, Macwan y Soni 1996 en la India, desarrollaron un ICA para lagos considerando 10 parámetros. La clasificación de la calidad del agua fue: excelente, buena, pobre, muy pobre y no utilizable para el consumo humano. Este ICA es de tipo deductivo.

Gonzaga, Calvaho y Lollo 2010 en Brasil, en el municipio de Mato Grosso, propusieron un ICA con 10 parámetros y 5 clasificaciones de calidad. El ICA se aplica a la cuenca hidrográfica del municipio de Tres Lagos al Este de Mato Grosso. Este ICA es de tipo deductivo.

DESARROLLO

1. Índices de Calidad de Agua (ICA) desarrollados y aplicados en Cuba

Se remonta a la década de los años 70. A continuación se citan aquellos ICA de mayor aplicación en el país:

González y Gutiérrez 1974, desarrollaron un ICA de tipo deductivo para las aguas subterráneas cubanas, seleccionando 13 parámetros de calidad, clasificando la calidad en 6 rangos, donde se empleó la metodología propuesta por Brown. Este ICA considera dos factores que multiplican la ecuación

general de cálculo, F_1 y F_2 , relacionándose estos con los metales pesados y los valores de las relaciones hidroquímicas restrictivas. En su estructura de cálculo utiliza gráficos entre el valor promedio y la concentración del parámetro.

Gutiérrez, García y Beato 1979 propusieron un ICA para las aguas subterráneas con simplificaciones al ICA de González y Gutiérrez 1974, seleccionando 6 indicadores físico-químicos, uno bacteriológico y uno de percepción denominado "contaminación obvia", el cual se relaciona con las características organolépticas y de sólidos presentes en el momento del muestreo. La DBO_5 o DQO y NO_3^- o NH_4^+ fueron recomendadas como indicadores opcionales. Utiliza 5 rangos de clasificación de la calidad. En su estructura de cálculo utiliza funciones matemáticas continuas entre el valor promedio y la concentración del parámetro. Este ICA es de tipo deductivo.

García y Gutiérrez 1982 propusieron un ICA de carácter nacional para las aguas subterráneas en acuíferos cársicos cubanos, seleccionando 4 indicadores físico-químicos y uno bacteriológico. A diferencia de los anteriores este ICA incluye la DQO. En su estructura de cálculo utiliza funciones matemáticas continuas entre el valor promedio y la concentración del parámetro. Utiliza 5 rangos de clasificación de la calidad. Este ICA es de tipo deductivo.

García, Beato y Gutiérrez 1983 desarrollaron un ICA para aguas superficiales cubanas denominado ICA-S. Se seleccionaron un total de 9 indicadores de calidad, 8 físico-químicos y uno bacteriológico. Utiliza 5 rangos de clasificación de la calidad. Tentativamente relaciona el valor obtenido del ICA-S con la potabilidad del agua y el tratamiento requerido. También considera su posible uso en la recreación. En su estructura de cálculo utiliza funciones matemáticas continuas entre el valor promedio y la concentración del parámetro. Este ICA es de tipo deductivo.

García y Gutiérrez 1988 propusieron dos nuevos ICA para evaluar la calidad de las aguas subterráneas en acuíferos cársicos cubanos: uno de tipo deductivo y otro de tipo inductivo. Los parámetros seleccionados fueron: CE, NO_3^- , CF y DQO al permanganato. Utiliza 5 rangos de clasificación de la calidad.

En 1992 García y Gutiérrez llevaron a cabo una revisión de los ICA desarrollados en Cuba entre los 70 y 90, comentando las formulaciones matemáticas utilizadas, los indicadores seleccionados, sus pesos relativos y sus rangos de clasificación de la

calidad. Resumieron conclusiones y recomendaciones a tomar en cuenta en el desarrollo de futuros ICA en Cuba.

Estos ICA, que fueron desarrollados por especialistas del organismo rector de los recursos hídricos del país, según la estructura vigente en ese momento, fueron sistemáticamente aplicados en la clasificación de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales, mediante la confección de mapas nacionales a escala 1:250 000 y otros.

Posteriormente a ello y más recientemente, De las Cuevas, R. (2007) y Morales, M. (2008), desarrollaron y aplicaron índices de calidad de agua en diferentes cuencas hidrográficas de Matanzas y Ciudad de La Habana respectivamente.

2. Instrumentos para la evaluación de cuencas hidrográficas

2.1 Índice Simplificado de Gestión de Cuencas Hidrográficas (IsGC)

Desde aproximadamente 2009 hasta 2012, se obtuvo, validó y viene aplicando el Índice Simplificado de Gestión de Cuencas (IsGC) en las 10 cuencas hidrográficas de interés nacional, según lo establecido en la Indicación 1/2012 de la Presidenta del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) y del Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH), de 11 de octubre de 2012.

El IsGC (García, Gutiérrez y Castro 2012), es una herramienta de evaluación aproximada del proceso de intervención económica, social y ambiental que ocurre en la cuenca hidrográfica, como parte constituyente de su gestión integrada en función de alcanzar el desarrollo sostenible y ofrece, mediante indicadores, una información seleccionada, simplificada y agregada de su sostenibilidad, tanto actual como de su evolución en el tiempo.

El IsGC es un algoritmo que expresa el resultado de las medidas de intervención positiva y transformadora en la cuenca hidrográfica y a su vez ofrece una información seleccionada sobre su evaluación y evolución en el tiempo, a partir de los indicadores seleccionados. Es una expresión relativamente simplificada de la compleja interacción de distintos factores cuyo éxito dependerá de su confiabilidad y de la información que ofrezca.

Sus detalles se encuentran publicados en la revista Voluntad Hidráulica Número 106/2012 y su evaluación se ha convertido en práctica anual de los Consejos de Cuencas Nacionales, Territoriales y

Específicos, cuyos valores y evolución se describen en reportes anuales del trabajo y otros documentos.

Sin embargo, este Índice no incorpora el componente de la calidad del agua de la cuenca.

De ahí la necesidad de obtener y aplicar un índice para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales en cuencas hidrográficas y que a su vez complemente e integre de alguna manera el resultado de la aplicación de las medidas de mitigación y solución de los problemas existentes.

2.2. Índice de Calidad de Agua de los recursos hídricos superficiales en cuencas hidrográficas (ICA sp)

Por considerar su desarrollo relativamente sencillo y confiable, se escogió obtener un índice de tipo deductivo, cuyas etapas metodológicas y fundamentales para su desarrollo son:

- Selección del tipo de ICA y sus objetivos específicos.
- Selección de los indicadores de calidad del agua.
- Definición de los pesos relativos de cada parámetro.
- Elaboración de la escala de valores de calidad del agua de acuerdo con los niveles de concentración de cada indicador seleccionado, se denomina usualmente como “curva promedio”.
- Elaboración del proceso de estructura del cálculo, como dar los resultados del ICA: programa de cálculo, tablas, mapas, entre otros.
- Definir la clasificación general de calidad del ICA, o sea los rangos que se dan al ICA para definir una determinada calidad de agua.
- Informe final. Proceso de implementación y aplicación.

2.2.1. Objetivo

El ICA sp tiene como objetivo evaluar la calidad de las aguas superficiales en las cuencas hidrográficas a partir de los programas de monitoreo vigentes. Los indicadores seleccionados deben reflejar aquellos problemas causados por la actividad económica y social que producen directa o indirectamente un mayor impacto negativo en la calidad de los recursos y que pueden afectar sus usos previstos. El ICA sp debe considerar indicadores que sean factibles de medir y que estén dentro de la rutina analítica

de los laboratorios de agua del país, ante todo del sistema del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), órgano rector de las aguas terrestres. Debe también estar estructurado tomando en consideración los instrumentos regulatorios vigentes. Su estructura debe ser de fácil cálculo y aplicación práctica, por lo que se ha escogido el método deductivo para su obtención.

2.2.2 Selección de los indicadores de calidad el agua

Los indicadores y su respuesta a impactos de contaminación pueden verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de calidad de las aguas considerados en el ICA sp

No.	Indicador	Comentarios
1	pH (pH).	Acidez o basicidad.
2	Conductividad eléctrica (CE)	Contenido de sales solubles o salinidad.
3	Oxígeno disuelto % saturación (ODSAT).	Estado del cuerpo de agua con respecto a su contenido de oxígeno disuelto.
4	Demanda química de oxígeno, método del dicromato (DQO).	Materia orgánica presente.

El valor cuantitativo de los indicadores varía según rangos típicos para aguas limpias y pudieran experimentar cambios negativos de acuerdo con el impacto de las descargas de aguas residuales, ya sean domésticas, agropecuarias, industriales o de otro tipo en los cuerpos receptores.

2.2.3. Pesos relativos

En la Tabla 2 se pueden ver los pesos relativos de cada indicador.

Tabla 2. Pesos relativos de los indicadores del ICA sp

No.	Indicador	Pesos relativos
1	pH (pH)	0.10
2	Conductividad eléctrica (CE)	0.10
3	Oxígeno disuelto-% saturación (ODSAT)	0.30
4	Demanda química de oxígeno (DQO)	0.25
5	Coliformes fecales (CF)	0.25
	Sumatoria	1.00

Como se observa, al pH y CE se le otorga una menor importancia relativa y de ahí el peso relativo asignado. A la DQO y CF, se le asignan mayores pesos relativos como indicadores de la contaminación orgánica y biológica. Al oxígeno disuelto se le da el mayor peso relativo dada su importancia en el estado sanitario del cuerpo superficial.

El ODSAT refleja en mayor medida el estado cualitativo y de calidad del cuerpo receptor. Su ausencia o déficit se traduce en cuerpos receptores con aguas turbias, presencia de vegetación acuática, sólidos flotantes y malos olores, no aptas para los principales usos.

2.2.4. Escala de valores

Mediante el procedimiento que se explica y expone en el Anexo 1, se determinaron las funciones continuas para los valores de calidad, según cada indicador respectivo que compone el Índice. Sus detalles y características pueden observarse allí.

Las expresiones obtenidas son:

pH

Las ecuaciones son:

$$\text{Para pH desde 4-7: } (q_{pH}) = -250 + (50 * pH)$$

$$\text{Para pH desde 8-10: } (q_{pH}) = 500 - (50 * pH)$$

Las funciones matemáticas obtenidas poseen un coeficiente de determinación R^2 de 100%.

CE

$$q_{CE} = 150 - 0.10 (CE)$$

La función matemática obtenida posee un coeficiente de determinación R^2 de 100%.

Oxígeno disuelto (ODSAT)

Las ecuaciones son:

$$\text{Para ODSAT desde 0-80: } (q_{ODSAT}) = 1.25 * (ODSAT)$$

$$\text{Para ODSAT desde 100-140: } (q_{ODSAT}) = 350 - (2.50 * ODSAT)$$

Las funciones matemáticas obtenidas poseen un coeficiente de determinación R^2 de 100%.

DQO

$$(q_{DQO}) = 120.0 - 1.66667 (DQO)$$

La función matemática obtenida posee un coeficiente de determinación R^2 de 100%.

CF

$$(q_{CF}) = -7.59035 + 22786 / (CF)$$

La función matemática obtenida posee un coeficiente de determinación R^2 de 98.02%.

2.2.5. Cálculo del ICA sp

El ICA sp es la sumatoria de los pesos relativos de cada indicador multiplicado por el valor de calidad obtenido mediante cada función matemática de relación y responde a:

$$ICA\ sp = \sum_{i=1}^5 W_i \times q_i$$

Donde:

i : indicador de calidad, del 1 al 5.

W_i : peso relativo de cada indicador.

q_i : valor en % obtenido de las funciones matemáticas de correlación.

Para el cálculo de las contribuciones de calidad de cada indicador, así como para el cálculo del propio Índice, está disponible una hoja Excel con sus especificaciones, la que puede ser empleada para facilitar las evaluaciones.

Aunque en términos matemáticos el ICA sp pudiera ofrecer valores menores que 0 o mayores que 100 a partir del cálculo de las funciones de los indicadores, esos valores no tienen significación práctica y se tomarán como 0 o 100, según correspondieren.

2.2.6. Clasificación de la calidad del agua del cuerpo receptor

Se propone emplear una clasificación similar a la reportada por García, Beato y Gutiérrez 1983, en la que existen 5 categorías descendentes de calidad del agua.

Tabla 3. Clasificación de la calidad de las aguas superficiales de acuerdo al ICA sp

Clase	Rango de valores del ICA sp	Clasificación	Colores para representar
1	90.00 - 100.00	Excelente calidad (EX)	Azul intenso
2	89.99 - 80.00	Aceptable calidad (A)	Verde
3	79.99 - 70.00	Medianamente contaminada (MC)	Amarillo
4	69.99 - 60.00	Contaminada (C)	Anaranjado
5	Menor de 59.99	Altamente contaminada (AC)	Rojo

La representación en color del ICA sp de los cuerpos de agua utilizando mapas, diagramas circulares o lineales, siguen las recomendaciones de UNESCO-PHI y de otras organizaciones internacionales especializadas.

3. ICA sp y la NC-27:2012 “Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado”

La NC-27-2012 “Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. Especificaciones” es la normativa cubana referente a los límites permisibles de parámetros seleccionados en los cuerpos receptores.

Esta norma establece las especificaciones de los vertimientos de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado y se aplica a todas las aguas residuales generadas por las actividades

sociales y económicas como son las domésticas, municipales, industriales, agropecuarias y de cualquier otro tipo. A sus efectos, los cuerpos receptores se clasifican cualitativamente según su uso de la forma siguiente:

Clase (A): Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas que se utilizan para la captación de aguas destinadas al abasto público y uso industrial en la elaboración de alimentos. La clasificación comprende a los cuerpos de aguas situados en zonas priorizadas de conservación ecológica.

Clase (B): Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas donde se captan aguas para el riego agrícola en especial donde existan cultivos que se consuman crudos, se desarrolla la acuicultura y se realizan actividades recreativas en contacto con el agua, así como cuerpos de agua que se explotan para el uso industrial en procesos que necesitan de requerimientos sobre la calidad del agua. La clasificación

comprende los sitios donde existan requerimientos menos severos para la conservación ecológica que los comprendidos en la Clase (A).

Clase (C): Ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista de su uso como: aguas de navegación, riego con aguas residuales, industrias poco exigentes con respecto a la calidad de las aguas a utilizar, riego de cultivos tolerantes a la salinidad y al contenido excesivo de nutrientes y otros parámetros.

El límite máximo permisible promedio para las concentraciones en las descargas de aguas residuales, atendiendo a la clasificación cualitativa de los cuerpos receptores, se brinda en la Tabla 4.

Tabla 4. Límites Máximos Permisibles Promedio para las Descargas de Aguas Residuales según la Clasificación del Cuerpo Receptor

NC 27:2012 Límites MP para las descargas		Ríos y Embalses		
Parámetros	UM	(A)	(B)	(C)
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6 - 9	6 - 9
Conductividad eléctrica	μ S/cm	1 400	2 000	3 500
Temperatura	$^{\circ}$ C	40	40	50
Grasas y aceites	mg/L	10	10	30
Materia flotante	–	Ausente	Ausente	–
Sólidos Sedimentables Totales	mL/L	1	2	5
DBO ₅	mg/L	30	40	60
DQO (Dicromato)	mg/L	70	90	120
Nitrógeno total (Kjd)	mg/L	5	10	20
Fósforo total	mg/L	2	4	10

Las descargas de aguas residuales no podrán producir una disminución del oxígeno disuelto en los cuerpos receptores superficiales de categorías A, B y C, a valores menores de 4, 3, 2.mg/L, respectivamente. Se consideran los valores de 4,3 y 2 mg/l de ODSAT como 52%, 26% y 0% respectivamente.

Las descargas de aguas residuales no podrán producir un aumento de la media geométrica del Número Más Probable de Coliformes Totales y Fecales en 100 mL (NMP/100mL) que supere los valores dados en la tabla 5.

Tabla 5. Indicadores de contaminación fecal máxima admisible en los cuerpos receptores según su clasificación cualitativa

Categoría del cuerpo receptor	NMP/100 mL Coliformes totales	NMP/100 mL Coliformes fecales	Relación CT/CF %
A (superficial)	1 000	200	20%
A (subterráneo)	100	20	20%
B (superficial)	5 000	1 000	20%
B (subterráneo)	250	50	20%
C (superficial)	(1)	(1)	(1)
C (subterráneo)	(1)	(1)	(1)

Nota: Se toma (1) como 2000 NMP/100 ml

Las funciones matemáticas del ICA sp han sido diseñadas para ser consecuentes con la norma cubana vigente NC-27, en el sentido de que su valor refleje lo más cercano posible el cumplimiento o no de los parámetros establecidos en el instrumento regulador y que estén involucrados en el ICA sp.

A manera de ejemplo, identificaremos los casos siguientes:

(1): Posee los valores de todos los parámetros muy menores de los límites admisibles de la clase (A), o sea un agua que asemeja las condiciones naturales ideales.

(2): Posee los valores de todos los parámetros cercanos a un 50% de los límites admisibles de la clase (A), cumple con las clases (A), (B) y (C).

(3): Posee los valores de todos los parámetros en el límite admisible de la clasificación (A), o sea, un agua que no cumple con los requisitos de un cuerpo receptor de clase (A), pero sí de (B) y (C).

(4): Posee los valores de los parámetros en el límite admisible de la clasificación (B), o sea un agua que no cumple los requisitos de la clase (A) y si de (B) y (C).

(5): Posee los valores de todos los parámetros fuera de los límites admisibles de la clasificación (C), no cumple con los requisitos de ninguna de las clases.

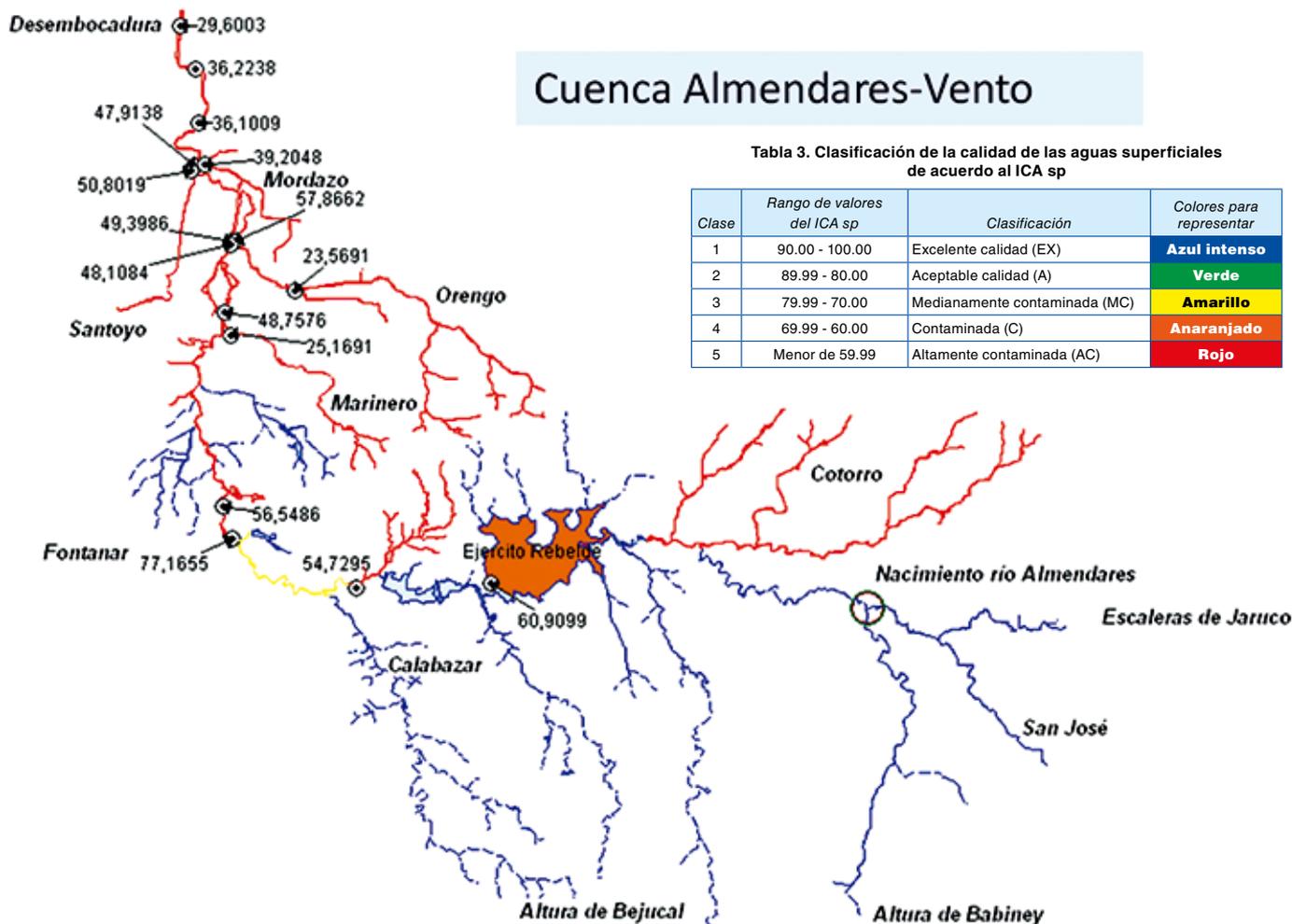
Tabla 6. Resultados ICA sp a clases de cuerpo receptor NC-27

Caso	pH	CE	ODSAT	DQO	CF	ICA-sp	Clase
1	7.2	500	90	10	100	100.00	(EX)
2	7.5	700	80	30	150	89.00	(A)
3	8.5	1 400	52	70	200	50.75	(AC)
4	9.0	2 000	25	90	1 000	16.61	(AC)
4	9.5	3 000	0	120	3 000	2.50	(AC)

Como se aprecia hay una correlación adecuada y aceptable entre la NC-27 y el ICA sp. En la práctica habrá una dinámica entre los comportamientos específicos de cada parámetro, algunos cumplirán con una determinada clase y otros no cumplirán.

- Aguas clasificadas por el ICA sp de EX y A cumplirán con la clase A.
- Aguas clasificadas por el ICA sp de MC a C cumplirán con la clase B.
- Aguas clasificadas por el ICA sp de C a AC pueden cumplir o no con las clases B y C.

A manera de ejemplos ilustrativos, de sus ventajas y posibilidades y aún en fase de desarrollo, aparecen los resultados del ICA sup de las Cuencas Almendares-Vento en La Habana y Mayabeque en la provincia Mayabeque, realizados respectivamente por Luaces, C.A. (2014) y Rodríguez, D (2014).

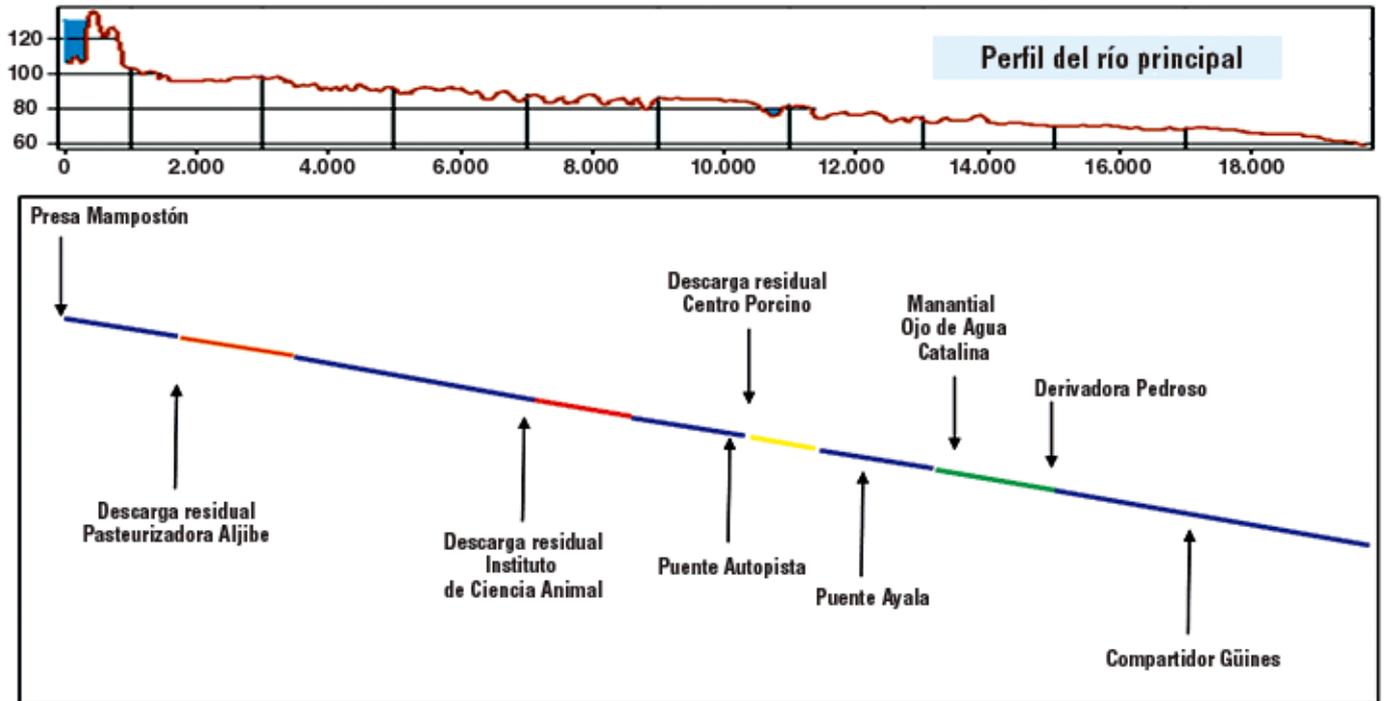


Cuenca Almendares-Vento

Tabla 3. Clasificación de la calidad de las aguas superficiales de acuerdo al ICA sp

Clase	Rango de valores del ICA sp	Clasificación	Colores para representar
1	90.00 - 100.00	Excelente calidad (EX)	Azul intenso
2	89.99 - 80.00	Aceptable calidad (A)	Verde
3	79.99 - 70.00	Medianamente contaminada (MC)	Amarillo
4	69.99 - 60.00	Contaminada (C)	Anaranjado
5	Menor de 59.99	Altamente contaminada (AC)	Rojo

Esquema Cuenca Mayabeque (1cm = 3 km) ICA superficial



4. Comentarios Finales:

La obtención y aplicación de índices de calidad de las aguas (ICA) en Cuba ha sido de gran utilidad desde la década de los años 70. Han sido empleados con efectividad como instrumentos para evaluar integralmente el estado cualitativo de los recursos hidráulicos a escala nacional, territorial, zonal y local, así como en cuencas y subcuencas hidrográficas y acuíferos subterráneos.

Mediante la aplicación de los ICA y análisis de sus resultados se acentúa la comprensión y acercamiento de los no especialistas y tomadores de decisiones a los problemas vinculados a las causas y efectos de los factores que degradan la calidad de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas, favoreciendo las acciones y medidas para su vigilancia y control.

CONCLUSIONES

1. El ICA sp propuesto es una herramienta útil para la evaluación de los cuerpos de agua superficiales que reciben impactos negativos en su calidad producto de descargas de aguas residuales sin o con escaso tratamiento y su evaluación combinada con el Índice Simplificado de Gestión de Cuencas (IsGC), ofrece el componente cualitativo de las aguas terrestres, objetivo estratégico final de las medidas de intervención positivas que se aplican. En particular este ICA

sp, el cual se propone su empleo, se ajusta al instrumento normativo de las descargas de residuales a los cuerpos receptores superficiales cubanos.

2. El ICA sp puede ser utilizado de forma satisfactoria para desarrollar los siguientes estudios e investigaciones sobre el estado de la calidad del agua en cuencas hidrográficas:

- Clasificación y ordenamiento de la calidad de las corrientes superficiales, teniendo como unidad básica a la cuenca hidrográfica a las que pertenecen.
- Confección de mapas de calidad de las aguas superficiales, por cuencas, sub-cuencas, tramos, regiones naturales, zonas, provincias y municipios.
- Controlar operativamente el estado de la calidad en los cuerpos de agua superficiales, en ríos, arroyos y obras de entrega de agua.
- Comparar sistemáticamente en tiempo y espacio la dinámica y tendencias de la calidad de las aguas superficiales.
- Evaluar la efectividad y el desarrollo, tanto de los programas de monitoreo y control de la contaminación que se establezcan, así como de las medidas aplicadas para alcanzar la gestión integrada de la cuenca hidrográfica.

BIBLIOGRAFÍA

- BHAVEN, N. Y B.E. TANDEL:** *Civil Engineering, M.E (Environmental Engineering)*. Both Under Graduation and Post Graduation degrees from S.V. Regional College of Engineering & Technology, Surat, Gujarat, India, affiliated to South Gujarat University, Surat, Gujarat, India. 1998.
- BOYACIOGLU, H.:** *Development of a Water Quality Index Based on a European classification scheme*, Water SA, vol. 33, pp. 101-106, 2007.
- BROWN, N.:** *A Water Quality Index-Do We Dare*. Water and Sewage Works, vol. 11, pp.339-343, 1970.
- CCME:** *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection o Aquatic life, Winnipeg Technical Report*, CCME Water Quality Index 1.0, p. 13, 2001.
- CETESB:** *Relatório de qualidade das águas interiores no estado de Sao Paulo*, Anexo 5, Companhia de Tecnologia de Saneamiento Ambiental, Sao Paulo, 2006.
- DE LAS CUEVAS FERREIRO. R.:** *Evaluación de la calidad de las aguas de la cuenca Cochino-Bermejo mediante Índices Generales de Calidad de Aguas (ICA)*. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias, INRH, CUJAE, La Habana, Cuba, 2007.
- DENIOUS, S.H.:** *Design of a Index of Water Quality*, vol. 23, 1987.
- GARCÍA. J.M., O. BEATO Y J. GUTIÉRREZ:** “Un índice para evaluar la calidad de las aguas superficiales”. *Revista Voluntad Hidráulica*, vol.62, Cuba, 1983.
- GARCÍA J.M. Y J. GUTIÉRREZ:** *Dos nuevos índices para evaluar la calidad de los acuíferos cársicos cubanos*. Memorias del Taller Internacional sobre Hidrología en la Región del Caribe. UNESCO, PHI, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, Diciembre de 1988.
- GARCÍA J.M. Y J. GUTIÉRREZ:** *Un índice regional de calidad de aguas para los acuíferos cársicos*. Memorias del Coloquio Internacional sobre Hidrología Cársica en la Región del Caribe. UNESCO, PHI, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, pp. 525-536, Diciembre de 1982.
- GARCÍA J.M. Y J. GUTIÉRREZ:** *Índices de calidad de aguas. Memorias - Resumen de las experiencias cubanas, XXIII Congreso AIDIS de la Asociación Internacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)*, CUBA-AIDIS, Cuba, 1992.
- GARCÍA J.M., J. GUTIÉRREZ Y V. Castro:** “Nueva herramienta para evaluar la gestión ambiental integrada en cuencas hidrográficas cubanas: El Índice simplificado de gestión en cuencas hidrográficas (IsGC) 1ra. Etapa”, *Revista Voluntad Hidráulica*, No. 106, La Habana, marzo de 2013.
- GONZAGA M.L, A.G. CARLVAHO Y J.A. LOLLO:** *Aplicacao do índice de qualidade da agua considerando o uso do solo e a legislacao pertinente na bacia hidrográfica do córrego da onca em tres lagoas*, Mato Grosso do Sul, Brasil, Pluris, 2010.
- GONZÁLEZ A Y J. GUTIÉRREZ J:** *Un Índice de Contaminación*. Publicación interna Grupo Hidráulico Nacional, DAP, Folleto 42, Cuba, 1974.
- GUTIÉRREZ J, J.M. GARCÍA Y O. BEATO O:** *Un índice de calidad para las aguas subterráneas*, Instituto de Hidroeconomía, MICONS. Publicación interna. Folleto 25, Cuba.
- HORTON R.K.:** *Index number system for rating water quality*, *Water Pollution*, vol. 307, pp. 300-306, 1965.
- LIU S.L, Lo S.L. Y S.H. WANG:** *A generalized water quality index for Taiwan*. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 96, No. 1-3, pp. 32-35, 2004.
- LUACES, C.C.:** *Aplicación del Índice de Calidad de Aguas Superficiales a la Cuenca Almendares-Vento*, DPRH, La Habana, Documento Técnico. 2014.
- MONTOYA H, C. CONTRERAS Y V. GARCÍA V:** *Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Jalisco, Guadalajara*, Comisión Nacional del Agua, pp.106. 1997.
- MORALES CAMPOS C.:** *Diseño de un Índice de Calidad para el manejo y gestión de los ríos de Ciudad de La Habana*. Tesis en opción al grado de Maestro en Ciencias, CUJAE. Junio 2008.
- NC-27-2012:** *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado, Especificaciones*. Oficina Nacional de Normalización, Cuba. 2012.
- NSF:** *WQI-National Sanitation Foundation, Consumer Information*. 2006.
- QUERALT:** *Índice de Calidad*. Agencia Catalana del agua, 1982.
- RODRÍGUEZ, D.M.:** *Índice de Calidad de las Aguas Superficiales en la Cuenca Hidrográfica Mayabeque*. Trabajo para XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica. Cuba. Junio 2015.
- ROJAS O.:** *Índice de calidad del agua en fuente de captación, Seminario Internacional sobre Calidad del Agua*, Cali, Colombia. 1991.
- UNEP:** *Global Drinking Water Quality Index, Development and Sensitivity Analysis Report*. Ontario, Canada. 2007. 

AGUA POTABLE: ENFOQUES EN EL NUEVO SIGLO

Ing. Francisco Rivera Díaz
Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (GEAAL-INRH),
La Habana, Cuba
rivera@geaal.hidro.cu



RESUMEN

Los sistemas de acueducto del país cuentan con 2 300 instalaciones para producir agua potable. Esta cultura tecnológica bien extendida presenta, sin embargo, varias fisuras que limitan sus resultados. Además de esto, se reconoce la existencia de casi 3 millones de personas en poblaciones pequeñas o dispersas que no cuentan todavía con acceso seguro a un agua potable.

El Programa Nacional Hidráulico (PNH) aprobado en 2012, establece entre sus objetivos básicos alcanzar el acceso de toda la población cubana al agua potable y al saneamiento. Este propósito implica sectores muy diversos de población, que comprende desde grandes ciudades hasta familias aisladas.

Para evaluar los programas de trabajo que pueden aplicarse para este objetivo, se presenta un diagnóstico de las principales causas de resultados no efectivos en las instalaciones funcionando y las experiencias alcanzadas en la gestión de estos sistemas en las empresas públicas de agua.

Se propone un programa escalonado para universalizar el acceso al agua potable como el diseño de paquetes tecnológicos diversificados y el co-protagonismo local en su gestión, donde se recomienda la actualización de enfoques en el tratamiento, la evaluación integrada con los indicadores de calidad del servicio, la revisión de conceptos de potabilidad y el empleo de otros perfiles para el monitoreo y la gestión.

Palabras claves: Agua potable-Tratamiento del agua-gestión-planeamiento.

INTRODUCCIÓN

La Política Nacional del Agua aprobada hace dos años busca actualizar y modernizar la gestión de los recursos de agua en Cuba. El reto a asumir se hace necesario, después de 50 años de creación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, 20 del Decreto-Ley 138 de las Aguas Terrestres y bajo los principios del modelo de actualización económica y social del país.

Esta meta de lograr el acceso universal al agua potable y al saneamiento, resumido en indicadores medibles de calidad del servicio, significa para el aseguramiento del agua potable –agua segura– una remodelación de las estrategias en los enfoques, tecnologías y procedimientos para su planeamiento, diseño y administración.

Se tratará de presentar el alcance y características de ese rediseño que la Política implica para los programas de agua potable.

DESARROLLO

Escenario

La población de la República de Cuba en el año 2012 alcanzó 11.15 millones personas, asentada en 590 núcleos urbanos, 6450 poblados rurales y 0.85 millones en forma dispersa. ...56 de los asentamientos urbanos tienen categoría de ciudades. El 75.6% de la población reside en centros urbanos. Las tasas de crecimiento poblacional es muy baja, alrededor del 1% anual. Vale decir, no existe actualmente crecimiento apreciable ni debe esperarse en los años inmediatos de pronóstico. Tenemos, pues, alta urbanización, abundantes ciudades y un sector rural no numeroso, pero con dispersión apreciable.

Es a esta población, con muy semejante tamaño y estructura a la que la estrategia hidráulica debe proporcionar acceso al agua potable.

Se debe tener en cuenta que los llamados estándares de agua potable evolucionan progresivamente. Lo que era considerado un agua “potable”, en las

normas de 1916 no tenía características que fueran ya semejantes a las de 1948 y mucho menos a las de 1970. Vale decir, el concepto agua potable implica cada vez un número mayor de componentes y límites más estrictos.

Todo esto significa, por tanto, que en el horizonte del objetivo deberemos hablar de un agua potable diferente a la regulada hoy por la NC 827-2012 y de las que la actualicen.

La población con sistemas públicos de agua administrados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos o bajo su tutela directa asciende a unos 8 millones de personas en 2 700 lugares urbanos y rurales. Prácticamente todos estos asentamientos cuentan con sistemas de tratamiento (2 300) para mejorar su calidad y hacerla segura.

Unos 3 millones de personas se abastecen de agua mediante formas y dispositivos no regulados para asegurar la potabilidad del agua, como son captaciones de aguas superficiales, subterráneas o freáticas, que es acarreada de forma doméstica o comunitaria, sin utilizar sistemáticamente procedimientos que permitan hacerla más segura. Esta población reside mayoritariamente en el medio rural.

El aseguramiento de agua potable para este sector de la población forma también parte de la estrategia hidráulica.

Resulta evidente que las características de distribución de la población cubana, las disponibilidades de los recursos de agua y las tecnologías y procedimientos para proporcionar agua potable necesitan integrarse en los programas a aplicar, para darle toda su coherencia y sistematicidad.

Tecnologías y procedimientos para la potabilización del agua

En Cuba se utilizan procedimientos para mejorar la calidad del agua hace más de 150 años. La aplicación en la primera mitad del siglo XIX de filtración por arena y la introducción de la cloración a vacío en 1916 facilitaron la transferencia de conocimientos y de hábitos para proporcionar agua potable por los sistemas públicos. En la década los 60 se dotó de plantas de tratamiento convencional a 12 ciudades cubanas y en los siguientes 30 años se llegó a disponer de instalaciones para tratamiento completo o desinfección de al menos seis tecnologías diferentes. . Ello ha permitido extender estos tratamientos a dos millares de asentamientos de población y se continúa la instalación bastante rápida de dispositivos para la potabilización del agua.

Un resumen de las tecnologías utilizadas se presenta a continuación:

Tabla 1. Instalaciones de potabilización. Año 2015

<i>Desinfección</i>	<i>No.</i>
Cloración a vacío	154
Dosificación solución	2 110
<i>Tratamiento completo</i>	
Convencional	28
Filtros auto lavables	20
Europea	7
Compacta	17

Una evaluación realizada en 2011 en 31 plantas potabilizadoras permitió encontrar acciones que podían emprenderse para elevar su funcionamiento en 17 de ellas. En una encuesta efectuada en el año 2014 a las instalaciones de cloro gas a vacío de 12 empresas públicas, se dictaminaron las medidas para conservar su disciplina tecnológica, tanto en el diseño como en la operación de éstas.

En los pequeños asentamientos y en la población dispersa, se dispone de desarrollo y producción de procedimientos y dispositivos para la captación de agua en manantiales, filtración doméstica y cloración manual pero no se ha encontrado actualmente un empleo extensivo de estos.

Dos centros creados por el INRH en la década de los 80 desarrollaron y aplicaron estas tecnologías y otras existentes en la Región, hasta unas 20 (incluyendo varios tipos de filtros domésticos y desinfección manual y solar) en Guantánamo, el Escambray y Camagüey, pero no se cuenta con registros sobre su extensión en la población de esos lugares. En el 2012 se inició la producción de tabletas de cloro concentrado con buena aceptación y recientemente se ha probado la producción en sitio de desinfectante mediante electrolisis de salmuera.

Gestión del tratamiento en las empresas públicas de agua

El funcionamiento de las instalaciones que potabilizan el agua y sus resultados en los sistemas públicos se encuentra regulado por dos Decretos básicos: el 54 de 1983 Disposiciones Sanitarias Básicas y el 138 de 1993 De las Aguas Terrestres.

A partir de estos instrumentos jurídicos se han promulgado las Resoluciones, Indicaciones, Normas y Procedimientos que constituyen un sistema de gestión para las instalaciones de tratamiento.

El sistema de gestión de la calidad (SGC) de la empresa pública de agua establece los manuales tecnológicos, registros de datos y modelos de información de potabilización, mientras que la certificación de su funcionamiento y resultados, por ser funciones estatales, se regulan por el Ministerio de Salud Pública y el INRH (Indicación Conjunta MIN-SAP-.INRH de 2013).

En los sistemas públicos de agua en Cuba es obligatoria su desinfección, la certificación de su potabilidad y de la calidad de las fuentes utilizadas para su captación (DL-54). Está regulada la certificación de las instalaciones de potabilización (Res. 286-2014 de INRH) y la capacitación anual y formación sistemática de sus operadores (Indicación 21-2011 GEAAL).

A partir del año 2002 se estableció una red para el monitoreo diario de la potabilización del agua en las municipalidades, provincias y nacional, captado y registrado mediante las llamadas salas de despacho de los acueductos.

El suministro de productos químicos para el tratamiento se contrata por cada empresa desde los centros productores de estos hasta los almacenes y se complementa con una distribución de la empresa a sus instalaciones. Las medidas de seguridad para la transportación, almacenamiento y manejo de estos productos siguen la resolución correspondiente establecida para ello (2703-1990 de MINBAS).

La base de datos referidos al funcionamiento de las instalaciones y sus resultados se registra y procesa sistemáticamente en las empresas de agua y en las delegaciones del INRH, según una red de información llamada REDCAL-REDACU.

Las empresas de agua tienen organizado el control descentralizado del tratamiento y la calidad del agua en las instalaciones y municipios y la inspección de sus resultados mediante supervisiones de la dirección de la empresa.

Experiencias obtenidas en la potabilización del agua

Los dictámenes relacionados anteriormente y la práctica de la gestión de la potabilización por las empresas públicas de agua creadas hace 10 años, han permitido acumular nuevos conocimientos que contribuyen a una mejor gestión de la potabilización.

Estas prácticas y procedimientos se pueden clasificar en dos grupos principales:

En la tecnología:

1. Modernización de instalaciones

Doce de las plantas potabilizadoras cuentan con más de 50 años de construidas, vale decir que tienen cumplida sus vidas útiles tecnológica y civil. La modernización reciente de la PTAP Quintero Uno y la introducción de dispositivos para ampliar las capacidades de decantación en otras tres han posibilitado probar materiales, tecnologías y aditamentos para mejorar y actualizar procesos de tratamiento.

Han demostrado ser convincentes en sus resultados, entre otros: el empleo de aceleradores de la sedimentación (plana y reticulada) la utilización de lechos bicapa arena-antracita, la micro floculación y la reducción de puntos para la cloración.

En las plantas de mayor tamaño se ha concentrado la operación y se evalúa el empleo de los sensores en línea y la señalización de los procesos de tratamiento.

El empleo de materiales para la protección contra la corrosión, el aislamiento y la impermeabilización de cubiertas ha presentado una gama variada de resultados prometedores.

2. Reducción de consumos de agua de proceso

En las instalaciones que potabilizan agua, el consumo más importante es el de agua para el lavado de los filtros. En las tecnologías de aire-agua este consumo es bajo, pero en lechos filtrantes con contra lavado con agua y, sobre todo los autos limpiantes, estos consumos se elevan hasta el 20% del total tratado. Estas plantas representan la cuarta parte de todas las construidas. En instalaciones de mayor capacidad, estos volúmenes son elevados y no contribuye a los objetivos establecidos por la Política del Agua.

Se han logrado reducciones de agua de contra lavado sustituyendo las válvulas de compuerta por válvulas tipo mariposa y, más efectivamente, con el cambio del auto lavado hacia bombeo mecánico.

3. Redimensionamiento del área construida

El empleo de la tecnología constructiva de prefabricado significó una reducción en los plazos de ejecución de las obras. Pero también limita la adecuación de los espacios a las ofertas de secciones y piezas, por lo que resulta frecuente encontrar plantas potabilizadoras, de bombeo y hasta instalación de cloración donde existen áreas sin utiliza-

ción para los procesos, pasillos desproporcionados y, también espacios restringidos para una buena operación y mantenimiento.

Adicionalmente, los requerimientos de productos químicos almacenados y de equipos en reserva han sufrido cambios de criterios, con la rotación más frecuente de los medios de inventario y la territorialidad de las reservas, que implica menores necesidades constructivas de almacenes.

La introducción de plantas con procesos compactos también ha reducido los volúmenes constructivos en las instalaciones de tratamiento.

Por todo esto, en el diseño y la reutilización de las construcciones es conveniente precisar mejor las demandas de obras de fábrica. Esto racionaliza los costos de inversión y los gastos para el mantenimiento posterior de estas instalaciones.

Un uso más generalizado de la ventilación e iluminación natural es conveniente para que, respetando la ambientación laboral, disminuir las cargas de energía involucradas.

4. Selección de las obras de captación

Se ha comprobado la utilidad de incluir siempre las llamadas barreras Uno y Dos de seguridad del agua potable, esto es, la ubicación y la construcción adecuadas de las captaciones de agua.

En las obras de captación de agua subterránea es productivo evaluar los flujos de agua en la delimitación de zonas de protección y observar las captaciones aguas arriba de los focos contaminantes.

Se han obtenido reducciones bruscas en necesidades de diseño cuando se realizan captaciones mejoradas de agua, como los sifones, tomas flotantes y drenes subsolados en las captaciones superficiales. Deben estudiarse las construcciones de pozos de agua profunda y freática más eficientes que diferencien los utilizados para el agua destinada a consumo humano de las captaciones destinadas a otros usos.

5. Disposición de los efluentes del tratamiento

Los procesos de clarificación y filtrado en las plantas potabilizadoras generan sedimentos y volúmenes de agua de desecho que pueden ser considerables. Aunque los diseños iniciales de las instalaciones no incluían elementos para su disposición final, la Ley 33 sobre Medio Ambiente y la regulación de vertimiento NC 27-2012 establecen límites más estrictos para su vertimiento.

En una de las plantas mayores en funcionamiento, se ha observado el uso de la población de los sedimentos secos de decantadores como materiales de construcción, por su contenido en aluminio, que puede regularse y extenderse, previo secado, así como el posible empleo del agua de lavado de filtros para el riego.

Una reducción racional de efluentes de las plantas se ha observado cuando se evalúa la prolongación de los ciclos de purga y limpieza de sedimentadores y los de contra, lavado de filtros, lo cual puede ser incluido en los Manuales de Operación que regulan el funcionamiento de las plantas potabilizadoras.

6. Investigación de las fuentes de agua

El sistema de obtención y registro de datos sobre la calidad de las aguas terrestres REDCAL-REDCU y los Libros de Registro diario de las plantas proporcionan un volumen considerable de información básica no suficientemente utilizada en la planeación, diseño y explotación de las instalaciones de tratamiento de agua. La experiencia de la Región sitúa en nivel destacado el manejo de esta información sistemática ya acumulada y en lo que todavía no se ha logrado universalizar su empleo.

Se ha encontrado en las evaluaciones de plantas varias de éstas dotadas de clarificación sin requerir sus captaciones de agua y también un caso contrario, así como el desconocimiento de la presencia de moluscos en otras fuentes, cuya eliminación no fue prevista.

Todo esto puede ser previsto y mejorado con el acceso a la base de información disponible en los territorios e instituciones y que constituyen una riqueza técnica de indudable valor para obtener los altos estándares propuestos para el tratamiento.

7. Actualización de normas y regulaciones

Las regulaciones técnicas constituyen una herramienta esencial en la aplicación de los programas nacionales de calidad del agua. El acceso cada vez mayor a nuevos materiales y tecnologías, tanto como las experiencias en la aplicación de las normativas, permiten realizar la actualización sistemática de los procesos de tratamiento.

Aunque todavía se confrontan altas y bajas, este proceso imprescindible forma parte ya de una política nacional bien extendida en su aplicación.

Las regulaciones para las captaciones de agua se consideran bastante completas. En ellas se consideran no solo características de la fuente de agua, sino que su evaluación incluya el flujo de aguas y las prescripciones de las zonas de protección.

Las obras de captación ya necesitan completar su diseño con sistemas de pre tratamiento, en que resulta útil considerar el establecimiento regular de los canales de aproximación y las tomas flotantes en agua superficiales y mejorar las construcciones de pozos profundos y freáticos, en cuanto la protección del encamisado y las facilidades para su limpieza.

Todo esto facilita un agua a potabilizar que sea más confiable y de tratamiento seguro.

Se dispone en el proceso de desinfección de una colección de prescripciones necesarias que se pueden revisar en lo concerniente a la manipulación de productos y sus controles, que los hagan más aplicables y una instalación de cloro gas tecnológicamente más rigurosa.

Las experiencias en el funcionamiento de plantas potabilizadoras acumulan la mayoría de las actualizaciones de regulaciones. No se aconseja continuar con la pre cloración obligatoria, salvo en presencia de compuestos a oxidar, los tiempos y velocidades de floculación deben atenerse mejor a la tecnología empleada, los materiales filtrantes y los caudales de retro lavado mejor seleccionados y reducir los efluentes de procesos a valores mínimos.

Las regulaciones de agua potable deben someterse a procesos de retroalimentación para conocer su aplicabilidad y obtener resultados mejores. La misma norma necesita complementarse con la inspección sanitaria y no reportarse de forma separada. Continúa como asignatura pendiente la certificación de agua segura en el punto de toma del usuario y no solo en el sistema público de suministro.

8. Revisión de los procesos de cloración

Las tecnologías de desinfección se basan en dos acciones básicas: la adición de un producto desinfectante y la obtención de un tiempo de retención (tiempo de contacto) de ese producto con el agua previo a su consumo. En aguas limpias, con turbiedad menor de 5 NTU ese proceso resulta suficiente para alcanzar un agua segura.

En la sección anterior se anotaba la conveniencia de prescindir de aplicaciones previas de desinfectante en aguas no clarificadas, vale decir, antes de

su sedimentación. Esto ha sido incorporado en la mayoría de las plantas, permitiendo tanto aguas con menores tenores de color y sabor, como reducciones del consumo de productos y se ha logrado acercarse ya a la práctica regional.

Pero la relación concentración de desinfectante: tiempo de contacto, el llamado factor Ct no se ha incorporado todavía a la normas de agua potable ni al diseño de las instalaciones.

Un estudio de la relación del factor Ct con respecto a la calidad sanitaria del agua tratada parece recomendable para promover su uso en un plazo razonable.

En el diseño y montaje de las instalaciones se recomienda incluir la compartimentación de los locales, las rutas de acceso durante la operación y el mantenimiento y proponer otras alternativas para prevenir o mitigar las averías, dado las diferencias de apreciación existentes todavía en las instalaciones de cloro gas hoy existentes.

9. Diferenciación del sector rural

Los programas rurales de la política nacional del agua se expanden continuamente. Existe tal diversidad en las características de acceso al agua y de los asentamientos en los programas-urbes, poblados urbanos, poblados rurales, lugares semi-dispersos y viviendas aisladas, que sus soluciones necesitan adaptarse a estos nuevos escenarios diversos.

Se ha ido alcanzando ya un consenso en la conveniencia de disponer de propuestas más diversas para proporcionar agua potable. Los resultados obtenidos con los dispositivos y tecnologías empleadas en el país y los reportes de la Región a partir de 1980 son un soporte que permiten alternativas de aplicación para el sector rural, y diferenciadas explícitamente de las empleadas en los asentamientos urbanos.

En la gestión:

La gestión del abasto de agua potable avanzó en los pasados 20 años desde una administración bajo presupuesto hasta empresas públicas modernamente gestionadas. Se dispone de mejor calificación: el 17 por ciento del personal de estas empresas tienen formación superior y medio superior y prácticamente todos los obreros cuentan con escolaridad de 12mo. grado o más. Todos los cargos básicos reciben alguna acción de capacita-

ción anualmente. Las instalaciones funcionan bajo documentación tecnológica y se programa la tipificación y atención sistemática del equipamiento.

¿Cómo puede avanzarse en la gestión del tratamiento del agua en tales empresas?

1. Unidad del proceso

A finales de los 90 se aplicó en la empresa de acueducto un proceso que descentralizó la atención a las instalaciones de tratamiento, incluido su monitoreo. Esto permitió que cada planta potabilizadora e instalación de cloración operase con su personal directo y programase las acciones para su operación y mantenimiento sistemáticos.

El proceso ha tenido progresos efectivos en comparación con el control centralizado aplicado en períodos precedentes. Aunque requiere continuar avanzando en cuanto a autonomía y la formación intensiva del personal, concebir la instalación como un proceso de producción ha resultado un avance medible en su administración.

2. Integración en la gestión del sistema

Se ha presentado la propuesta de que la instalación de potabilización de agua se conciba como una unidad de acciones que incluyen, además del tratamiento en sí, la selección y construcción de obras de captación adecuadas y las formas de distribución y manipulación del agua una vez tratada. Este enfoque sanitario integrado es conocido como *las cinco barreras* (del agua segura) y se emplea en los programas de agua.

Ello implica a su vez que no basta la unidad de proceso en la instalación de tratamiento, sino que la potabilización debe ser enfocada dentro de toda la gestión de servicio de la empresa (es de hecho, uno de sus indicadores de calidad de servicio).

El uso de esta forma de valoración contribuye a madurar la gestión empresarial y debe formar parte de sus procesos de SGC (Sistema de gestión de la calidad).

3. Progreso en la formación de personal

La capacitación anual del personal básico de las empresas regulado desde el año 2011 resultó un innegable avance en el desarrollo de sus recursos humanos destinados a la potabilización del agua.

Se ha logrado disponer de manuales y documentos técnicos en todas las instalaciones y la caducidad

anual de la certificación promueve los ciclos de formación.

Los programas de entrenamiento aplicados indican que debe ascenderse ya un escalón más en la formación de personal. Esta debe incluir ya al menos tres nuevas características:

- *La personalización* (cada operador debe ser entrenado según su proceso formativo, sea recién ingresado, de formación inicial o de formación completa).
- *Especialización*: sobre un soporte básico de conocimientos sobre tratamiento, atender la formación por tipo de tecnología.
- *Complementación*: la rotación por procesos hasta completar la formación y la inclusión del entrenamiento avanzado en mantenimiento.

4. Actualización de monitoreo y supervisión

La descentralización de los procesos de tratamiento produjo una ruptura necesaria en los enfoques del monitoreo, tanto de procesos como de calidad final.

La institucionalización del sector hidráulico, dentro de un proceso nacional, proporciona un impulso para modernizar e integrar la supervisión del tratamiento del agua.

El pasado año se estableció un sistema único de la calidad del agua. Las empresas de acueducto contaban ya con un sistema propio, universal y descentralizado, lo que permitió su integración bastante rápida.

La posibilidad de acceso a las bases de datos de todo el sector hídrico es una adquisición importante que permite dotar a la gestión del tratamiento de nuevos alcances no utilizados anteriormente y la interrelación con otros sistemas de gestión del agua que integra el tratamiento, con todos los indicadores de la empresa.

La gestión del tratamiento en las empresas ampliaría así su sistema de supervisión hasta:

- El manejo de las fuentes de agua.
- El control de la contaminación de los cuerpos de agua.
- La protección de las obras de captación.

Aspectos que no forman parte todavía de los programas de supervisión y monitoreo en las empresas de acueducto y alcantarillado.

5. Manejo de la base de datos

Muy relacionado con las modificaciones en la supervisión y el monitoreo, la ampliación y el uso de las bases de datos generadas por el sistema REDCAL-REDACU, se encuentran los procesos de informatización e integración de las bases de datos.

Esta red de captación, registro y procesamiento de los datos sobre tratamiento y de otros sistemas de monitoreo requieren incorporar programas, medios de comunicación y de cómputo y preverlos en los planes de las empresas, tanto como la formación de personal como en la ampliación de sus mediciones e indicadores.

6. Extensión local de tecnologías

La universalización del acceso al agua potable para la población rural es un reto de largo alcance. Llegar a establecer y consolidar un agua segura en más de seis mil poblados rurales y 200 mil viviendas aisladas requiere construirse sobre una estrategia compleja, diversa e incluyente, donde el protagonismo de esa misma población decidirá con mucho sus resultados.

No parece tratarse de un programa con una sola estructura ni de plazos inmediatos. Cada territorio puede presentar posibilidades diversas y, según se logre involucrar autoridades y líderes locales se obtendrá su avance y realización. La experiencia de la construcción de los tres mil acueductos rurales de los años noventa, con una fuerte y generalizada motivación local, constituye una lección bien aprendida en la integración con las localidades.

La pobre existencia actual de tecnologías y materiales locales disponibles hace recomendable retomar la promoción de los centros de tecnologías rurales que incursionaron hace ya algunos años en esos programas con bastantes buenos resultados y el acercamiento a los centros docentes relacionados con el sector hídrico en Cuba.

CONCLUSIONES

1. El Programa Nacional Hidráulico establece nuevos estándares en los resultados del tratamiento del agua. El objetivo de acceso universal al agua potable y al saneamiento implica una revaluación de los programas, procedimientos y tecnologías aplicados. Esto incluye una ampliación a nuevos sectores de población y el reordenamiento de las prácticas existentes.

2. Las empresas de agua, públicas y mixtas, gestionan el aprovisionamiento de agua potable a la mayoría de la población cubana. Más de 8 millones de personas reciben agua segura por medio de 2 300 instalaciones de potabilización. En estas instalaciones se aplican todas las tecnologías actuales existentes en Cuba y la utilización de nuevos procedimientos y tecnologías.
3. En ellas se conserva una cultura de tratamiento del agua con más de 150 años que se complementa con una sólida estructura en formación, estudios y diseño de buenas prácticas en potabilización.
4. Las experiencias y resultados en las prácticas de tratamiento del agua en estas empresas recomiendan 15 líneas de trabajo para elevar los resultados ya alcanzados en el ejercicio de la potabilización del agua y a tono con las indicaciones del Programa Hidráulico vigente.
5. Por cuanto recogen experiencias de numerosas empresas en un período prolongado de su gestión, la aplicación de estas líneas de trabajo propuestas pueden contribuir al PNH en su objetivo de alcance universal al agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

- GEAAL:** *Balance Anual 2014*, pp. 1-2. La Habana. Febrero de 2015.
- GEAAL:** *Dictamen de Plantas de Tratamiento*. La Habana. Dirección Ingeniería, 2012.
- GEAAL:** *Indicación 21-2011. Carpeta de Acciones de Formación para Cargos Seleccionados*. La Habana. 2011.
- ONEI:** *Viviendas Particulares y Población por Territorios y Asentamientos. Censo de Población y de Vivienda 2012*. La Habana, Cuba. 2014.
- RODRÍGUEZ CARBONELL, J.:** *Acciones para Disminuir Vulnerabilidad en Instalaciones de Cloración. Encuentro de Directores Ingeniería GEAAL*. Matanzas. 2014.
- VICEPRESIDENCIA INRH:** *Procedimiento General para el Trabajo de la Red de Calidad del Agua (REDCAL y REDACU) y otras Normas e Indicaciones relacionadas con la Calidad del Agua*. La Habana. 2014. 

BIORREMEDIACIÓN CON MICROORGANISMOS EFICIENTES. EXPERIENCIA DE LA APLICACIÓN DEL VERSAKLIN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CUBA

Ing. Yasmina Agüero Kassabb yasmina@hidro.cu

Ing. Abel E. Salas García salas@hidro.cu

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

Colaboradores: Instituto “Carlos J. Finlay”, Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Centro “Indio Hatuey”, Oficina Nacional de Seguridad Nuclear, Centro Nacional de Seguridad Biológica, Empresa Nacional de Servicios Técnicos, Delegaciones y empresas del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos con polígonos experimentales

RESUMEN

La biorremediación surge como una rama de la biotecnología que busca resolver los problemas de contaminación mediante el uso de seres vivos capaces de degradar compuestos que provocan desequilibrio en el medio ambiente. El problema existente en Cuba de la contaminación de las aguas terrestres, requiere de múltiples miradas y flexibilidad en posibles soluciones. El trabajo presenta las experiencias fundamentales obtenidas en la aplicación de un producto cubano, Versaklin, para el tratamiento de aguas residuales, que involucró durante ocho meses a instituciones cubanas, con experimentación al nivel de laboratorio y aplicación *in situ*. Los resultados de la experimentación en polígonos reales, reflejados en 3 casos de estudio en zanjas, permitieron identificar las regularidades preliminares de la efectividad del producto, la obtención de las licencias de seguridad biológica y sanitaria iniciales, y primeras aproximaciones al análisis de la efectividad técnica.

Palabras claves: biorremediación, microorganismos eficientes, experimentación, contaminación.



INTRODUCCIÓN

La aplicación de biorremediación es un proceso que utiliza las habilidades catalíticas de los organismos vivos para transformar contaminantes en productos inocuos, o en su defecto, menos tóxicos, que pueden entonces integrarse a los sitios bioquímicos naturales, tanto en ecosistemas terrestres

como acuáticos, presentando un enorme potencial en la mitigación de la contaminación ambiental (Garbisu y otros, 2000).

Precisamente basado en estos fundamentos esenciales, se desarrolló en el mundo la Tecnología EM (microorganismos eficientes en sus siglas en inglés). Su concepto y tecnología fue desarrolla-

do por el Doctor Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, y el estudio se completó en 1982.

Teniendo en cuenta las ventajas que promueven la tecnología, las posibilidades y realidades nacionales para su posible aplicación, se identifican en Cuba dos centros fundamentales de desarrollo, el primero con la producción y experimentación de otros usos por el Instituto Finlay, la Universidad Agraria de La Habana en experimentación en suelos agrícolas degradados y la Estación Experimental "Indio Hatuey" en el parque Josone en Matanzas. A partir de estas experiencias se ha desarrollado en otras partes del país, en los polos científicos territoriales y por LABIOFAN, productos similares y múltiples propósitos.

El *Problema* a resolver radicaba en la necesidad de encontrar métodos alternativos a los tratamientos convencionales para mitigar la contaminación de las aguas terrestres cubanas, y en específico la solución de problemas ambientales locales, con preocupación creciente en las causas y condiciones por autoridades del Ministerio de Salud Pública y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

El *Objetivo* de este trabajo es presentar la aplicación desarrollada en el proceso de experimentación, utilizando la biorremediación con utilización de microorganismos eficientes como método de tratamiento alternativo de aguas residuales, para aplicar la obtención por vez primera en Cuba las licencias de uso en aguas residuales.

Se muestra la metodología utilizada para la experimentación, desarrollada durante 8 meses y con la participación de 17 entidades, se definieron *Objetivos específicos* del trabajo:

1. Demostrar la efectividad del producto líquido Versaklin para el tratamiento de aguas residuales, que ser positivo permitiría;
2. aplicar ante el Centro Nacional de Seguridad Biológica para la obtención de la Licencia de Seguridad Biológica;
3. aplicar ante el Registro Sanitario de la República de Cuba, para la obtención del Registro Sanitario.

1.1 Producto Versaklin

La producción del Versaklin es responsabilidad del Instituto Carlos J. Finlay, perteneciente al OSDE (Órgano Superior de Dirección) BIOCUBAFARMA, fundado en 1992. Se produce tomando, como sus-

trato sólido, materia colectada de bosques vírgenes cubanos, por la Estación "Indio Hatuey" y producida por el Instituto Finlay. En las Figuras 1 y 2 se presenta la etiqueta comercial y la composición cuantitativa del producto.



Composición cuantitativa del Versaklin	
Ácido Lácteo	30 - 90 mg/l
Ácido Acético	10 - 30 mg/l
Bacterias Aerobias	10 ³ - 10 ⁷ UFC/ml
Hongos y Levaduras	10 ³ - 10 ⁶ UFC/ml

Figuras 1 y 2. Etiqueta comercial de la presentación del producto de microorganismos eficientes Versaklin (presentación de 1 litro) y composición cuantitativa del producto.

DESARROLLO

Para el desarrollo del trabajo se estableció como metodología de trabajo la siguiente:

1. Conformación del grupo de trabajo, con expertos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos como coordinador de los trabajos (con la participación de 11 empresas de Acueducto y Alcantarillado y Aprovechamiento Hidráulico y 5 Delegaciones), el Instituto Finlay, el Instituto de Higiene, Epidemiología y Microbiología del Ministerio de Salud Pública, la Oficina Regulatoria de Seguridad Biológica y Nuclear y el Centro Nacional de Seguridad Biológica, ambas instituciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
2. Revisión de los referentes internacionales establecidos, con la evaluación de los resultados más relevantes para el tratamiento de aguas residuales.
3. Definición de los tipos de polígonos experimentales, ajustados a los intereses y problemáticas identificadas (todas asociadas a aguas residuales).
4. Elaboración de las indicaciones técnicas administrativas iniciales, que con la experiencia de campo obtenida, transito a Protocolos de experimentación.

5. Aprobación del cronograma de trabajo para el control de la experimentación.

Los cinco aspectos descritos con anterioridad, se reconocieron como etapas de trabajo, ejecutadas entre septiembre de 2013 y mayo de 2014.

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la efectividad de microorganismos eficientes, se definieron como condicionantes experimentales las siguientes:

2.1.1. Se realiza la experimentación a riesgo, a nivel de laboratorio y con aplicación in situ, cumpliendo las especificaciones establecidas por el CITMA en la Resolución 180 de 2007, a través del Reglamento para el otorgamiento de la autorización de seguridad biológica.

2.1.2. La selección de los tipos de polígonos y lugares de aplicación, debe estar asociado con comunidades y poblados con eventos diarreicos locales y definidos en el Problema.

2.1.3. Elaboración de los Protocolos de experimentación en Cuba de la utilización de Microorganismos Eficientes en aguas residuales.

2.1.4. Evaluación y definición, por monitoreo inicial para la caracterización de los polígonos, de los parámetros físico-químicos y microbiológicos seleccionados atendiendo a las especificaciones exigidas en Standard Methods Mefcalt y Eddy (2003).

2.1.5. Definición de condiciones de aplicación del producto de Versaklin:

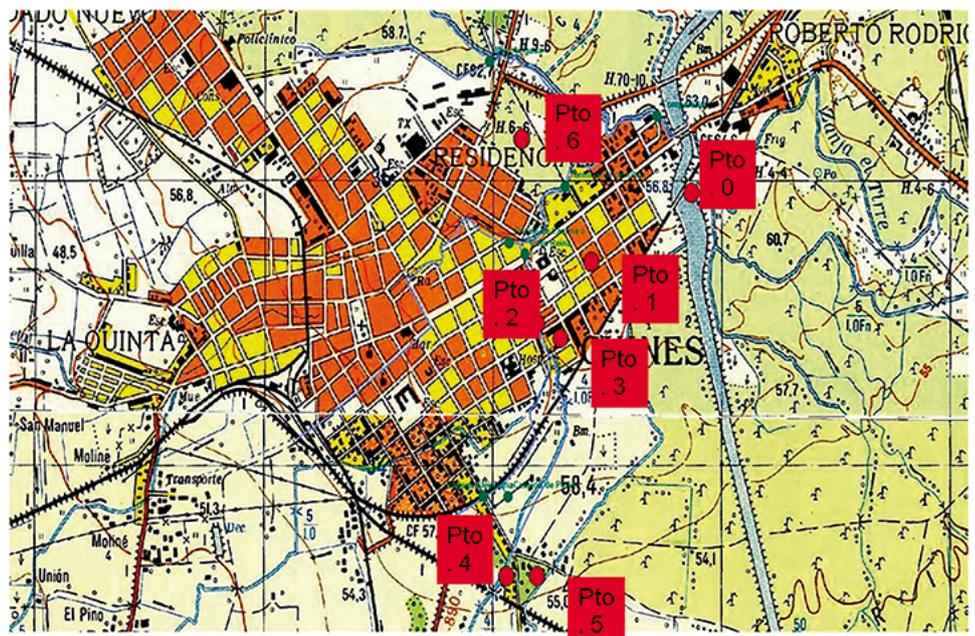
- Aplicar en dos fases la tratamiento de efluentes: un primer Tratamiento de Choque y luego Tratamiento de Mantenimiento;
- el monitoreo se hará al inicio y antes de la aplicación. Luego de la misma se realizará a las 24 horas, a las 72 horas, 9 días y cada quince días durante tres meses de experimentación;
- se define un Punto 0 (inicial) o Testigo, puntos intermedios de monitoreo y Punto Final para cada tipo de polígono y ajustado a sus características;

- si no hay resultados significativos en 7 días, se deberá repetir la aplicación de mantenimiento, y repetir procedimiento nuevamente;
- el método de aplicación, así como las dosis, pueden variar de acuerdo con las condiciones del sistema, características de la localidad, y principalmente de los costos;
- en efluentes con DBO_5 superiores a 2.000 mg/L debe ser evaluado a detalle la posible eficiencia de la utilización de ME.

2.1.6. Definición de aplicación para las condicionantes identificadas:

- Tipos de polígonos seleccionados (5): Zanjas y arroyos, Fosas Sépticas, Lagunas de residuales, Planta de tratamiento de residuales y Agua de consumo humano.
- Número de polígonos (14): Zanjas y arroyos- 10, Fosas Sépticas- 1, Lagunas de residuales- 2 y Planta de tratamiento de residuales- 1.

2.1.7. Muestra de evaluación: Zanjas, porque constituyo la muestra más numerosa, y de ellas 3 Zanjas se presentan, con resultados más consistentes en las tendencias esperadas, positivos y negativos.



Polígono de Monitoreo y Aplicación Zanjas de Güines..

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1.1. Elaboración de los Protocolos de experimentación en Cuba de la utilización de Microorganismos Eficientes en aguas residuales, que para las Zanjas y arroyos: total de 26 variables, de ellas 18 directas y 8 indirectas. Véase en Tabla 1.

Tabla 1. Variables a tener en cuenta aplicando a los Polígonos Zanjas y arroyos en los Protocolos de experimentación en Cuba de la utilización de Microorganismos Eficientes en aguas residuales

	Variables directas	Parámetros hidráulicos	Variables indirectas
	Total: 18		Total: 8
Parámetros físico, químicos y biológicos	1. DBO5	Zanja	1. Tiempo de activo el polígono
	2. DQO	13. Ancho	2. Ciclo de monitoreo
	3. Oxígeno disuelto	14. Profundidad	3. Hora de monitoreo
	4. Coliformes totales	15. Largo	4. Lluvia (No pluviómetro, medida diaria, comparación histórica, estacionalidad)
	5. Coliformes fecales	Entre Punto 0 y Punto Testigo	5. Población asociada
	6. pH	Entre puntos	6. Ciclo de servicio de agua
	7. Conductividad eléctrica	16. Tipo de revestimiento	7. Cantidad de agua servida (dotación)
	8. Gasto	Tierra	8. Focos contaminantes con vertimiento directo a la zanja
	9. Volumen	Revestida	Período de trabajo: 2,5 meses promedio en cada zanja
Producto Versaklin	10. Dilución aplicada	17. Pendiente	
	11. Ciclo efectividad del producto	Entre Punto 0 y Punto Testigo	
	12. Ciclo de mantenimiento del producto	Entre punto	
	18. Aplicación de mantenimiento manual o mecanizado		

3.1.2. El análisis de las variables directas o principales permitió analizar de forma resumida la gran cantidad de datos obtenidos durante el estudio exploratorio y se consiguió reducir a un número menor (2 variables) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y Coliformes Termotolerantes o Fecales (CTT o CF), por las razones siguientes:

- ser indicadores generales y correlacionables con otros directos o indirectos, y a la vez independientes entre sí, que permitió explicar el 56% de la variabilidad general de las otras variables, fundamentalmente las directas relacionadas con los parámetros físicos, químicos y biológicos (desde la 1 hasta la 9);
- son indicadores de niveles de contaminación en las aguas residuales y válidos también para evaluar la efectividad de aplicación del Versaklin;
- se definieron las regularidades:
 - Para los Coliformes Termotolerantes o Fecales (CTT o CF) se obtienen remociones de microorganismos patógenos hasta del 1.0E+07 para los Polígonos de Güines y Cumanayagua, con efectividad de 15 días.



Para las Zanjas de San Miguel del Padrón, ajustado a punto seleccionado por ser típico de resultados obtenidos, la remoción de hasta el 10% después de la aplicación, con efectividad promedio de 5 días.



Polígono de Monitoreo y Aplicación de Zanjas de San Miguel del Padrón

- Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se obtienen remociones hasta del 60% de materia orgánica para los Polígonos de Güines y Cumanayagua, con efectividad de 15 días después de aplicación de choque.

Para las Zanjas de San Miguel del Padrón, ajustado a punto seleccionado por ser típico de resultados obtenidos, la remoción se comportó oscilante desde concentraciones menores antes de la aplicación hasta una remoción del 10%, que implicó el cierre por el Grupo de Trabajo, evitando aumentar los gastos de sostenibilidad de experimentación sin obtener resultados.

En la Figura 3 se presenta el Esquema General de los resultados presentados, con las regularidades encontradas, definiendo ESCENARIO PRELIMI-

NAR ÓPTIMO (Véase en el cuadro central de color azul):

- Gasto = 1 - 15 l/s
- Remoción de parámetros químicos y biológicos evaluados: de 14,55 mg/ por día de DBO₅ y de 100 000 coliformes fecales por día.
- Rango de dilución: 1:300 – 1:500 de Versaklin aplicado a las zanjas con promedio de 4 aplicaciones con el ciclo de efectividad definido para cada polígono.
- Ciclo de efectividad: 15 - 30 días, siendo el tiempo más efectivo entre las 72 horas y los cinco días después de aplicado el producto.

LEYENDA			TENDENCIAS PARA LOS PRINCIPALES RESULTADOS			
			MEJOR RESULTADO OBTENIDO CON APLICACIÓN DE VERSAKLIN			
PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD DE MEDIDA	MÍNIMO RESULTADO CON APLICACIÓN DEL VERSAKLIN	DBO5	DQO	Coliformes Fecales	MÁXIMO RESULTADO CON APLICACIÓN DEL VERSAKLIN
MUESTRA DE EVALUACIÓN: 3 Zanjas (San Miguel del Padrón, Güines/Mayabeque-Cumanayagua/Cienfuegos),			200 unidades (20 días) / Güines	291 unidades (20 días)/Güines	2.00E + 05 coliformes (a las 72 horas)/Güines	
DBO5	mg/l	1	Gasto = 1 - 5 l/s 1. Remoción de 14,55 unidades por día de DBO5 2. Remoción de 10 unidades por día de DQO 3. Remoción de 100 000 coliformes fecales por día 4. Rango de dilución 1:300 - 1:500 de Versaklin aplicado			300
DQO	mg/l	2				1785
Coliformes Fecales	Número más probable/100 ml de muestra	2				2.40E+07
CICLO DE EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO	15 días		10 unidades (a los 45 días)/ San Miguel del Padrón	10 unidades (a las 24 horas) San Miguel del Padrón	1000 coliformes (a las 48 horas)/San Miguel del Padrón	
RANGO DE MANTENIMIENTO	15-30 días		PEOR RESULTADO OBTENIDO CON APLICACIÓN DE VERSAKLIN			

Figura 3. Esquema general de los resultados obtenidos en zanjas.

3.1.3. Con los resultados obtenidos se presentaron las evidencias ante las entidades reguladoras, véase Figura 4.

- Centro Nacional de Seguridad Biológica para la obtención de la Licencia de Seguridad Biológica No LH31-L (77)14, para el uso en el tratamiento de aguas residuales de zanjas y siempre que cumpla las limitaciones de no aplicación en desagües de cocinas, industriales, en espejos de agua utilizados para consumo humano y dentro de instituciones de salud pública.
- Registro Sanitario de la República de Cuba, en beneficio del Instituto Finlay y para el Versaklin, Registro Sanitario asentado en TN 05/14 en el Tomo 1 Folio 005.



Figura 4. Licencias de Seguridad Biológica y Sanitaria emitidas.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las acciones ejecutadas, de acuerdo al cronograma aprobado, se puede concluir que:

- Se cumplieron las etapas definidas para la experimentación a riesgo y con carácter exploratorio para la aplicación *in situ* de ME, **aspectos novedosos**, comparados con los referentes internacionales en el escalonamiento experimental.
- La aplicación del Versaklin en aguas residuales ha mostrado ajustados a la experiencia internacional. Disminuye los parámetros DBO5 y es más efectivo para disminuir los coliformes fecales como principal indicador de contaminación. La regularidad general presentada: disminuyen las concentraciones del Punto Testigo comparado con el Punto Final, resultado positivo, en correspondencia con las condiciones reales de cada polígono analizado.
- La dilución de aplicación en aguas residuales: como primera aproximación, entre 1:300 y 1:500 para el rango de gasto evaluado, con efectividad de hasta 15 días, después de la 1ra. aplicación o de choque y con aplicaciones de mantenimiento de hasta 30 días.
- El Versaklin es útil para mejorar las condiciones higiénico-sanitarias y calidad de corrientes superficiales que reciben descargas de poblados y de la actividad pecuaria, con eliminación de malos olores.
- Se ha logrado replicar y garantizar sostenibilidad en 3 casos, desde mayo de 2014 hasta la fecha: aplicación sistemática de mantenimiento en las s de Güines, en la Tesis de opción al título de Ingeniero Hidráulico en el curso 2013- 2014, con replicación en una entidad del Ministerio de la Industria Alimenticia, en desarrollo en estos momentos.
- Se demostró que, para zanjas urbanas con alta actividad socioeconómica, donde se generen residuales mixtos no se obtienen remociones de materia orgánica significativas.

BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

AMERICAN WATER WORK ASSOCIATION: *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20th. Edition. 2000.

DR. TEURO HIGA AND DR. JAMES F PARR: *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research center. Atami, Japan. 1994.

ING. GUZMÁN, AMBAR ROSA Y COLABORADORES: *Monografía, La Biorremediación, un método para descontaminar áreas agrícolas*. Universidad Agraria de La Habana, Grupo de Fitorremediación. La Habana. 2005.

INSTITUTO CARLOS J. FINLAY: *Guía de Tecnología EM. Boletín de Tecnología EM*. La Habana. 2013.

KYUSEI NATURE FARMING AND THE TECHNOLOGY OF EFFECTIVE MICROORGANISMS. GUIDELINE FOR PRACTICAL USE. INFRC. Atami, Japan and APNAN, Bangkok, Tailand. 1999.

LA TECNOLOGÍA EM. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA INSTITUTO FINLAY. La Habana. Cuba. 2013.

MONOGRAFÍA DE BIORREMEDIACIÓN. Disponible en: <http://www.fitorem.unah.edu.cu/Produccion%20Cient%20A-Dica/Monografias/Monografia%20Biorremediacion.pdf> 21marzo2014.

MONOGRAFÍA LOS RESIDUALES LÍQUIDOS EN LA CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA. EVALUACIÓN EN EL IMPACTO COMUNITARIO. Universidad Agraria de La Habana. 2007. Disponible en: http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboletto/cb_11.pdf 21marzo2014

NIEBLAS, GARCÍA E. Y COLABORADORES: *Monografía Los residuales líquidos en la contaminación agrícola*. Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Agronomía, Departamento de Química. La Habana. 2007.

RESOLUCIÓN 180. REGLAMENTO PARA EL OTORGAMIENTO DE LA AUTORIZACIÓN DE SEGURIDAD BIOLÓGICA, DEL 7 DE NOVIEMBRE DE 2007. CITMA. 

PROGRAMA DEL ESPECTÁCULO

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

“Cuba, la música que lleva dentro”
Gala Inaugural. **Cubagua 2015**



Selecciones de la Zarzuela Cecilia Valdés:

Prologo

- Salida Cecilia..... Yamilis Llano coro y cuerpo de baile
- Duettino Isabel y Leonardo ... Silenia Ponjuan, Reinier Blanco
- Contradanza Cuerpo de baile
- Marcha Habana Yadiel Utria, coro y cuerpo de baile

Selecciones de la Zarzuela María la O:

- Canta Ruiseñor..... Silenia Ponjuan
- Chanclera Ana Merlyn, coro y cuerpo de baile
- Romanza María Yamilis Llano
- Cabildo Olivia Expósito, Yadiel Utria, coro y cuerpo de baile





Seguidamente otras obras de la música cubana:

- El yerbero Silenia Ponjuan
- Flor pálida..... Yariel Sierra
- Quimbara..... Olivia Expósito y cuerpo de baile
- Tres lindas cubanas..... Tres bailarinas
- La negra Tomasa..... Reinier Blanco y cuerpo de baile
- Yo soy el punto cubano Yamilis Llano
- La sitiera..... Yariel Sierra y cuerpo de baile
- Aguanile..... Olivia Expósito, Reinier Blanco y cuerpo de baile

Elenco: Integrado por 40 personas de la Compañía Lírica Ernesto Lecuona

Director General y Artístico: Francisco Alonso. 💧

RESEÑA DEL EVENTO

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Lic. Karla Domínguez Chirino

Comunicadora Social. Dirección de Gestión de la Innovación y la Tecnología. INRH. La Habana, Cuba

karla.dominguez@hidro.cu

El evento internacional Cubagua 2015, que tuvo lugar del 13 al 18 de junio de este año, se desarrolló en el Palacio de las Convenciones en la ciudad capitalina, y comprendió dentro de sí varios eventos; el primer Simposio Técnico Comercial, una Expotecnología y Productos del Agua, el VIII Seminario Internacional del Uso Integral del Agua, y el XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, por lo que fue catalogado por algunos, como un mega-evento, tratando en su conjunto temas tales como: el abasto de agua y saneamiento, el manejo integral de cuencas, las obras hidráulicas, el trabajo de los laboratorios de calidad del agua, la hidrología superficial y subterránea y la enseñanza de la ingeniería hidráulica, etc.

Cubagua superó las expectativas que habían sido planteadas en un inicio. Al cierre del mismo, pudimos contar con la participación de 685 delegados, dentro de ellos 257 fueron extranjeros en representación de 22 países, y nacionales 428, esto, sin mencionar a los casi 600 invitados que participaron en los días transcurridos. Uno de los mayores logros alcanzados durante el trayecto, fue la firma de varios memorándum de entendimientos por empresas pertenecientes a nuestro Instituto con diferentes firmas extranjeras.





Se contó con la presencia de prestigiosas personalidades tales como; el Dr. Karl Ulrich Rudolph, Consultor en Ingeniería y Gestión Ambiental, la Dra. Zelmira May, Hidróloga Regional del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe, Rómulo Martínez, experto de la Oficina del Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional, Christian Huart, vicepresidente Cuba cooperación Francia, MSc. Shigeki Kihara, experto Jica, la Ing. Carmen Escobar, miembro de la firma WILO, entre otros, los que elevaron la calidad de nuestro evento impartiendo, a lo largo de toda esa semana, magistrales conferencias, que permitieron lograr un verdadero intercambio de conocimientos y tecnologías actuales que son desarrolladas a nivel mundial respecto al recurso agua.

Estas conferencias abordaron temas de gran importancia para nuestro país, pues ejemplificaron y mostraron los pasos de avances que hemos ido alcanzando para lograr un mayor desarrollo hidráulico en la Isla. Estas presentaciones trataron temas como el papel del Fondo de Kuwait en el financiamiento de proyectos de agua y saneamiento, otros como, la asociación para el acceso sostenible a agua potable y saneamiento mejorado entre Cuba y la Oficina del Fondo OPEP para el desarrollo Internacional, y los proyectos de cooperación técnica entre la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y el gobierno cubano, fortaleciendo de esta forma la capacidad para el manejo de las aguas subterráneas y la instrucción salina.

Como fue mencionado anteriormente, en el marco de este evento se desarrolló el VIII Seminario de Uso Integral del Agua y el XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, durante sus sesiones fueron analizadas un total de 124 trabajos de países como México, Colombia; Ecuador, Argentina y Cuba, relacionados con las ciencias vinculadas al agua y su aplicación para un aprovechamiento sostenible de este preciado y escaso recurso, participando un total de 553 delegados acreditados, 295 cubanos y 258 extranjeros, que enriquecieron el evento con sus aportes y experiencias. Fueron impartidas 7 conferencias magistrales en las salas de trabajo por especialistas y firmas de prestigio tanto nacional como extranjero.

El VIII Seminario del uso integral del Agua sesionó en 5 salas de trabajo, donde se presentaron un total de 31 ponencias con un promedio de 26 participantes. Existieron 3 conferencias que fueron impartidas, las cuales fueron catalogadas como especiales: "Piping System, Dimensión Industrial y Coop-fit" por el Ing. Javier Capdevila de la firma española Llabería Plástica; "Proyecciones de las Em-

presas Gestoras del Ciclo Integral del Agua para Atenuar los efectos del Cambio Climático”, por la empresa Aguas de La Habana y la ponencia titulada “Una Gestión Moderna y Avanzada del drenaje Urbano”, impartida por especialistas del Grupo AG-BAR.

El XII Congreso internacional de Ingeniería Hidráulica se desarrolló en 11 sesiones de trabajo donde se expusieron un total de 93 ponencias con una participación promedio de 40 personas en salas, desarrollándose debates de gran interés. De estas ponencias 4 de ellas fueron clasificadas como las más interesantes e importantes, la primera de ellas fue expuesta por el Dr. Ing. Aridai Herreras, de Honduras, Presidente del Comité Técnico de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI), titulada “El Centro de Ingeniería una plataforma corporativa”, “El Estado del Arte de las Tecnologías a Membranas para el Tratamiento de las Aguas” por el Dr. Lorenzo Belbusti de la firma Chematek-Protecno de Italia, se suma “Tuberías de polipropileno Reforzado para Instalaciones de protección Contra Incendios; las características del sistema de tuberías PP-R y sus ventajas sobre las tuberías de hierro, costo, mantenimiento y durabilidad”, y por último la ponencia titulada “Parámetros hidrogeoquímicos y relaciones matemáticas en aguas de diferentes países”, por el Dr. Juan Reineiro Fagundo. En los

días 9 y 11 fueron presentadas las multimedias “Lagunas de estabilización” y “Cuencas hidrográficas”, las cuales tuvieron una fortísima acogida entre todos los participantes por su gran importancia y calidad a la hora de mostrar los contenidos.

La feria asociada “Expotecnologías y Productos del Agua”, contó con la presencia de más de 50 firmas internacionales en representación de 73 empresas vinculadas al sector del agua reafirmando así, el interés que Cuba despierta por las acciones que se están llevando a cabo en el sector de los recursos hidráulicos, que incluyen el amplio proceso inversionista. Como fue expuesto anteriormente, uno de los resultados más significativos de esta feria, fue la firma de 4 memorándum:

- Memorando para el fortalecimiento de las capacidades de reparación de equipos de bombeo de la marca Wilo, de Alemania.
- Memorando para la creación de capacidades en la detección de fugas a través de la utilización de equipos de la marca Sewerin.
- Memorando para el fortalecimiento de las capacidades de reparación de equipos de bombeo de la marca Grundfos, de Dinamarca.
- Memorando para el apoyo tecnológico en el uso de la tecnología de bio-discos para el tratamiento de aguas residuales.



Cubagua

Habana 2015

VISIÓN | contar con un personal cualificado de alta profesionalidad y dominio de la actividad, capaz de asesorar, controlar y dirigir a sus entidades para cumplir con las tareas solicitadas por el organismo.



INRH



Cubagua
Habana 2015



8-13 Junio Palacio de Convenciones





EL PROBLEMA DE LA RUGOSIDAD ADICIONAL EN LOS TÚNELES.

Además de la rugosidad propia del revestimiento, dada por su granulometría, en el caso de los túneles se incrementa por los cambios en la sección transversal que se producen por un problema constructivo de la perforación y voladura



desinCLOR

Uso y aplicaciones

- 1 Tratamiento y desinfección del agua para consumo humano en situaciones de emergencia habituales o en el tratamiento de agua a largo plazo en el hogar.
- 2 Desinfección de frutas, verduras, hortalizas y carnes.
- 3 Desinfección de superficies, equipos, utensilios y instrumental.

Acción de DESINCLOR

- ⊘ Contra Bacterias (Garda sensible, etc.)
- ⊘ Contra Helelomas (Equipos de marcos, cascaras, Equipos de marcos, cascaras)
- ⊘ Contra Virus (Adenovirus 3, Hepatitis A, Hepatitis B, etc.)
- ⊘ Contra Desechos de Pflizos (Bacterias, etc., Demencia, etc., etc.)
- ⊘ Contra Hongos y Algas (Algas de Cladophora, etc.)



Seguridad
Largo periodo de validez
Garantía de calidad

DE AGUA DE VIDA



Luego de fructíferas jornadas de intercambios de experiencias y saberes en el campo científico y tecnológico de gran utilidad para la gestión del recurso agua en Cuba y en otras partes del mundo, su comité organizador decidió otorgar distintos premios a alguno de sus participantes, estos fueron:

Premio a la calidad del producto y servicios prestados, el galardonado en este caso fue, “Medidor de Agua Chorro Múltiple”, de la firma CONTHIDRA de España. Por ser un producto específicamente adecuado a las tipologías de consumo más habituales detectadas en cuba, por disponer de mecanismo anti-intruso y permitir su reparación *in situ*, siendo más económico por su bajo costo y posible producción.

En esta categoría obtuvieron mención, Máquina para la producción de desinfectante de agua, modelo T 10 AG 150 l/h. De la firma EMILCARGO de Italia y al Contador Biológico Rotatorio (BIOFILTRO). De la firma UNIFAMED S.L. de España.

Premio a la Novedad Tecnológica entregado a Filtro cerámico del Cita del Grupo Empresarial de Investigaciones y Proyectos de Ingeniería Geipi, de Cuba. Por ser un dispositivo para el tratamiento del agua de consumo humano y contener la novedad a diferencia de los filtros domésticos, en utilizar plata coloidal que elimina bacterias presentes en el agua, con una durabilidad de 2 años. La mención en este caso fue para el Pluviómetro Registrador de Lluvia, producido por el grupo Empresarial de Aprovechamiento Hidráulico.

El premio al Mejor Diseño de Stand Modular, fue otorgado al Grupo Empresarial de Logística Hidráulica (GEILH), por la excelente distribución de sus espacios, concepto bien logrado en concordancia con sus productos industriales y el arte, por su selección adecuada de materiales acorde con sus intenciones, y por el buen uso de tecnologías actuales en función del desarrollo pleno del stand.



La mención de este premio fue dada en la categoría de stand modular al Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamento (CIDEM) y en la categoría de diseño libre de stand a BOMBAS GRUNNFOST.

El premio al Mayor grupo de Firms grupadas fue dado a GERMAN WATER PARTNERSHIP, por estar representada por 9 firmas alemanas de distintos productos, empleados en el proceso de operación del agua.

España se llevo el galardón al premio con mayor representación en el evento con 20 firmas dedicadas a la producción de equipos y materiales para su empleo en el sector hidráulico.

Cubagua 2015, llegó a su fin no sin antes haber cumplido el propósito de convertirse en el espacio por excelencia para lograr el mayor intercambio de conocimientos, técnico y comercial, y las buenas prácticas en el sector del agua, abriendo sus puertas nuevamente a su próxima edición en el año 2017, donde esperamos contar con una mayor participación. 💧

EL DELEGADO MÁS JOVEN DE Cubagua 2015

Texto y fotos PepeSuQ



Héctor Luis Noa Segura, estudiante de 5^{to} año de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Máximo Gómez Baez, Ciego de Ávila, con solo 22 años de edad resultó ser el delegado más joven de este evento, participando con la ponencia Modelo Matemático para el diseño de tuberías axiales en Gargantas Venturi para el aprovechamiento energético de las Corrientes Marinas, en el 8^{vo} Seminario del Uso Integral del Agua y el 12 Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica organizado por la Sociedad Hidráulica de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC), la Universidad de Chapingo, México y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

El joven discutió su tesis como Ingeniero Hidráulico, el pasado 22 junio con resultados satisfactorios, pasando a ser cantera del INRH de Ciego de Ávila e incorporándose al ejercicio de afiliados profesionales de la Sociedad Hidráulica de la UNAICC de su provincia.

Héctor se sintió “doblemente realizado” al poder dialogar y retratarse con la Presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, la M.Sc. Ing. Inés M. Chapman Waugh y por ser el delegado más joven de Cubagua / 2015. 💧

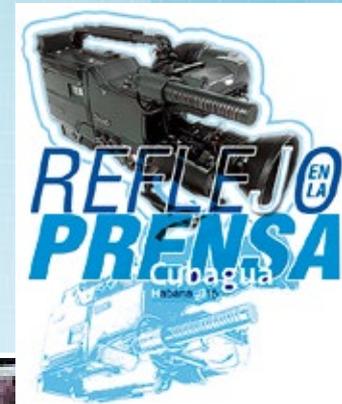
ACUERDOS PARA AVANZAR EN LA RAMA HIDRÁULICA

El uso integral del agua, que implica su explotación más racional, productiva y eficiente son algunos de los temas que examina el evento Cubagua 2015

Por Ledys Camacho Casado | 11 de junio de 2015

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES



La rúbrica de memorandos de entendimiento entre entidades cubanas y alemanas, en la rama hidráulica, fue un punto destacado en la agenda del multievento que reúne en el Palacio de Convenciones de La Habana, a más de 500 especialistas de unas 24 naciones, y abarca el XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, el VIII Seminario de Uso Integral del Agua, el I Simposio Técnico Comercial y la Exposición de Tecnologías y Productos del sector.

Los acuerdos fueron rubricados entre representantes de la germana Sewerin Ibérica y Cubahidráulica y el Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado –ambos pertenecientes al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)–, con el propósito de aportar a la formación de téc-

SEWERIN
Tecnologías para la detección de fugas.

Cubahidráulica
IMPORTADORA - EXPORTADORA

GEAAL
GRUPO EMPRESARIAL DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

nicos especializados en el uso de equipos de detección de fugas de agua.

También se decidió la donación de equipamiento para el diagnóstico y localización de ese tipo de averías, y contribuir en el avance de la colaboración y la exportación de servicios técnicos especializados en esta esfera, que serán aprovechados en la capacitación de los expertos cubanos.

Asimismo, esas dos entidades cubanas firmaron un memorando con la empresa alemana Wilo para la creación de un taller especializado destinado a la reparación y ensamblaje de equipamiento de bombeo de esa marca y donará dos máquinas de drenaje de diferentes capacidades, habilitadas para el enfrentamiento de inundaciones.

La firma germana transmitió su disposición de trabajar junto a Cubahidráulica con el propósito de garantizar la existencia más estable de piezas de repuesto y accesorios en la Mayor de las Antillas, en particular en el mejor desempeño del taller.





Muestra de tecnologías y productos del agua

Más de 70 empresas de 14 países participan en la feria expositiva asociada a Cubagua 2015, en su afán de mostrar productos novedosos y tecnologías de avanzada para contribuir a restablecer y mejorar los sistemas de residuales y de tratamiento del vital líquido, así como entablar negociaciones e intercambiar información actualizada en la materia.

La Feria asociada, que comprende más de mil metros cuadrados de área expositiva, también responde a las prioridades del país en el sector, resumidas en la Política Nacional del Agua (PNA), y referidas al uso racional, productivo y eficiente del agua, el mejoramiento y rescate de la infraestructura edificada, la reducción de la contaminación es decir la gestión de los riesgos asociados a la calidad del vital líquido y de los vinculados con eventos extremos del clima.

La PNA se aprobó por el Consejo de Ministros en diciembre de 2012 en respuesta a los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, sobre todo a los referidos a la esfera hidráulica.

Ya se confeccionó un proyecto de Ley del Agua que está a punto de ser aprobado por la Asamblea Nacional del Poder Popular.

Una participación muy activa en el evento tuvo el Fondo Kuwaití para el Desarrollo Económico Árabe, el cual sostiene una significativa cooperación con Cuba en rehabilitación de redes en varias provincias y en la capital.

Ese mecanismo ejecuta varios proyectos en Santiago de Cuba, Holguín y La Habana. Precisamente en marzo pasado se aprovechó la visita del director general del Fondo, Abdulwahab Al-Bader, para la firma de acuerdos que apoyan créditos de financiamiento de la rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado en la capital de la Mayor de las Antillas.

Representantes de esa institución asistentes a la actual edición de Cubagua, examinan la marcha de la cooperación y reiteraron su disposición de mantener y continuar el apoyo a este sector en Cuba.

Durante el encuentro se impartió una conferencia sobre el papel en el financiamiento de proyectos de agua y saneamiento y las experiencias en el acompañamiento de programas para el buen manejo y la gestión de los recursos hídricos en la Isla caribeña y en otras naciones.

El Fondo ha ofrecido ayuda financiera por más de 50 millones de dólares a Cuba desde 2012, empleados en la rehabilitación de redes de acueductos y alcantarillado.

El INRH es uno de los organismos del país con mayor participación de la cooperación internacional en el financiamiento de sus programas de desarrollo, mediante créditos gubernamentales y donativos.

Ello se ilustra también con los concedidos por el Fondo de la OPEP para objetivos hidráulicos de las ciudades de Las Tunas, Palma Soriano, Guantánamo y Bayamo, y los otorgados por el Fondo Saudita destinados con similares propósitos a La Habana y Camagüey.

Otra intervención relevante fue la del presidente del consejo técnico de la Unión Panamericana de Ingenieros (Upadi), Aridai Herrera, quien se refirió al Centro de Excelencia, una plataforma corporativa de la ingeniería, la economía y los desafíos sociales de este continente.

Sobre el carácter estratégico del agua, determinante para la agricultura, la industria y el desarrollo sostenible, abundó la especialista del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe de la Oficina regional de la Unesco, Zilmira May.

La experta comentó sobre Los 50 años del decenio del agua de las Naciones Unidas: La contribución del Programa Internacional de la Unesco a la seguridad hídrica y señaló como desafíos para los próximos años reducir a la mitad la cantidad de personas sin acceso al agua potable (hoy esa cifra es de más de 740 millones) y subrayó que el saneamiento es una prioridad para aspirar al desarrollo sostenible.

Otra ponencia reseñada fue la del consultor para ingeniería y la gestión medio ambiental, Karl-Urich Rudoph, quien se refirió a las soluciones eficientes y sustentables para aguas residuales.

El académico alemán exaltó las potencialidades de Cuba para instalar tecnologías más eficientes en el tratamiento de residuales líquidos, así como a los retos que implica modernizar la infraestructura para el reaprovechamiento de las aguas, y mejorar así el bienestar y calidad de vida de la población, su salud y la preservación de los recursos hídricos.

La presidenta del INRH, Inés Chapman, opinó que Cubagua propicia especialmente el intercambio de conocimiento técnico y comercial, para el mejoramiento de la gestión y las buenas prácticas en el sector.

Insistió en que el evento es un momento oportuno para intercambiar sobre políticas, regulaciones, inversiones, infraestructura, productos y tecnologías que favorezcan la más adecuada y eficiente implementación de la Política Nacional del Agua.

La funcionaria destacó la relevancia del cónclave que propiciará la concertación de acuerdos para la incorporación de estas técnicas y novedades al quehacer diario en un país como Cuba, donde el sector del agua es prioridad en sus planes y programas de desarrollo a corto, mediano y largo plazos.

Entre los países representados en Cubagua se encuentran Italia, España, Francia, Alemania, Irlanda, Nicaragua, Costa Rica, México, Panamá, Venezuela, Israel, Kuwait, Japón y República Dominicana. 💧

Tomado de <http://www.opciones.cu/ferias-y-eventos/2015-06-11/acuerdos-para-avanzar-en-la-rama-hidraulica/>



APOYA KUWAIT REHABILITACIÓN DE REDES HIDRÁULICAS EN CUBA

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Por Roberto Salomón | 10 de junio de 2015

La Habana, 10 jun (PL) El Fondo Kuwaití para el Desarrollo Económico Árabe, mantiene una importante cooperación con Cuba en rehabilitación de redes en varias provincias y en la capital, según un directive de esa institución presente en el foro Cubagua-2015, que sesiona aquí. (PLRadio)

Analizan en Cuba papel del Fondo de Kuwait de desarrollo

En conversación con Prensa Latina, el gerente de ese mecanismo para esta región, Abdullah Kh al-Musaibeeh, precisó que ejecutan cuatro proyectos de cooperación en Santiago de Cuba, Holguín y La Habana.

Recordó que en marzo de este año realizó una visita a Cuba acompañando al director general del fondo, Abdulwahab Al-Bader, ocasión en que se firmaron acuerdos para apoyar con créditos de financiamiento la rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado en la capital de esta isla.

Explicó que se encuentra nuevamente aquí para participar en Cubagua, donde su institución presenta este miércoles una conferencia sobre el papel en el financiamiento de proyectos de agua y saneamiento, y también para examinar la marcha de la cooperación.

Reiteró la disposición del fondo de mantener y continuar la colaboración que tiene con Cuba en todo los proyectos relacionados con el sector del agua.

Según el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), hasta el momento esa entidad kuwaití ha entregado una suma de 52 millones de dólares para emprender la rehabilitación de acueductos y alcantarillado en beneficio de la población y las instituciones capitalinas.

El INRH es uno de los organismos con mayor participación de la cooperación internacional en el financiamiento de sus programas de desarrollo, mediante créditos gubernamentales y donativos.

Según expertos, la colaboración es una necesidad del desarrollo económico y social de los países, máxime en la era de la globalización, que acerca la distancia y reduce el tiempo gracias al vertiginoso avance tecnológico. 💧

Tomado de http://www.prensa-latina.cu/index.php?option=com_content&task=view&idioma=1&id=3880181&Itemid=1



COMPARTIRÁ FONDO KUWAITÍ EXPERIENCIAS

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Por Lisandra Romeo Matos | Foto: Abel Padrón Padilla/AIN
10 de junio de 2015

La Habana, 10 jun (AIN) Representantes del Fondo Kuwaití para el Desarrollo Económico Árabe compartirán hoy, en esta capital, sus experiencias en el acompañamiento de proyectos para el buen manejo y la gestión de los recursos hídricos en Cuba y otras naciones.

Ese organismo, presente en el evento internacional Cubagua 2015, con sede en el Palacio de Convenciones de La Habana hasta el 13 de junio próximo, ha ofrecido ayuda financiera a la mayor de la Antillas desde 2012 en la rehabilitación de redes de acueductos y alcantarillado.

Además de ese tema, los más de 500 delegados al foro conocerán sobre otras inversiones previstas para el saneamiento de la bahía habanera, y las acciones de rehabilitación de la faja litoral del Paseo de Paula, como parte de la reanimación de esa rada.

Durante la jornada de hoy también proseguirán las presentaciones de trabajos y los debates del XII Congreso de Ingeniería Hidráulica, el VIII Seminario Internacional de uso Integral del Agua y el I Simposio Técnico Comercial sobre tecnologías y productos asociados al manejo de los recursos hídricos, que sesionan como parte de este gran evento.

Otras de las temáticas que conforman la agenda de este miércoles son las enfermedades ocasionadas por aguas contaminadas, el diseño de sistemas de purificación y técnicas de desinfección del vital líquido como bebida, además de las fuentes alternativas para su obtención y el abasto en zonas rurales.

Por su parte, la expo feria paralela a la cita muestra los productos y tecnologías de unas 73 empresas, firmas y entidades nacionales y de 14 países. 💧

Tomado de <http://www.ain.cu/medio-ambiente/10121-compartira-fondo-kuwaiti-experiencias-en-cubagua-2015>



SOLUCIONES EFICIENTES Y RACIONALES PARA EL MEJOR USO Y TRATAMIENTO DEL AGUA

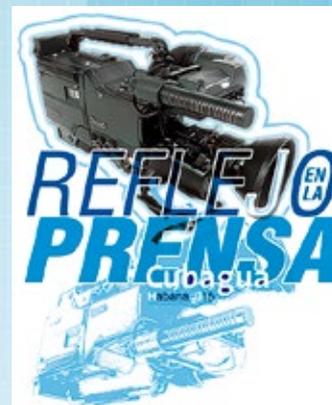
voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Por Vivian Bustamante Molina | 9 de junio de 2015

Soluciones eficientes y racionales para el mejor uso y tratamiento del agua son presentadas en Cubagua 2015, un mega evento que ha superado las expectativas de asistencia según ratificaron sus organizadores este martes en La Habana, durante la inauguración. Más de 500 profesionales de todos los continentes respondieron a la convocatoria del cónclave, sustentado en una muestra expositiva que ocupa unos mil 200 metros cuadrados, en la cual además de empresas nacionales intervienen 73 firmas de 14 países, anunció la ingeniera Inés María Chapman, presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, organizador del foro junto con la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción en Cuba. El tratamiento de residuales, la gestión de las aguas, la exposición de técnicas de construcción e investigación de proyectos son los amplios temas que se subdividen y aportan un envidiable caudal de conocimientos en la muestra y sus eventos paralelos, el XII Congreso de ingeniería hidráulica, el VIII Seminario internacional de uso integral del agua y el I Simposio técnico comercial. Alemania, España, Francia, México, Italia, Panamá, Irlanda, Israel, Kuwait, Japón, República Dominicana y Venezuela están entre las naciones representadas en el evento, cuyo fin es viabilizar el intercambio de conocimientos técnicos y comerciales, la difusión de información actualizada y la promoción de tecnologías y productos asociados al empleo racional del agua. Representantes de firmas entrevistados para esta página declararon sus expectativas por acceder al mercado de la mayor de las Antillas y otras por mantenerse, pues no son pocas las que ya llevan 20 y más años con el suministro de productos y tecnología de punta para importantes sectores como los recursos hidráulicos, la minería, la salud pública y la energía eléctrica. Cubagua 2015 constituye otra muestra de la aceptación del mercado cubano, con marcada influencia por las decisiones gubernamentales para el desarrollo socioeconómico de la nación, entre las cuales se cuenta la nueva Ley de Inversión Extranjera. Otro motor impulsor resulta, sin duda, el proceso de restablecimiento de las relaciones diplomáticas entre La Habana y Washington, que ha generado mayor interés de los inversores. 💧

Tomado de <http://www.trabajadores.cu/20150609/cubagua-2015-soluciones-eficientes-y-racionales-para-el-mejor-uso-y-tratamiento-del-agua/>



Cubagua 2015 CERRÓ SUS PUERTAS

Por Iván Morales Morales | web@radiorebelde.icrt.cu
12 de junio de 2015



La convención Cubagua 2015 se erigió como un espacio ideal para la concertación de negocios entre los empresarios provenientes de una veintena de países, y de paso palpar de cerca las novedades tecnológicas en piezas, partes y accesorios en la esfera del sector hídrico.

Durante la clausura del cónclave, que concluyó en la tarde de este viernes en el Palacio de Convenciones de La Habana, el vicepresidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Abel Salas García, aseguró que la cita sobrepasó las expectativas previas en cuanto a participación –de nacionales y extranjeros– y calidad de las exposiciones e intervenciones.

Entre los logros del encuentro, Salas García se refirió a la firma de cinco memorándums de entendimiento por entidades pertenecientes al INRH con diferentes firmas foráneas, con el objetivo de fortalecer las capacidades del sector empresarial de la Isla en el mantenimiento y reparación de equipos de bombeo.

Asimismo, ello permitirá, añadió, incrementar nuestras habilidades técnicas en aras de lograr mayor eficiencia en las acciones de rehabilitación de los sistemas de abasto, incorporar nuevas tecnologías a la potabilización y el tratamiento de las aguas residuales y propiciará el fomento de las relaciones de colaboración con la industria cubana para la creación de nuevos productos en el sector hidráulico.

El vicetitular del INRH aseveró que eventos de este tipo dan el impulso requerido a la implementación de la Política Nacional del Agua, a partir del conocimiento y el inter-



cambio del *know how* más actualizado existente en el mundo en esta esfera.

Por su parte, la presidenta de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba, Mercedes Elester Savigne, advirtió que el reto futuro será aplicar todos los saberes aprendidos en cada jornada de trabajo en el desarrollo, fortalecimiento y bienestar de la ciudadanía de nuestras naciones.

En la fecha de clausura se entregaron varios premios y menciones a las entidades presentes en la expoferia comercial en diversas categorías. En el apartado de Novedad tecnológica nacional los galardonados fueron el pluviómetro registrador de lluvia –producido por el Grupo Empresarial de Aprovechamiento Hidráulico– y el filtro cerámico.

Este último mereció tal distinción –según el comité organizador– por ser un dispositivo novedoso y con una alta durabilidad. Igualmente, España fue

el país con más presencia de firmas asistentes, y la alemana German Water Partnership se agenció el lauro por la mayor cantidad de empresas agrupadas.

Cubagua 2015 contó con un elevado rigor científico en sus más de 180 ponencias presentadas y un centenar de intervenciones que enriquecieron los debates. Durante estos días se presentaron dos multimedias dedicadas a las cuencas hidrográficas y a las lagunas de estabilización.

La cita dejó desde ya las puertas abiertas para un próximo encuentro dentro de dos años. Tiempo este para continuar trabajando en el mejoramiento de un sector golpeado en los últimos meses con una intensa sequía y llegar con novedosas e interesantes propuestas a su segunda edición. 💧

Tomado de <http://www.radiorebelde.cu/noticia/cubagua-2015-cerro-sus-puertas-20150612/>

PRESENTA MANUAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Por Lisandra Romeo Matos | AIN | internet@granma.cu
11 de junio de 2015

El manual recoge las experiencias por varios años en el trabajo para la protección de esas áreas, que son lugares donde se construyen embalses y canales, se cultiva y es fuente de la biodiversidad.

La presentación del Manual de cuencas hidrográficas acaparará la atención durante la jornada de este jueves en el evento internacional Cubagua 2015, que sesiona en el habanero Palacio de Convenciones.

El doctor Jorge Mario García, secretario del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas, y uno de los autores del trabajo, adelantó a la AIN que el nuevo material será lanzado en forma de multimedia.

De acuerdo con el experto, el manual recoge las experiencias por varios años en el trabajo para la protección de esas áreas, que más allá de constituir el límite divisorio de las aguas, son lugares donde se construyen embalses y canales, se cultiva y es fuente de la biodiversidad.

El evento, que sesiona en el Palacio de Convenciones de La Habana, concluye este viernes.

Además del tema de las cuencas hidrográficas, se ofrecerá una actualización sobre el trasvase Este-Oeste, obra que llevará el agua de los ríos del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, a zonas con marcado déficit del recurso y fuertemente afectadas por la intensa sequía de los últimos años.

Los participantes en la cita, que reúne a expertos y profesionales del sector hidráulico de 24 naciones, conocerán también acerca de los proyectos que se ejecutan para proteger el Malecón de La Habana, una zona de alto valor histórico y cultural.

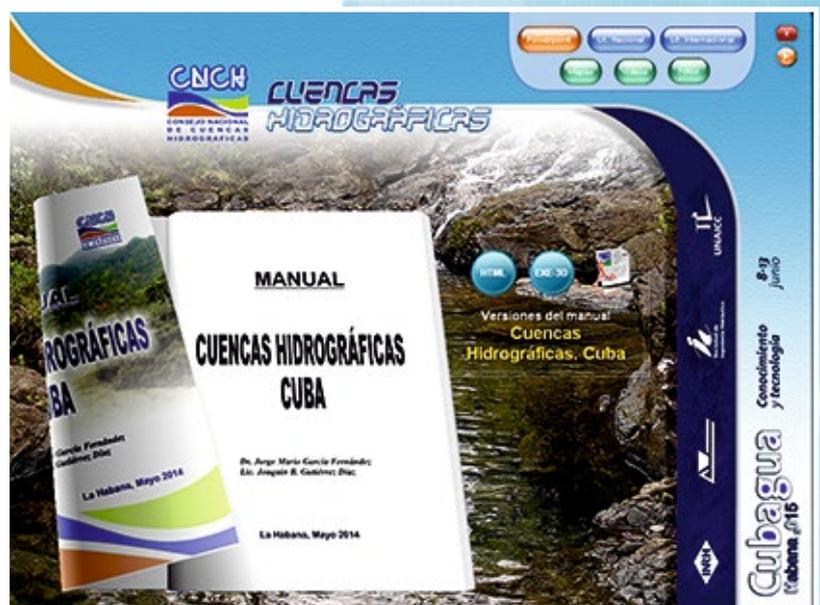
Asimismo, las 73 firmas de 14 países que participan en la feria expositiva colateral, muestran sus mejores productos y tecnologías asociadas al manejo del agua a nivel mundial.

Auspiciado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba, este evento, que finalizará mañana viernes, está llamado a ser escenario para una mejor preparación y puesta en práctica de la Política Nacional del Agua en la nación, aprobada por el Consejo de Ministros en 2012. 💧

Tomado de: granma.cu/cuba/2015-06-11/cuba-gua-2015-presenta-manual-de-cuencas-hidrograficas

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES



UNA PLATAFORMA DE OPORTUNIDADES Y NEGOCIOS

por Ana Isa Vidal Díaz | web@radiorebelde.icrt.cu | 12 de junio de 2015

Claudio Drappi, vicepresidente de la empresa radicada en Boloña, Italia, explicó que el grupo tiene una división de transporte y logística, que se ocupa de llevar todos sus productos a escala internacional. En Cuba, están trabajando hace más de dos años con la venta de bombas, electrobombas y bombas sumergibles. Así se han convertido en el mejor proveedor de Cubahidráulica, a la que han vendido más de 8 mil de estas bombas para el programa de la vivienda.

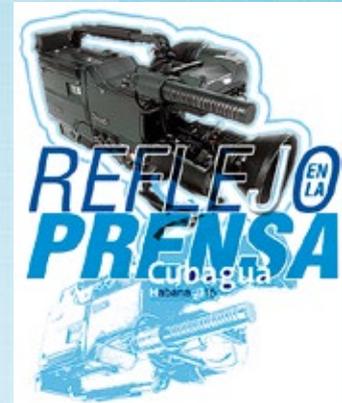
“Estamos intentando imponer aquí una máquina muy particular para la desinfección del agua, –declaró Drappi– así como la producción de un líquido desinfectante que no utiliza cloro. Entonces, se trata de una sustancia ecológica, que no molesta ni afecta al organismo humano, una innovación tecnológica muy importante y que pensamos que aquí en Cuba puede ser muy utilizada en la industria farmacéutica, acueducto, etc.”

Este dispositivo se conecta a la electricidad, a partir de agua y sal común, hace una electrólisis y crea un producto que se llama neutor, que se inyecta en los sistemas hidráulicos y sanea el agua, eliminando las bacterias y previniendo la formación de incrustaciones de cal en las tuberías.

El empresario italiano se mostró optimista: “Esperamos que esta feria sea un éxito, una buena oportunidad para nosotros, proponer nuestro equipamiento a más importadores cubanos y ampliar la gama y los lugares donde se pueden vender nuestros productos...”.

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES



POLIUREA:
un recubrimiento de última generación



Otro de los nuevos productos que se exhibe en la cita es la poliurea, que según Francisco Miguel Esteban, gerente de Eurotaff, se trata de un material óptimo para cualquier revestimiento.

“Es un material cualificado para aguas potables, muy resistente al paso de vehículos y de personas; nos vale para hacer todo tipo de revestimientos. Tiene una durabilidad importante, superior a 10 años, lo que lo convierte en el revestimiento más económico de todos, además de la rapidez en la que se puede llevar a cabo la ejecución”.

Este producto se puede aplicar sobre superficies muy diversas como el metal, concreto, madera, fibra de vidrio, lo que permite una gran variedad de soluciones. Entre sus mayores ventajas, sus productores destacan su elasticidad, lo que permite una durabilidad que supera en muchos años a cualquier material existente en el mercado.

Sobre el alcance de la poliurea, Miguel Esteban explicó que la han logrado comercializar en varias naciones de Europa y América Latina:

“Tenemos fábricas en Irán, España, y en Chile, uno de nuestros clientes más potenciales, esperamos que se sume Cuba...”.

Las firmas comercializadoras de España e Italia tienen una fuerte presencia en la feria expositiva donde 73 empresas de 14 países exhiben sus productos y ventajas para un mayor desarrollo del sector hidráulico en la Isla. 

Tomado de <http://www.radiorebelde.cu/noticia/cubagua-2015-una-plataforma-oportunidades-negocios-audio-20150612/audio-20150612/>

Cubagua LLEGÓ PARA QUEDARSE

Por Yosel M. Castellanos | yosel@granma.cu |
11 de junio de 2015

El evento ha permitido comprobar cómo varios empresarios extranjeros muestran interés por lo que sucede en Cuba en materia de agua.

“Cubagua 2015 viene demostrando que llegó para quedarse, pues supera con creces las expectativas iniciales. El evento ha permitido comprobar cómo varios empresarios extranjeros muestran interés por lo que sucede en Cuba en materia de agua”.

Así lo señaló el ingeniero Vladimir Cabranes Alpízar, director de Relaciones Internacionales y Comercio Exterior del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), al valorar los resultados del cónclave.

El funcionario señaló además en rueda de prensa, en el Palacio de Convenciones –sede del encuentro–, la importancia que nuestro país le da al desarrollo hidráulico con todas las obras e inversiones que se llevan a cabo para mejorar el servicio del preciado líquido y su tratamiento, siempre conservando el medioambiente.

A una jornada del cierre, se conoció de la firma de cinco acuerdos entre la Empresa Central de Equipos Hidráulicos (Cubahidráulica) con diferentes firmas extranjeras, encaminados, en particular, al mantenimiento y reparación de equipos de bombeo, tratamiento de plantas residuales y diagnósticos para detectar fugas en las redes.

Además, existen dos proyectos en los cuales el INRH viene trabajando. Uno con el Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional, y otro con el Fondo Kuwaití para el Desarrollo Económico Árabe. En La Habana se llevan adelante 53 obras, mientras Holguín acoge otras 15. Trinidad, Bayamo, Las Tunas y Palma Soriano son municipios que también reciben el impacto directo de estos acuerdos.

Cubagua 2015 abre las puertas para que empresas nacionales, como el Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado, se fortalezcan en la reparación y mantenimiento de los equipos de bombeo con el propósito de brindar un mejor servicio a la sociedad. 

Tomado de <http://www.granma.cu/cuba/2015-06-11/cubagua-llego-para-quedarse>

DESTACAN POTENCIALIDADES DE CUBA PARA MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

Juventud Rebelde digital@juventudrebelde.cu |
9 de Junio del 2015

Firman acuerdo con entidad alemana para la formación de técnicos especializados en el uso de equipos de detección de fugas del líquido, así como para la donación de este tipo de dispositivos.

Cuba posee amplias posibilidades y condiciones para la reutilización de las aguas residuales, porque existe voluntad política y presenta escenarios adecuados a ese fin, destacó en conferencia magistral el profesor Karl-Ulrich Rudolph, fundador de la compañía alemana Consultora de Ingeniería y Gestión Medioambiental, en el evento Cubagua 2015, que se inauguró este lunes en La Habana.

El experto, quien destacó las potencialidades de la Isla para instalar tecnologías más eficientes y avanzadas en el tratamiento de residuos líquidos, señaló los desafíos que plantea la modernización de la infraestructura para el reaprovechamiento de las aguas, a fin de mejorar el bienestar y condiciones de vida de la población, su salud y la protección de los recursos hídricos.

Ante 500 delegados nacionales y extranjeros de 23 naciones, reunidos en el capitalino Palacio de Convenciones, valoró la importancia de invertir en tecnologías para prevenir la contaminación ambiental, que resulta luego más cara de solucionar.

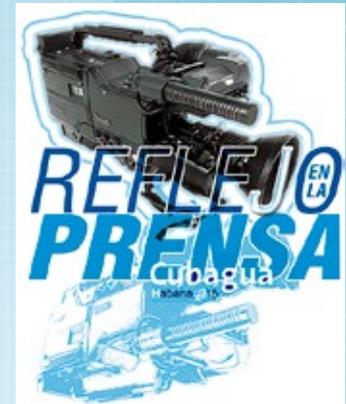
Un reporte de la AIN indicó que Rudolph se refirió a la tendencia negativa existente a nivel mundial de contaminar los ríos con desechos sólidos derivados de procesos industriales y la actividad de la población, y citó ejemplos de soluciones sostenibles en el tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo con la doctora en Ciencias Zelmira May, representante del Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe, más de dos billones de personas en el mundo no tienen acceso a saneamiento básico, situación que no es privativa de los países pobres. La funcionaria consideró que están muy lejos de lograrse las metas del Decenio Internacional para la Acción "El agua, fuente de vida", proclamado por Naciones Unidas desde 2005 y que se extiende hasta finales de este año.

La primera jornada del evento estuvo marcada por la firma de memorandos de entendimiento entre empresas cubanas y de Alemania. Los acuerdos, suscritos entre representantes de la germana Sewerin Ibérica, y Cubahidráulica y el Grupo

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES





Empresarial de Acueducto y Alcantarillado –pertenecientes al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)–, se basan en la formación de técnicos especializados en el uso de equipos de detección de fugas de agua.

Se pactó, además, la donación de equipamiento destinado al diagnóstico y localización de ese tipo de avería, y trabajar en el desarrollo de la colaboración y la exportación de servicios técnicos especializados con este fin, esfuerzos que a su vez servirán para la capacitación del personal cubano.

También procedente de Alemania, la empresa Wilo acordó con las entidades cubanas antes mencionadas la creación de un taller especializado con vistas a la reparación y ensamblaje de equipamiento de bombeo de esa marca.

Según el memorando, Wilo donará dos equipos de drenaje de diferentes capacidades, habilitados para el enfrentamiento de inundaciones. La empresa germana manifestó asimismo su disposición de trabajar con Cubahidráulica, a fin de garantizar la permanencia de accesorios y piezas de repuesto en el país, en aras de lograr la sostenibilidad y desarrollo del taller.

Un total de 73 firmas provenientes de 14 países muestran sus tecnologías más novedosas para el mejoramiento de la calidad del agua y tratamiento de residuales en la feria expositiva asociada a C Habana 2015.

En la apertura, Inés María Chapman, presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, insistió a aprovechar el encuentro para el intercambio de conocimientos técnicos y comerciales sobre el manejo del agua.

De acuerdo con la funcionaria, este foro también forma parte de la voluntad del Gobierno cubano para lograr mejores prácticas en la gestión del vital líquido, aspiración presente en la Política Nacional del Agua aprobada por el Consejo de Ministros en 2012.

Destacó la pertinencia y voluntad de lograr acuerdos con proveedores extranjeros presentes en la feria internacional, en busca de introducir estas técnicas en la Mayor de las Antillas para una óptima gestión del agua. 💧

Tomado de <http://www.juventudrebelde.cu/cuba/2015-06-09/destacan-potencialidades-de-cuba-para-manejo-de-aguas-residuales/>

EL AGUA TIENE LA PALABRA

 voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Por Yosel M. Castellanos | yosel@granma.cu y Yudy Castro Morales | internet@granma.cu | Foto: Ismael Batista | 9 de junio de 2015

Como parte de la convención Cubagua 2015 que se desarrolla en el Palacio de Convenciones de La Habana, se alcanzaron acuerdos beneficiosos entre empresas alemanas y españolas con sus pares cubanas.

Una de las temáticas que mayor interés despierta en el Cubagua 2015 está vinculada con el uso del agua en la agricultura.

Varios memorandos de entendimientos fueron rubricados durante la primera jornada de trabajo de la convención Cubagua 2015, que se celebra por estos días en el Palacio de Convenciones de La Habana. Dichas firmas permitirán un mayor intercambio de conocimientos para nuestro país acerca de las tecnologías de avanzada que se emplean en el mundo de la ingeniería hidráulica.

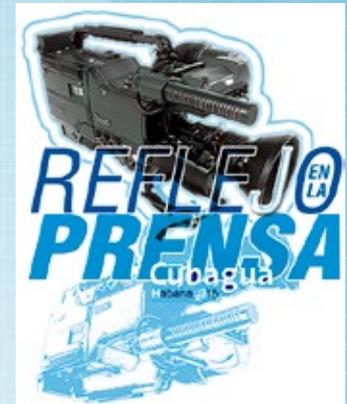
Dos de los acuerdos se alcanzaron entre las empresas alemanas Wilo y la Sewerin Iberia S. L. con sus pares cubanas, representadas por la Empresa Central de Equipos Hidráulicos (Cubahidráulica) y el Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (GEAAL). En exclusiva para Granma la presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Inés María Chapman Wong destacó que los convenios tienen que ver con el saneamiento de las tuberías del país y cómo determinar el tipo de tratamiento de aguas residuales.

La también presidenta del comité organizador indicó que uno de los memorandos está relacionado con la creación de un taller de equipos de bombeo. “Somos el segundo consumidor de energía en el país, y tenemos que diversificar la producción de estas maquinarias, así como darles mejor mantenimiento a las mismas, y que la producción sea dentro del país, porque eso permite sostener los equipos hidráulicos y así trabajar en el tema del drenaje y el alcantarillado”.

Por su parte Javier Rey Catoira, director de Sewerin Iberia S. L. opinó que Cuba está tomándose muy en serio el tema del tratamiento y cuidado del agua, además de fomentar la mano de obra calificada como parte de una apertura hacia las posibilidades de desarrollo en esta esfera.

La jornada de este martes comenzó con la realización de dos conferencias magistrales. La primera, impartida por el doctor alemán Karl-Urich Rudoph, consultor para la ingeniería y el medioambiente, quien abordó la temática relacionada con las soluciones de aguas residuales eficientes y sostenibles.

Al referirse al caso de Cuba el catedrático europeo sostuvo que el reto de nuestra nación pasa por modernizar y extender su infraestructura para el agua residual, a fin de





mejorar el bienestar y las condiciones de vida de la población.

“Cuba está en un momento privilegiado para utilizar el agua residual, porque hay espacios para instalar tecnologías más eficientes y avanzadas que en otras naciones, además de ser rica en materia orgánica para la producción de biogás”.

Posteriormente, al intervenir con la ponencia El agua en la agenda global de las Naciones Unidas, la doctora Zelmira May, hidróloga regional del Programa Hidrológico para América Latina y el Caribe, significó que ante los desafíos que impone el cambio climático, los gobiernos deben, a través de la toma de decisiones, garantizar la creación de estructuras que posibiliten alcanzar una seguridad hídrica para sus naciones, a la par que ampliar la cobertura de agua potable y su saneamiento significa realizar inversiones importantes y a largo plazo.

Como parte de Cubagua 2015, también sesiona el XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y el VIII Seminario Internacional de Uso Integral del Agua. Entre sus ejes temáticos sobresalen el abasto de agua y saneamiento ambiental, así como el uso público y urbano, y uso eficiente del agua, donde especialistas cubanos y foráneos intercambian métodos y experiencias de trabajo que conduzcan a un empleo seguro de tan demandado recurso natural.

Organizado por el INRH y la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba, el foro, que concluirá el sábado 13 de junio, cuenta con la asistencia de poco más de 500 especialistas de 24 naciones, además de tener una amplia muestra expositiva de productos y tecnologías de avanzada de 73 firmas, procedentes de 14 países. 💧

Tomado de <http://www.granma.cu/cuba/2015-06-09/el-agua-tiene-la-palabra>

Cubagua 2015 PROPICIÓ EL INTERCAMBIO DE INVESTIGACIONES MÁS ACTUALIZADAS EN EL SECTOR

Por Redacción Central. RADIO RELOJ |
12 de junio de 2015

La Habana, Cuba.- La Convención Internacional Cubagua 2015, concluida este viernes en La Habana, superó expectativas de participación y devino impulsora de la Política Nacional del Agua para la gestión eficiente y responsable de los recursos hídricos.

El vicepresidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de Cuba, Abel Salas, destacó el éxito de la cita, que propició el intercambio de investigaciones más actualizadas en el sector, y constituyó espacio para mostrar los adelantos tecnológicos en el manejo del agua.

Agregó que se firmaron cinco memorandos de entendimiento por entidades del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y compañías extranjeras, a fin de fortalecer las capacidades en el sector empresarial cubano.

En la clausura de Cubagua se entregaron premios y menciones a los mejores stands, firmas, productos, servicios y novedades mostradas en la feria expositiva, y se reconoció la amplia participación de España. 💧

Tomado de <http://www.radioreloj.cu/index.php/noticias-radio-reloj/75-nacionales/23493-convencion-cubagua-2015-super-las-expectativas>

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS DE AVANZADA EN CONVENCION

voluntad
HIDRAULICA

COMUNICACIONES

Por Iván Morales Morales | 2015-06-12 / web@radiorebelde.icrt.cu

El Palacio de Convenciones de La Habana resultó pequeño para los más de 500 especialistas presentes en la convención Cubagua 2015, de los cuales 174 son delegados e invitados provenientes de más de una veintena de países de todos los continentes.

Momento significativo en estos días resultó el reconocimiento especial a quien ha dedicado su vida a la investigación sobre las cuencas hidrográficas y cuenta en su haber con una abundante experiencia en esta esfera. Se trata de Jorge Mario García Fernández, un hombre ligado indisolublemente al agua.

Las ponencias “Soluciones de aguas residuales eficientes y sostenibles”, a cargo del investigador bávaro Dr. Karl-Ulrich Rudolph, y “Los 50 años del decenio del agua de las Naciones Unidas: La contribución del Programa Internacional de la UNESCO a la seguridad hídrica”, por la Dra. C. Zelmira May, abrieron la sesión científica de la cita.

Gran atención revistió la apertura oficial de la expoferia comercial asociada al evento por parte de la miembro del Comité Central del Partido y presidenta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Inés María Chapman Waugh.

La funcionaria recorrió los stands donde se muestran lo más novedoso en tecnología de empresarios extranjeros que representan a 73 firmas de 14 naciones. En no pocos de ellos se interesó por las producciones exhibidas, su uso y durabilidad en el entorno nacional.

En declaraciones exclusivas para el periódico Granma, Chapman Waugh anunció la firma de varios memorándum de entendimiento entre entidades foráneas y sus pares cubanas, los cuales proporcionarán *know-how* de avanzada a la Isla.

Al respecto, el director general de Cubahidráulica –entidad importadora y exportadora especializada en artículos y accesorios hídricos del INRH–, Eduardo Molina Rojas, aseguró a Radio Rebelde que las rúbricas de estos documentos con





los fabricantes alemanes Wilo y Sawerin dotarán al país –gracias a generosas donaciones– de equipo de bombeo de alta eficiencia y piezas de repuesto, así como dispositivos para la detección de fugas.

Llamativas fueron las intervenciones relacionadas con las medidas remediales que se implementan en el municipio especial de la Isla de la Juventud para atenuar la sequía y el agotamiento del vital líquido.

Y aquella donde se mostraron las bondades de una aplicación puesta en práctica por la empresa Aguas de La Habana para el cobro de sus servicios a través de la banca telefónica.

Una de las autoras de este proyecto, la jefa del Departamento de desarrollo de nuevas aplicaciones de la prestigiosa entidad, Norma Perryman Jones, explicó que desde su puesta en marcha se aprecian notables ventajas como la humanización del pago a los clientes, un incremento y facilitación de la gestión de cobro y un ahorro sustancial de recursos por concepto de impresión de recibos.



El certamen, que está conformado por el XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y el VIII Seminario Internacional de Uso Integral del Agua, concluye este viernes 12 de junio. 💧

<http://www.radiorebelde.cu/noticia/soluciones-tecnologicas-avanzada-cubagua-2015-20150612/>

HILDITA Y JULITA: DOS JOYAS DE Cubagua 2015

DE ESOS HÉROES
ANÓNIMOS NUESTROS...

Por: Lic. Fidel Sagó Arrastre | fidel@hidro.cu | Fotos: Del autor y Pepesug

La órbita expositiva y comercial de Cubagua 2015 contó con dos joyas curtidas en estos vaivenes, aunque sus rostros no sean tan famosos, y con frecuencia durante el evento se hallaran un tanto anónimos, refugiados en una insospechado recodo del stand de la Empresa Cubahidráulica, en el Palacio de Convenciones de La Habana, y alejados de las instantáneas tomadas en ceremonias protocolares y actos de premiaciones.

Hildita y Julita, sencillamente así, con esos dos apelativos se pueden identificar a estas dos compañeras, que integran uno de los dúos más dinámico y eje vertical del Comité Organizador de Cubagua 2015, una suerte de convergencia que entre el 8 y el 13 de junio último, permitió el desarrollo de las sesiones teóricas y prácticas del XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica, el VIII Seminario de Uso Integral del Agua, el Primer Simposio Técnico Comercial, y una Exposición de Tecnologías y Productos del Agua, organizados por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), y la Asociación Nacional de Ingenieros de la Construcción de Cuba (UNAICC), con el coauspicio de otros organismos.

Pero detrás de esos dos apelativos bullen historias de vidas, reseñas de las que Hildita y Julita no son muy entusiastas a poner sobre el tapete para el conocimiento público. “Hay que ponerme un pie forzado”, deja deslizar suavemente Hilda. –Pero que más acicate que el meritorio trabajo realizado por ustedes para la realización del evento, les manifestamos.

A modo de provocación, y sin dejar que asimularan la acción ofensiva, lanzamos la primera interrogante: ¿Qué consideraciones tienen acerca de la concreción de Cubagua 2015?

“Se superaron las expectativas iniciales –responde Julita– Se logró la concurrencia de la mayoría de nuestros proveedores, y todo salió bien, a pesar de que hace varios años que el Instituto Nacional del Recursos Hidráulicos no emprendía un encuentro de esta naturaleza”.

“Se cubrieron más del mil metros cuadrados, –añade Hildita– y participaron más de 70 empresas, de unos 14 países, que mostraron productos novedosos y tecnologías de avanzada en diversas vertientes de la rama hidráulica”.



Hildita

es ingeniera mecánica y se desempeña como especialista principal de marketing de la Empresa Cubahidráulica.



Julita acumula 16 años de trabajo en la Empresa Cubahidráulica.

Esos resultados no cayeron del cielo. Costaron inconmensurables desvelos, ajeteos constantes, e incluso hasta horas robadas al sueño. Somos testigos del ascenso, paso a paso, y del robustecimiento de los frutos de los informes presentados por Hildita y Julita en cada sesión de trabajo del Comité Organizador de Cubagua 2015, los miércoles, en el salón del octavo piso de la sede central del INRH, bajo la asidua conducción y el ojo avizor del vicepresidente del organismo, ingeniero Abel Salas García.

Semana tras semana se iba perfilando la concepción general de Cubagua 2015, y en particular de su feria expositiva asociada, y en el vórtice de los preparativos para la exhibición de productos y tecnologías relacionados con el recurso agua estaban Hildita y Julita, sumergidas en los contratos con el Palacio de las Convenciones, siguiéndoles las pistas a los planos para la delimitación del área de cada stand para las entidades expositoras, tanto nacionales como foráneas, y prestas para tener a flor de labios la cifra más actual en torno a la cantidad de países y firmas representadas confirmadas para la cita.

Las protagonistas de esos ejercicios no estaban improvisando como timonel, pues han labrado una amplia trayectoria socio-técnica en estos trajines. A Julita la hemos observado en gestiones de esta índole desde hace más de una década, cuando el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos organizaba los Salones Internacionales de Tecnologías y Productos del Agua, Expoagua, que se estuvieron realizando hasta el 2010, mientras el concurso de Hildita ha sido notorio en la concurrencia de la Empresa Cubahidráulica en las últimas Ferias de La Habana, celebradas en Expocuba.

A esta altura de la interrelación, concordamos con Hildita y Julita que se imponía un asomo de confesión para aproximarnos a sus memorias biográficas. En medio de titubeos aceptaron responder: ¿Dónde están sus orígenes?

Declara Hildita: “Mis iniciales de identidad son Hilda Pileta Colón. Soy oriunda de Ciudad de La Habana, nacida en la barriada del Vedado. Me gradué como ingeniera mecánica en el Instituto Superior José Antonio Echeverría, conocido como CUJAE. Transité laboralmente por la Empresa Militar Grito de Baire, y luego por la Empresa de Ingeniería y Diseño del Ministerio de la Industria Alimenticia, antes de comenzar a laborar en Cubahidráulica, hace siete años.

“Me desempeño como especialista principal de marketing. Soy madre de dos varones, uno de 15



Vista del stand de Cubahidráulica en **Cubagua 2015**.

años y otro de 21. El primero estudia informática, y el otro trabaja”.

Refiere Julita: “Mi nombre completo es Julia Echevarría Jiménez. Nací en Ciudad de La Habana, en la barriada de Guanabacoa. Soy Licenciada en Educación Primaria, especialidad en la que cumplí tres años de servicio social, y en junio de 1999 me incorporé en la Empresa Cubahidráulica, como secretaria en el área de economía.

“Asumo la responsabilidad de especialista en marketing. Tengo un hijo de 21 años que trabaja en el sistema bancario”.

Ambas coinciden en subrayar que para poder mantenerse en el borde delantero de las tareas que tienen que cumplir cotidianamente es necesario tener detrás una retaguardia bien cubierta. Esa logística que contribuye a garantizar los deberes domésticos se llama familia, ya sea, madre, hijos, esposo, o suegra.

Aunque sea a grandes rasgos y con un pie forzado vale la pena llenar cuartillas y traer a primeros planos mediáticos vivencias como la de Hildita y Julita, para continuar decapitando tinieblas, y abriendo cauces a portentos que brillan con luz propia. 💧

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA CON ÉNFASIS EN EL CÓLERA(*)

mensaje educativo

Dr.C. María Isabel González González, Investigador y Profesor Titular
Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.
La Habana. Cuba

isa@inhem.sld.cu, mariaisa@infomed.sld.cu

*“Una gota de agua es flexible
Una gota de agua es poderosa
Una gota de agua es más necesaria que nunca”*

ONU, Día Mundial del Agua, 2015

INTRODUCCIÓN

Clasificación de las aguas

Las aguas naturales pueden ser:

1. Aguas atmosféricas
 - Lluvia
 - Granizo
 - Nieve
2. Aguas superficiales
 - Océanos y mares
 - Ríos y estuarios
 - Lagos y lagunas
3. Aguas subterráneas
 - Pozos
 - Manantiales
 - Corrientes subterráneas

Las Aguas artificiales son aguas superficiales hechas por el hombre tales como:

- Reservorios
- Presas
- Lagunas de oxidación
- Lagos
- Canales

Clasificación de las aguas según su uso

- Aguas de consumo humano y animal
- Bebida, uso doméstico, baño, hidroterapia, hemodiálisis
- Aguas recreativas
- Playas, lagos, ríos, presas, piscinas



- Aguas residuales y aguas grises
- Domésticas, industriales, hospitalarias, de lastre y de sentina
- Aguas mineromédicinas
- Spas, balnearios especiales
- Aguas envasadas
- Mineromédica, Mineral natural, natural tratada
- Otras (aguas de mamíferos acuáticos en cautiverio, agua para cultivo de mariscos, aguas especiales)

DESARROLLO

1- Clasificación de enfermedades relacionadas con el agua según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

1. Enfermedades transmitidas por el agua (water-borne diseases), tales como cólera, fiebre tifoidea, disentería, hepatitis infecciosa.
2. Enfermedades relacionadas con la higiene y la escasez de agua (water-washed diseases) tales como tracoma, sarna.
3. Enfermedades con su base en el agua (water-based diseases) que tienen un hospedero intermediario acuático tales como esquistosomiasis.
4. Enfermedades relacionadas con el agua asociadas con un vector (vector-diseases) tales como el dengue y malaria.

2- Enfermedades relacionadas con el agua

Categoría	Descripción de la categoría	Tipo exposición al agua	Subcategorías	Ejemplos
Enfermedades de transmisión hídrica de origen microbiológico	Enfermedades relacionadas con el consumo de patógenos en el agua, la mayoría causada por contaminación fecal humana o animal del agua	Agua de consumo	1. Agua tratada o sin tratar (cruda) 2. Suministro de agua público o privado	Cólera, fiebre tifoidea, gastroenteritis viral debida a norovirus
Enfermedades de transmisión hídrica de origen químico	Enfermedades relacionadas con la ingestión de sustancias tóxicas en el agua	Agua de consumo	1. Agua tratada o sin tratar (cruda) 2. Suministro de agua público o privado	Arsenicosis
Enfermedades de transmisión hídrica relacionadas con higiene	Enfermedades cuyas incidencia, prevalencia o severidad pueden ser reducidas por el uso de agua segura para mejorar la higiene personal y doméstica	Cualquier agua usada para lavar y la higiene personal	1. Enfermedades relacionadas con las variaciones de la calidad del agua 2. Enfermedad relacionada con la escasez de agua	Escabiosis, shigellosis, tracoma
Enfermedades de transmisión hídrica por contacto con el agua	Enfermedades causadas por contacto por la piel con agua infestada con patógenos o contaminada con químicos	Aguas recreativas	1. Fuentes de agua dulce 2. Aguas marinas	Esquistosomiasis, cianobacterias
Enfermedades de transmisión hídrica donde el vector vive parte o toda su vida en un hábitat acuático o adyacente	Enfermedades donde el vector vive parte o toda su vida en un hábitat acuático o adyacente	Fuentes de agua dulce no tratada	1. Ríos, corrientes 2. Pequeños depósitos de agua estancada	Malaria (mosquitos), filariasis (mosquitos), oncocercosis (moscas acuáticas), esquistosomiasis (caracoles), tripanosomiasis (mosca tse-tse)
Enfermedades por la disposición de excretas	Enfermedades relacionadas por una disposición de excretas humana (heces y orina)	Agua de consumo y fuentes de agua no tratada	1. Enfermedades relacionadas con el residual humano y animal en agua de consumo 2. Enfermedades relacionadas con el contacto directo e indirecto con heces y orina	Ascariasis, infecciones via fecal-oral, ej. shigellosis, esquistosomiasis, tracoma
Enfermedades por aerosol de agua	Enfermedades relacionadas con la transmisión respiratoria, donde el aerosol con agua contiene patógenos suspendidos que entran por vía aérea	Agua de consumo y fuentes de agua cruda	1. Agua usada en edificios industriales o residenciales 2. Fuentes de agua cruda	Legionelosis (enfermedad de los Legionarios), gastroenteritis por virus Norwalk

Fuente: Stanwell-Smith, 2009.

3- Ejemplo: Cólera

¿Qué es el cólera?

El cólera es una infección diarreica aguda causada por la ingestión de alimentos o agua contaminados con el bacilo *Vibrio cholerae*. Tiene un breve periodo de incubación, que fluctúa entre dos horas y cinco días.

La bacteria produce una enterotoxina que causa una diarrea copiosa, indolora y acuosa que puede conducir con rapidez a una deshidratación grave y a la muerte si no se trata oportunamente. La mayor parte de los pacientes presentan también vómitos. La transmisión persona a persona es poco común. Afecta a niños y adultos y puede ser mortal en cuestión de horas.

En el 80%-90% de las personas que presentan síntomas. Estos son de leves a moderados y son difíciles de distinguir clínicamente de otras formas de diarrea aguda. Menos de un 20% padece diarrea acuosa aguda con deshidratación moderada o grave. Si no se da tratamiento, esta puede ocasionar la muerte. Hasta el 80% de los casos puede tratarse satisfactoriamente con sales de rehidratación oral.

Mecanismos de patogenicidad de *Vibrio cholerae*

Cepas bacterianas patógenas y no patógenas que varían en la composición de sus genes de virulencia que contienen:

- una amplia variedad de cepas y biotipos con genes receptores y de transferencia de toxinas
- posee dos cromosomas
- factores de colonización
- resistencia a antibióticos
- cápsula polisacáridica que confiere resistencia al cloro

- nuevos antígenos de superficie, tales como el lipopolisacárido O139 y el antígeno capsular de superficie O
 - La transferencia horizontal o lateral de estos genes de virulencia por fagos
 - islas de patogenicidad
 - otros elementos genéticos accesorios
 - comunicación celular o “quorum sensing”
- ⇒ indican cómo esta bacteria patógena emerge y evoluciona hasta convertirse en una nueva cepa dentro de la especie

El AGUA y su relación con el cólera

Se considera el vehículo más importante en la transmisión del cólera.

Desde los estudios de Snow se evidenció la transmisión del cólera a partir del agua contaminada procedente del río Támesis durante la epidemia de Londres.

Treinta años después Robert Koch reportó el aislamiento del bacilo del cólera del agua de una laguna durante un brote de cólera.

Se ha detectado en diferentes tipos de aguas:

- aguas superficiales (ríos, lagunas, playas, embalses, entre otras)
- aguas subterráneas (manantiales, pozos)
- agua envasada
- aguas residuales tratadas para riego en la agricultura y acuicultura
- agua en reservorios domésticos

Agua de consumo contaminada: la mayor fuente potencial de transmisión y la aparición de brotes de cólera.

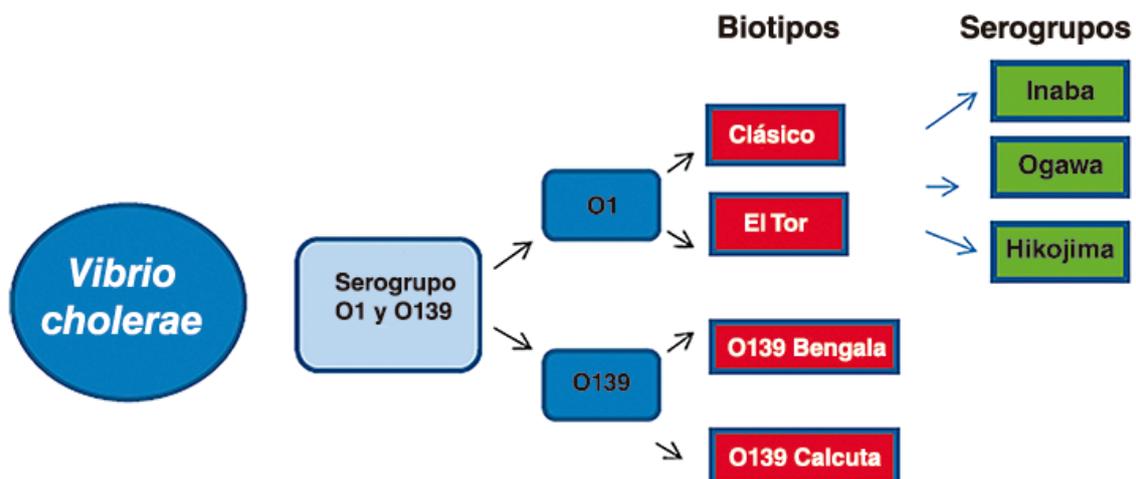


Figura 1. Clasificación de *Vibrio cholera* toxigénico

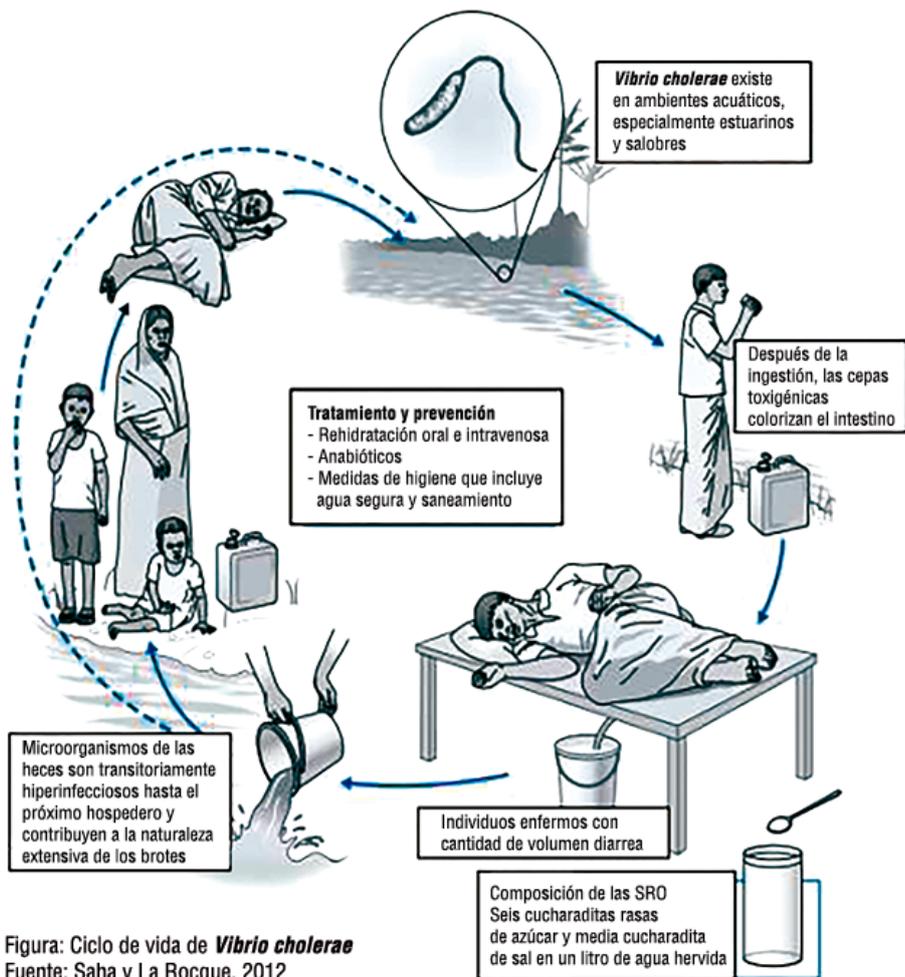


Figura: Ciclo de vida de *Vibrio cholerae*
 Fuente: Saha y La Rocque, 2012

Tabla 1. Biotipos o variantes de *Vibrio cholera* O1

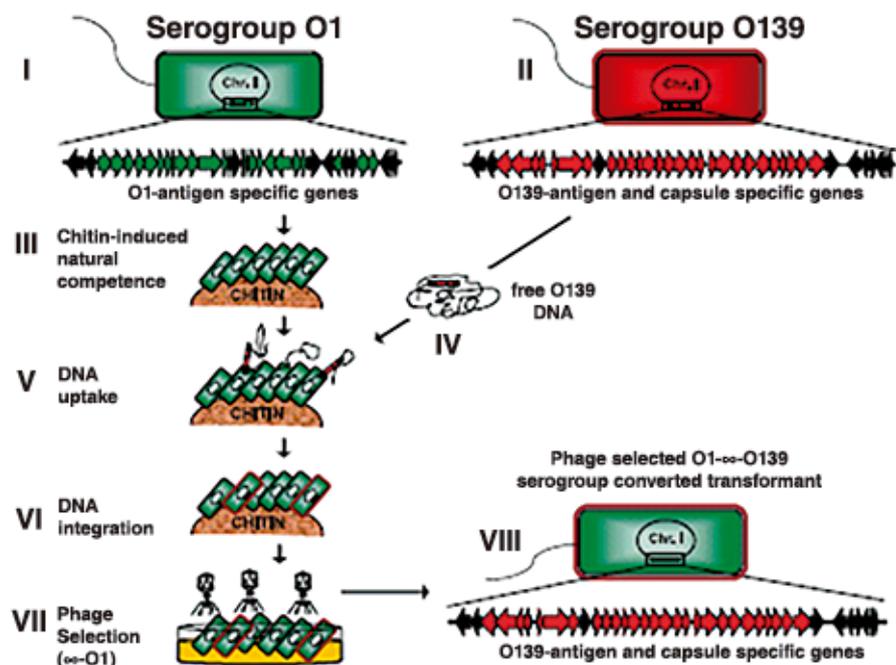
Biotipos o variantes	Nombre
Biotipos típicos	Clásico
	El Tor
Variantes atípicas	Matlab (tipo I)
	Matlab (tipo II)
	Matlab (tipo III)
	El Tor Alterado
	Mozambique
	El Tor Híbrido

Vibrio cholerae:
 ¿el RAMBO del agua?

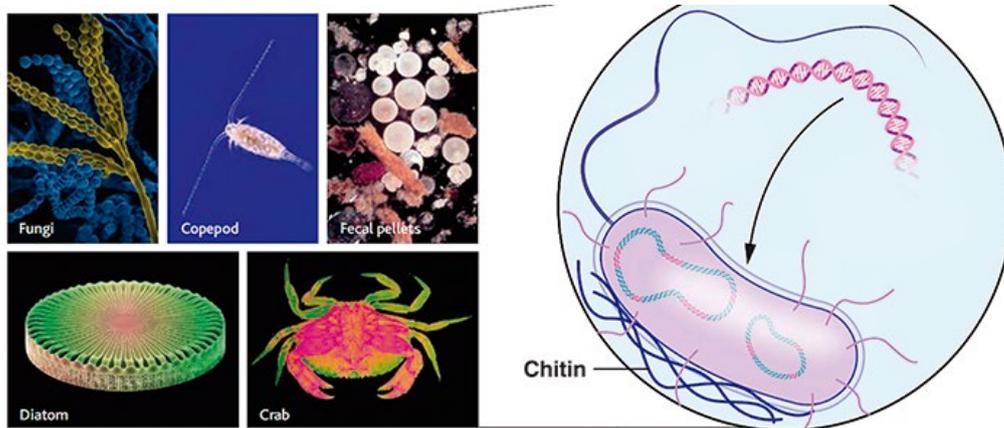
La fisiología y ecología de *Vibrio cholerae* en aguas está estrechamente ligada a tres factores principales:

1. la relación de temperatura y salinidad,
2. adherencia a superficies
3. colonización de la macrobiota con quitina

Representación esquemática de la conversión del serogrupo de V. cholerae por transformación inducida en quitina y selección mediada por fagos en reservorios acuáticos.

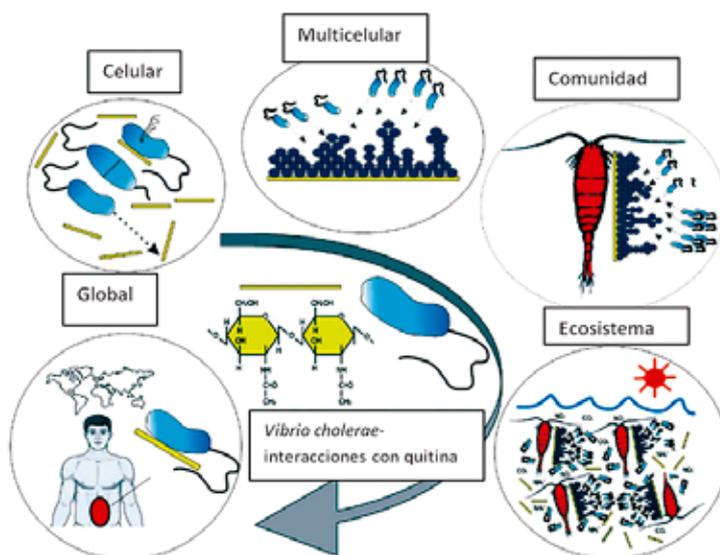


Fuente: Blokesch M y Schoolnik. Serogroup conversion of *Vibrio cholerae* in aquatic reservoirs. PLoSPathogens 2007; 3(6):733-42



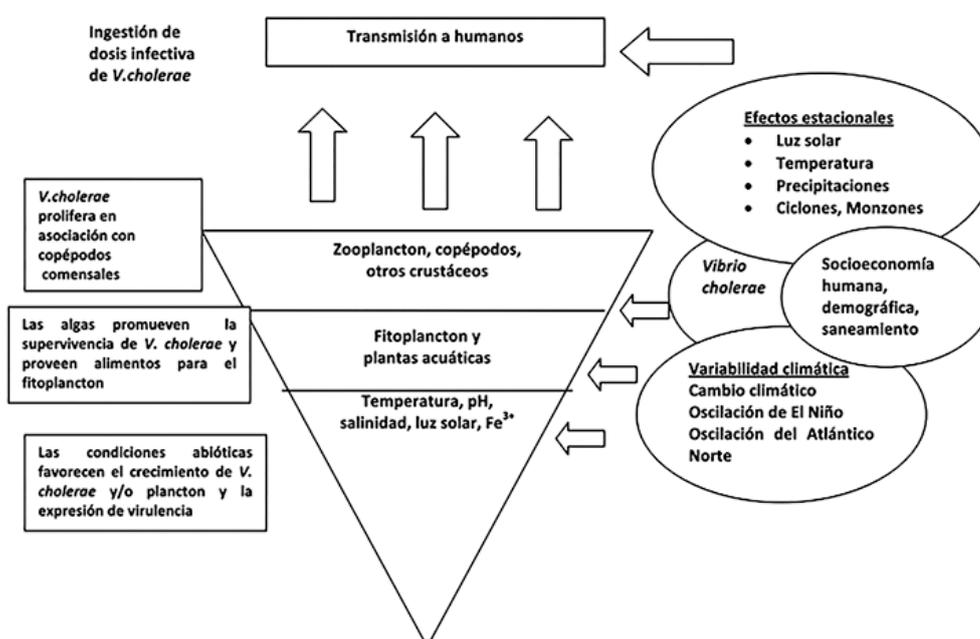
Ejemplos de organismos con quitina en los ecosistemas acuáticos

Impacto global de la interacción de *Vibrio cholerae* con organismos con quitina



Fuente: Pruzzo C, Vezzulli L, Colwell RR. Global impact of *Vibrio cholerae* interactions with chitin. Environ. Microbiol. 2008; 10: 1400-10

Modelo jerárquico propuesto para la transmisión del cólera en el ambiente



Fuente: Colwell R. y A. Huq.: Environmental reservoir of *Vibrio cholerae*. The causative agent of cholera. Ann N. y Ayad Sci 740:44-54. 1994.



Vigilancia en Cuba

La epidemia de cólera en Haití (octubre 2010) y su aparición en República Dominicana (noviembre 2010), países vecinos de Cuba, conllevaron al fortalecimiento de la vigilancia de *Vibrio cholerae* en diferentes ecosistemas acuáticos a nivel nacional a finales del 2010, con el objetivo de estar preparados para detectar la posible introducción de dicho patógeno y bloquear la propagación de la enfermedad.

Sistema de vigilancia de *Vibrio cholerae* en aguas y alimentos hidrobiológicos (1995-2015)

a) Residuales líquidos de origen humano:

- Aguas residuales procedentes de puertos y aeropuertos.
- Aguas residuales provenientes de instalaciones de explotación turística, especialmente las que reciban extranjeros de zonas endémicas.
- Aguas residuales de centros hospitalarios y educacionales donde acudan extranjeros y cubanos de zonas endémicas.
- Puntos de vertimiento de residuales domésticos de riesgo en estuarios, otras zonas costeras, ríos, lagunas y embalses.
- Aguas residuales que se utilicen sin tratamiento previo para la agricultura y acuicultura.

b) Aguas para el consumo humano:

- Aguas donde la desinfección sea inadecuada o no se realice.
- Aguas procedentes de áreas donde hay sospecha de brotes o donde puedan ocurrir casos y las condiciones ambientales sean tales que el microorganismo pudiera sobrevivir y alcanzar las fuentes de abasto de agua.
- Aguas superficiales alcalinas que se utilicen como fuente de abastecimiento, en que el pH del agua sea mayor de 8 y la temperatura superior a 25°C, o después de una lluvia fuerte de verano.
- Aguas superficiales con intensa eutrofización que presente un crecimiento anormal de algas y plantas acuáticas que pudieran ser reservorios del patógeno.

c) Aguas para recreación:

- Aguas recreativas que reciban descargas de residuales de riesgo, como los procedentes de instalaciones donde acudan turistas de zonas endémicas.
- Aguas recreativas en zonas costeras a las que arriben embarcaciones de países endémicos de cólera y exista cultivo de mariscos y bivalvos.

d) Otros tipos de aguas y ecosistemas acuáticos:

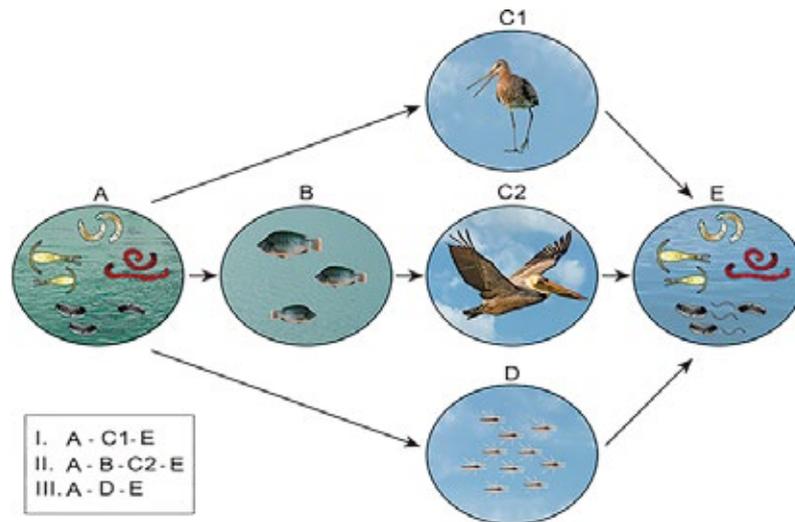
- Aguas de sentina y lastre de barcos procedentes de zonas endémicas.
- Plantas macrófitas acuáticas (especialmente *Eichhornia crassipes* y *Salvinia* spp.) y lemnaáceas (*Lemna minor*), algas (*Rhizoclonium fontanum* y *Anabaena variabilis*) en áreas de riesgo.
- Sedimentos, suelos o lodos en áreas donde exista sospecha de la presencia de *Vibrio cholerae*.

Agua y peligro de introducción del agente

Peligro de introducción del agente:

- Personas portadoras o enfermas procedentes de países con cólera tales como Haití y República Dominicana que incluyen viajeros, estudiantes, colaboradores y los que lleguen por recalos.
- Entrada por el agua de embarcaciones (de lastre o de sentina) o aeronaves (residual).
- Corrientes marinas procedentes de países cercanos con cólera que transporten el plancton.
- Aves acuáticas o larvas de insectos procedentes de países con cólera.

Tres posibles vías para la difusión de *V. cholerae* entre un cuerpo de agua endémico (A) y un cuerpo de agua no infectado (E)



Fuente: Halpern M., Y. Senderovich e I. Izhabi: "Waterfowl-the missing link in epidemic and pandemic cholera dissemination?" en: *PLoS Pathogens* 2008; 4(100):1-3.

Posible reservorio acuático de cepas de *Vibrio cholerae* O1 detectadas en investigaciones previas con condiciones ideales para su supervivencia que pueden cambiar acorde a factores ambientales detonantes (Oscilación de El Niño, incremento de la temperatura y salinidad, lluvia intensa o inundaciones, entre otros).

Vulnerabilidad por condiciones naturales favorables para su supervivencia (tales como las lluvias intensas e inundaciones, ciclones, zona estuarina y fuentes de abasto con salinidades idóneas para su crecimiento, presencia de plantas acuáticas).

Vulnerabilidad por condiciones higiénico-sanitarias favorables a la transmisión (potabilidad del agua, los aislamientos de *Vibrio cholerae* no O1 en el ambiente, el número de contaminaciones hídricas).

Zona costera con condiciones de estuario donde se cultivan mariscos y bivalvos, idóneas para la supervivencia y multiplicación del microorganismo.

Brote epidémico de cólera. Manzanillo-Granma, 2012

- Un total 417 casos confirmados clínica, epidemiológica y bacteriológicamente, la mayoría a enfermos adultos.
- Tres fallecidos
- Este brote epidémico se originó en Manzanillo, con casos asociados en otros municipios de Granma y de las provincias de Santiago de Cuba, Guantánamo y La Habana.
- *Vibrio cholerae* O1 El Tor enterotoxigénico, serotipo Ogawa, a partir de la contaminación de varios pozos de abastecimiento local

Actualización epidemiológica Cólera OPS (Fuente: OPS, 3 de abril 2015)

El último caso confirmado de cólera en Cuba se registró a inicios de enero de 2015, y fue notificado por el Centro Nacional de Enlace para el Reglamento Sanitario Internacional (RSI) de Canadá, que informó sobre un caso de cólera con historia de viaje a Cuba.

En Haití, desde el inicio de la epidemia (octubre de 2010) hasta el 21 de marzo de 2015, se registraron 734.983 casos de cólera, de los cuales 419.087 fueron hospitalizados (tasa de hospitalización acumulada del 57%), y 8.761 fallecieron. La tasa de letalidad acumulada a nivel nacional continúa siendo de 1,2%.

Desde la semana epidemiológica (SE) 1 hasta la SE 11 de 2015, se han registrado 10.328 casos de cólera, de los cuales 8.124 fueron hospitalizados (tasa de hospitalización del 79%) y 106 fallecieron. Los casos y defunciones registrados en el 2015 están por encima a lo registrado en el mismo periodo en 2014.

A modo de CONCLUSIÓN:

"Los hombres prudentes deben juzgar los eventos del futuro por lo que ha sucedido en el pasado, y por lo que está ocurriendo en el presente" 

Miguel de Cervantes (1574-1616)

(*)Nota del Editor: La edición de este artículo se basó en la reelaboración de los apuntes presentados por la autora en el Power-point que presentó como apoyo a su exposición en el Evento Cubagua 2015.



Guión: COLY Dibujos: DAISY

NOVEDADES EN LA EXPO DE Cubagua 2015... ¡ALBRICIAS!



En Cubagua 2015 hubo muchas “novedades” merecedoras de premios y menciones en el área de las exposiciones; los mismos fueron otorgados por un jurado, previamente designado, por el Comité Organizador e integrado por prestigiosos y competentes especialistas nuestros...Le cuento:

CATEGORÍA CALIDAD DEL PRODUCTO Y SERVICIOS PRESTADOS

Premio

Medidor de Agua Chorro Múltiple. Su novedad consiste en que es adecuado a las condiciones del consumo humano nuestro, tiene un mecanismo anti-intruso, se puede reparar *in situ*, y es factible su ejecución por los bajos costos de producción que requiere.

Menciones

Contador Biológico Rotatorio “Biofiltro”.
Máquina Productora de Desinfectante de Agua.

CATEGORÍA DE MEJOR DISEÑO DE STAND MODULAR

Premio

Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (GEILH) Muy novedoso stand que se destacó por la perfecta concordancia entre el “buen gusto” del diseño y la calidad de los productos que presentaba en su espacio.





Menciones

Bombas Grundfos. España

Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos del Ministerio de Salud Pública. Cuba.

CATEGORÍA DE FIRMAS AGRUPADAS

Premio: A la firma “German Water Partnership” por muy novedosa al representar a nueve entidades alemanas con distintos productos para el Proceso de Operación del Agua.

CATEGORÍA DE PAÍS CON MAYOR PARTICIPACIÓN EN EL EVENTO

Premio: A España en esta edición del Cubagua con 20 firmas de equipos hidráulicos y de otros afines.

PREMIO DE LA NOVEDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Otorgado por La Asociación de Ingeniería Hidráulica de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba este reconocimiento nacional fue otorgado a: **El filtro cerámico para el tratamiento del agua de consumo humano.** Su novedad consiste en que, a diferencia de otros filtros domésticos, este utiliza plata coloidal, un biocida que contribuye a eliminar la presencia de microorganismos patógenos del agua, y tiene una durabilidad de uso de hasta dos años.

Mención

Pluviómetro producido por el Grupo Empresarial de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (GEARH) de Camagüey.

...Como ya usted vio, amigo lector, del **Cubagua** cosechamos también ¡Albricias y Novedades!

DISCURSO DE CLAUSURA DEL Cubagua 2015

voluntad
HIDRAULICA

Buenas tardes:

Como fue anunciado antes, Cubagua 2015 ha llegado a su fin para todos un gran éxito, no sin antes haber aprovechado uno de los espacios y oportunidades para el intercambio de experiencias, técnico y comercial, sobrepasando las expectativas de participación de extranjeros y nacionales propuestas al inicio, cifra de 685 acreditados, de ellos, 428 nacionales y 257 extranjeros, representación de 22 países, a lo que se debe adicionar los invitados que nos acompañaron entre los días del evento.

Como logros de este encuentro, fueron firmados 5 memorandos de entendimiento por empresas pertenecientes al INRH con empresas extranjeras con el objetivo de fortalecer las capacidades de nuestro sector empresarial en el mantenimiento y la reparación de bombas de bombeo de las principales marcas que se utilizan en sistemas de abasto, de incrementar las posibilidades técnicas de una mayor eficiencia en las acciones de rehabilitación de redes de abasto, de incorporar nuevas tecnologías a la potabilización del tratamiento de las aguas residuales y al fomento de relaciones de colaboración con la industria nacional para posibilitar el desarrollo de nuevos productos y tecnologías en el sector hidráulico adaptados a las condiciones de nuestro país.

Todo lo anterior demuestra que eventos de este tipo dan un impulso a la implementación de la Política Nacional del Agua por nuestro organismo a partir del conocimiento y el intercambio de las más actualizadas tecnologías que existen hoy en el mundo en el sector agua, en aras de contribuir al desarrollo económico de nuestro país y mejorar la calidad de vida de la sociedad, para nuestro pueblo en armonía con el resto de los pueblos del mundo.

Nuestro evento contó con la participación de relevantes personalidades tanto cubanas como extranjeras, lo que permitió darle un mayor prestigio a Cubagua 2015.

Queremos agradecer en estos minutos finales a todas las personas que han hecho posible un evento de esta magnitud. Y en especial a este Palacio de Convenciones por permitirnos sesionar en su sede y hacernos sentir como en casa.

Así, se declara oficialmente clausurado en su primera edición, Cubagua 2015, no sin antes invitarlos a un próximo encuentro de esta naturaleza en el año 2017, en una fecha que oportunamente le haremos saber, para el cual contamos desde ahora, con la presencia de todos los que han acompañado en esta oportunidad, para de esta forma seguir contribuyendo al desarrollo de los recursos hidráulicos en nuestros países. 💧

Ing. Abel Salas
Vicepresidente del INRH





Font size [Bigger](#) [Reset](#) [Smaller](#)

*Conocimiento
y tecnología*

Cubagua

Habana 2015

PALACIO
de Convenciones

8-13
JUNIO

Menú Principal

- Inicio
- XII Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica
- VIII Seminario Internacional de Uso Integral del Agua
- Premios
- Programa

Inicio

"XII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA"

"VIII SEMINARIO USO INTEGRAL DEL AGUA"

"I SIMPOSIO TÉCNICO COMERCIAL"

"EXPOSICIÓN, TECNOLOGÍAS Y PRODUCTOS DEL AGUA"

Consultas y Comunicaciones

- Comité Organizador
- Comité Técnico
- Comité de Honor
- Cubagua

El Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH) y la Unión Nacional de Ingenieros y Arquitectos de la Construcción (UNAICC) tienen el placer de convocarles a participar en "CUBAGUA 2015", evento que sesionará del 9 al 12 de junio del 2015 en las funcionales instalaciones del Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.

Este evento servirá de escenario para que profesionales de las diferentes ciencias aplicadas a esta especialidad y expertos en las distintas ramas afines, divulguen e intercambien sus conocimientos y experiencias asociadas al manejo y uso del agua, así como un alto nivel de discusión profesional sobre las temáticas que serán tratadas, con la finalidad de



Ing. Yeselky Vigoa Navarro
Especialista de informática y webmaster

HYDREKA

GEIPI

Tecofi

Tecofi

Tecofi

Tecofi

Tecofi

QUINTA

Habana 2017

TE ESPERA EN



INRH