



Taller Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo de la Zona Costera (Proyecto IWCAM – Cuba)

“Aplicación del enfoque de sistema a la gestión integrada de los recursos hídricos en Cuba”

Dr. Jorge Mario García Fernández

**Director Cuencas Hidrográficas INRH
Secretario Consejo Nacional Cuencas Hidrográficas CNCH**

**www.hidro.cu
jorgem@hidro.cu**

Marzo 5, 2009

ARCHIPIELAGO CUBANO

Superficie: 109 886,19 km²
(Catastro Nacional 2002)

Población (Censo 2002):
11 177 743 habitantes.

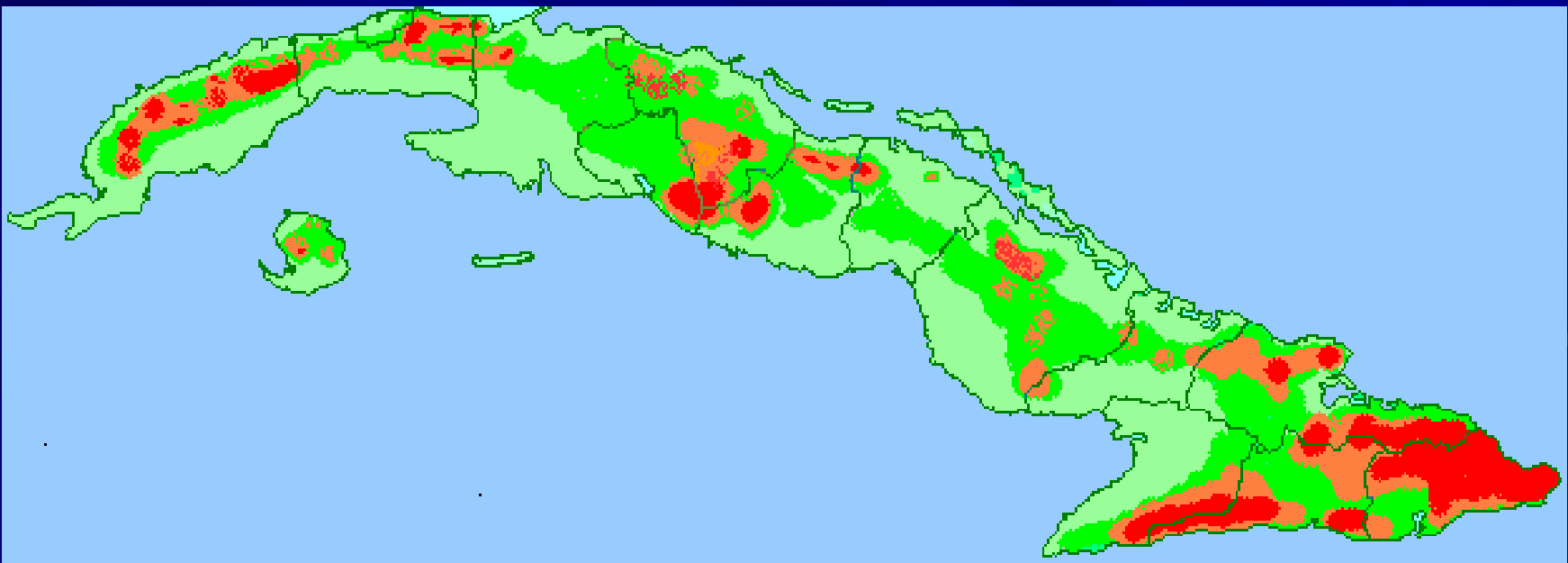


Algunas condiciones de partida – premisas - que condicionan mucho de nuestras actuaciones relativas al suministro seguro de la cantidad y calidad de agua y la gestión integrada de los recursos hídricos:

- **Vulnerabilidad propia de nuestra condición de Archipiélago. Somos un estado insular.**
- **Parte aguas central a todo lo largo de las Isla principal que delimita la formación de numerosas y pequeñas cuencas y predominio del carso en las formaciones acuíferas subterráneas.**
- **Dependencia de nuestros recursos de agua con el comportamiento de las precipitaciones y necesidad de satisfacer de manera sostenible, las demandas de la economía, la sociedad y el medio ambiente.**
- **Variabilidad climática, que se refleja de distintas formas, entre ellas, el cambio en el régimen de lluvias.**
- **El cambio climático y las medidas de adaptación, reducción de vulnerabilidades y mitigación.**
- **Desarrollo eminentemente agropecuario, de acuerdo con la estructura del uso del agua.**

Archipiélago Cubano

Parteaguas central que determina la formación de cuencas pequeñas y ríos cortos. El 85% de nuestros ríos tienen una extensión inferior a 40 km y un área de cuenca no mayor que 200 km². De las 652 cuencas superficiales, 117 (18 %) se encuentran reguladas. Estas se encuentran relacionadas con más de 100 unidades hidrogeológicas subterráneas principales.



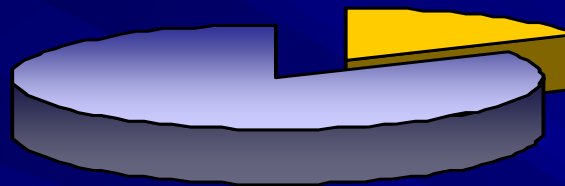
Recursos Hídricos e Hidráulicos

Recursos Hídricos
Potenciales

TOTAL

38 100 millones m³

Superficiales
31 700 millones m³

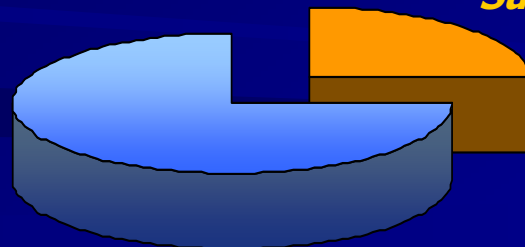


Subterráneos
6 400 millones m³

Recursos Hídricos
Aprovechables

TOTAL

24 000 millones m³



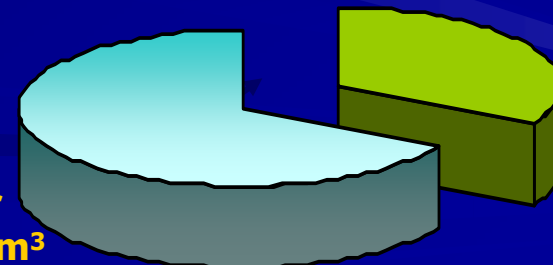
Subterráneos
25 %

Superficiales
75 %

Recursos Hidráulicos
Disponibles

TOTAL

13 650 millones m³



Superficiales
9 150 millones m³

Subterráneos
4 490 millones m³

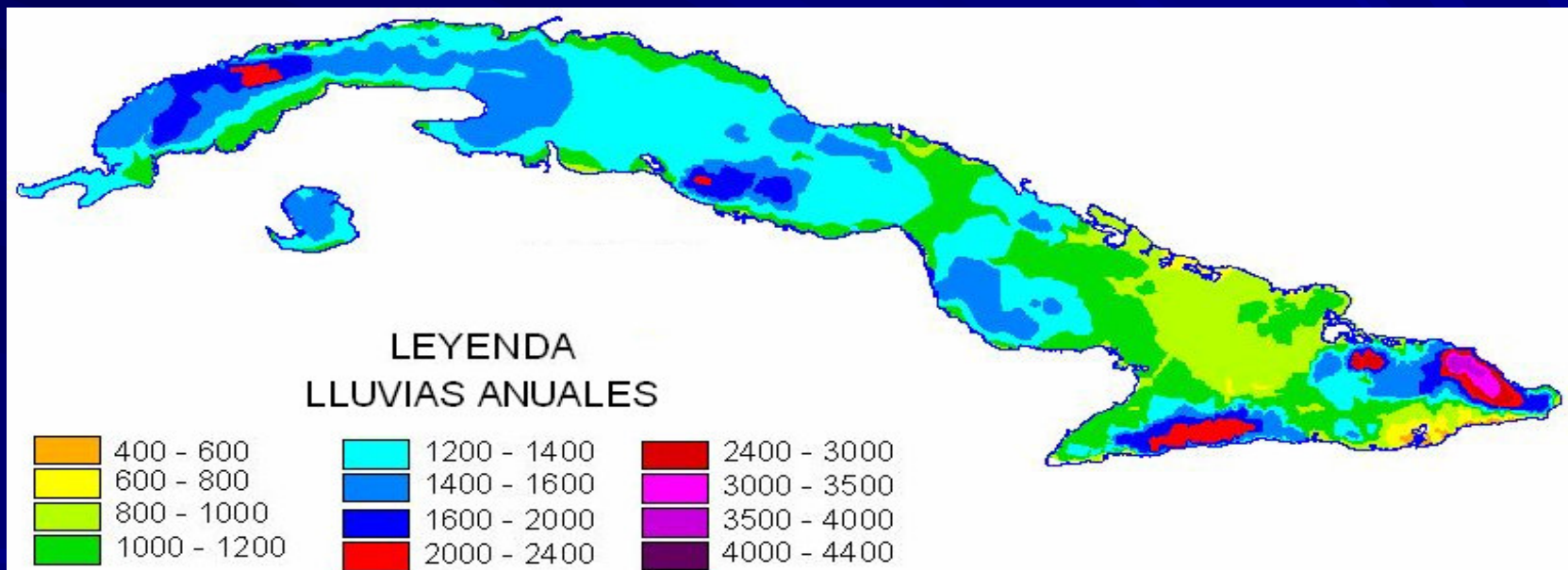
Láminas Medias Históricas

1961-2000

Resolución 4/2006 INRH

Lluvia media anual Cuba = 1 335 mm

MÁXIMO DE LLUVIAS: 4 000 mm en Pico "El Toldo", HOLGUÍN



MÍNIMO DE LLUVIAS: 400 mm en San Antonio del Sur, GUANTÁNAMO

Láminas medias históricas (mm) en cuencas de interés nacional (Resolución 4/2006 INRH)

Cuenca Hidrográfica	1931 - 1960	1961-2000	Diferencias
Cuyaguaje	1637	1475	-162
Ariguanabo	1469	1514	45
Almendares-Vento	1272	1446	174
Hanabanilla	2085	1986	-99
Zaza	1484	1427	-57
Cauto	1479	1112	-367
Guantánamo-Guaso	1181	1027	-154
Toa	2468	2518	50

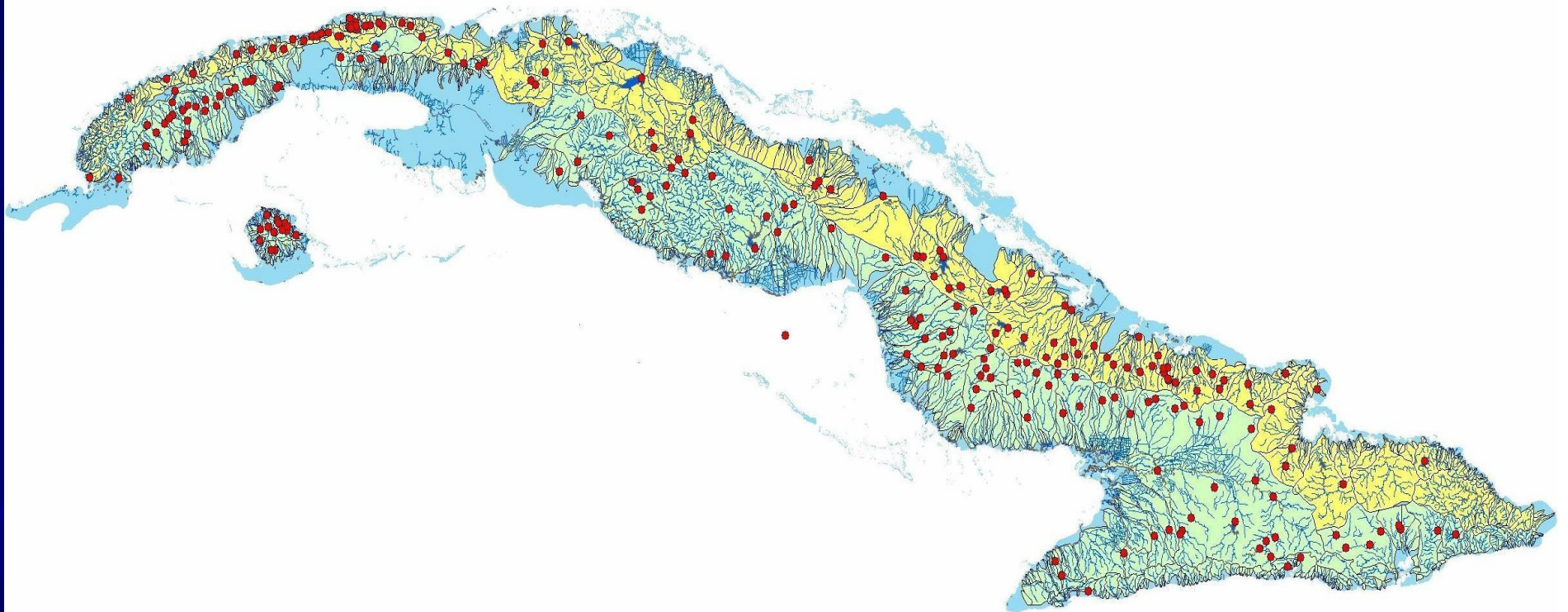
Infraestructura hidráulica cubana

OBRAS HIDRÁULICAS:

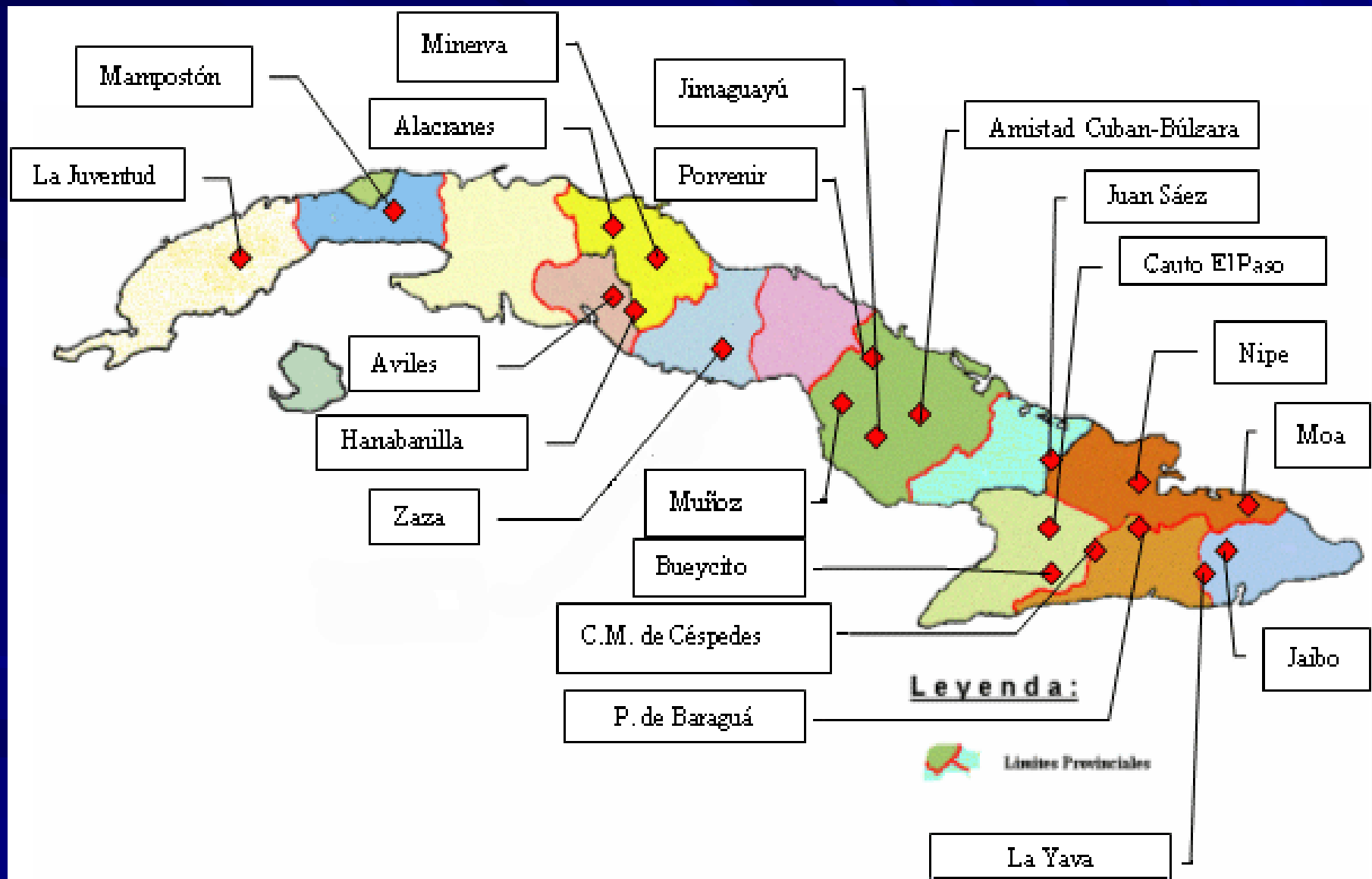
- 239 presas
- 730 micropresas
- 61 derivadoras
- 6 grandes estaciones de bombeo
- 1 300 km obras protección
- 760 km canales magistrales

Capacidad de embalse: 48 millones metros cúbicos (1959)

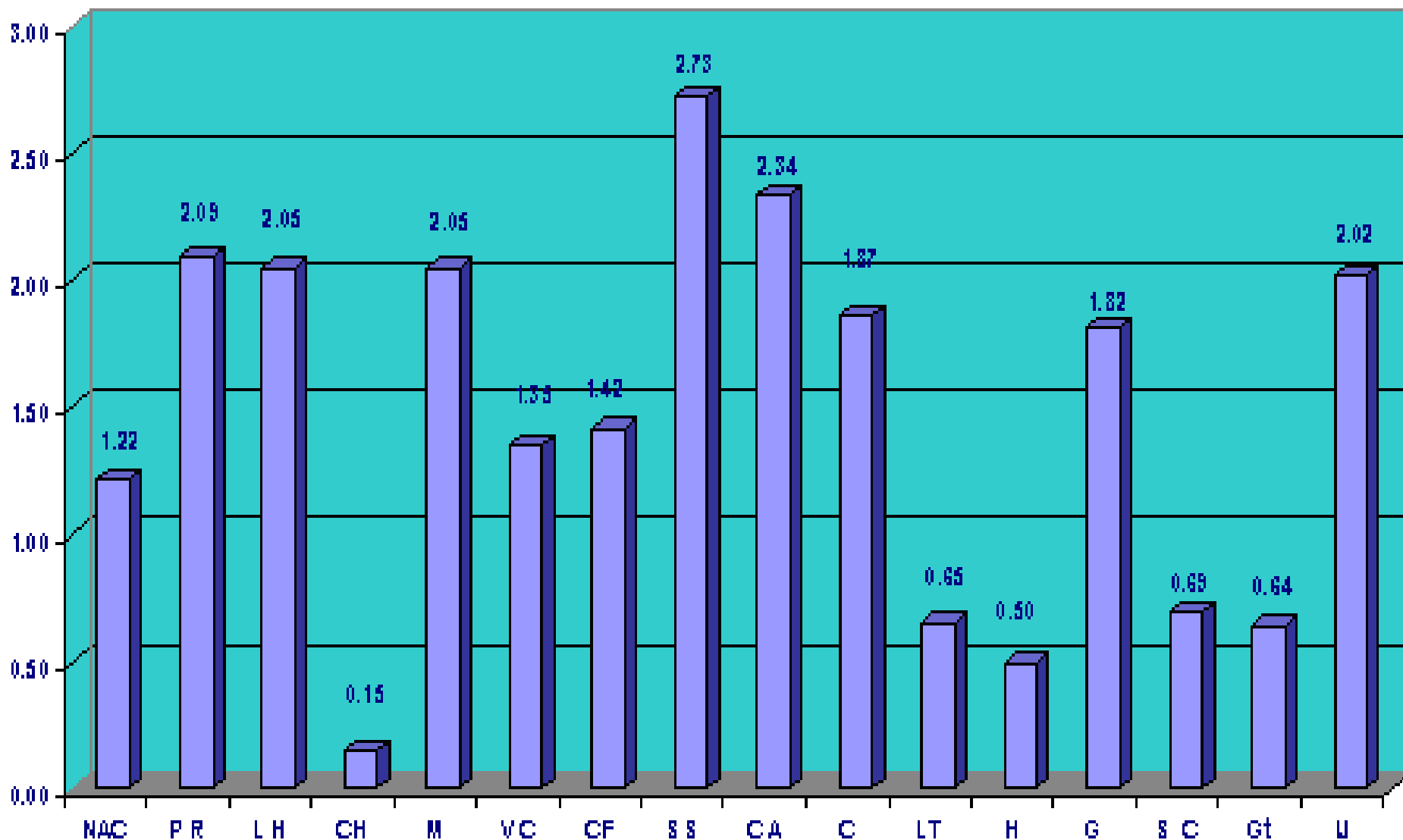
Cuba: Embalses construidos



Localización de embalses con más de 100 Hm³ de capacidad



Disponibilidad de recursos hídricos por habitante para todos los usos (2006) (Mm³/hab)



Servicio Hidrológico Nacional – INRH
Redes de Observación ciclo hidrológico 2009

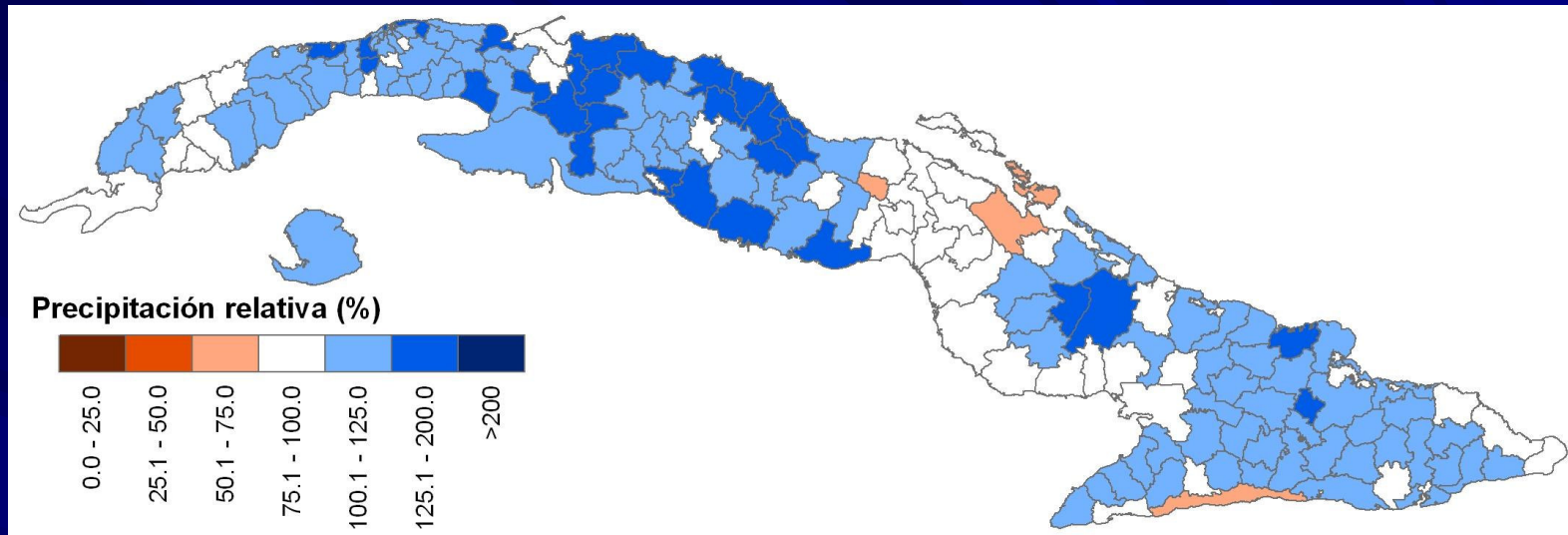
Pluviómetros	2 050 (1 x 53 km ²)
Pluviógrafos	55
Est. Climáticas	13
Est. Hidrométricas	38
Est. Hidrogeológicas	1 683
Estaciones de Calidad de las aguas (RedCal)	2 315 (1 x 49 km ²)

Servicio Hidrológico Nacional – INRH

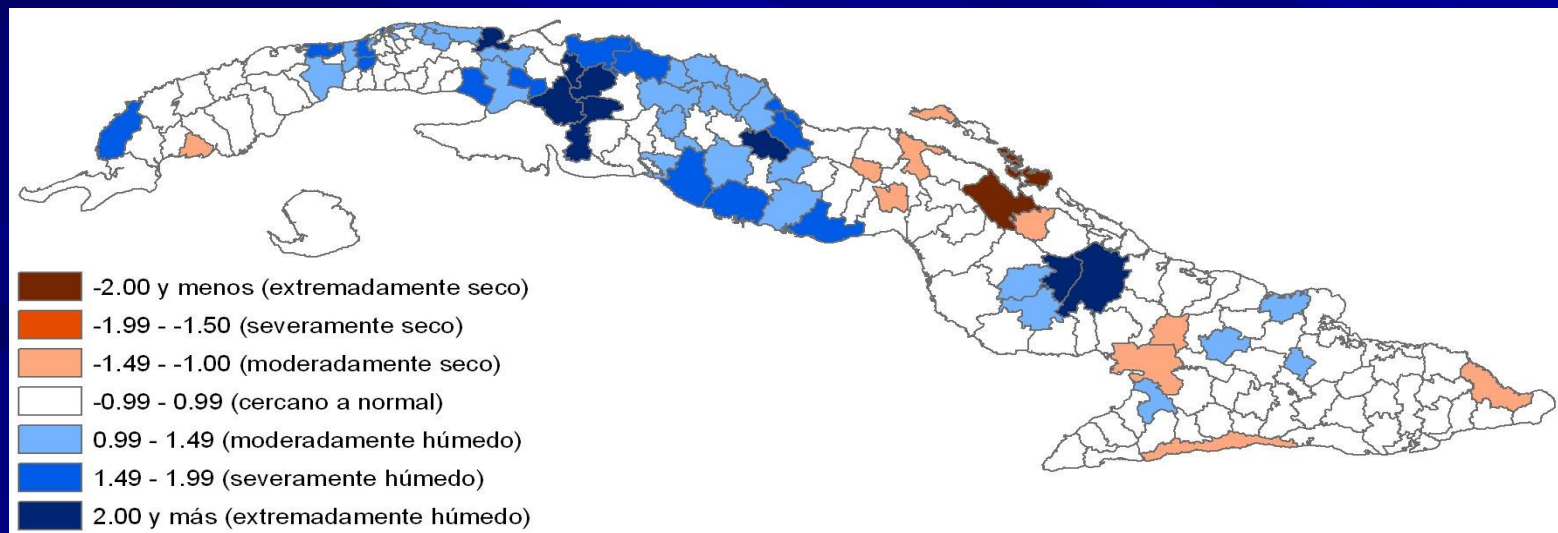
Servicios y productos (web: www.hidro.cu)

- Evaluación diaria de la lluvia (Red Informativa Especial)
- Boletín Hidrológico mensual (Lluvia, embalses, aguas subterráneas)
- Estudios y evaluaciones hidrológicas
- Análisis y seguimiento de los resultados de las redes de observación del ciclo hidrológico
- Eventos extremos de lluvia y seguimiento de la sequía en coordinación con el Sistema de Defensa Civil.
- Aplicación de sistemas de alerta temprana (SAT) y prevención hidrológica (SPH) en cuencas hidrográficas.

Porcentaje de Precipitación Normal para el período enero de 2008 – diciembre de 2008



Índice de Precipitación Estandarizada para el período enero de 2008 – diciembre de 2008.



INDICADOR “CLASICO” DE DISPONIBILIDAD
IcD (m³/hab/año)

Clasificación WRI 1986

<i>Categoría</i>	<i>Disponibilidad per cápita por año</i>	<i>% de países</i>
■ Muy bajo	1 000 m ³ o menos	14
■ <u>Bajo</u>	<u>Entre 1 000 y 5 000 m³</u>	37
■ Medio	Entre 5 000 y 10 000 m ³	14
■ Alto	10 000 m ³ o más	35

Orientado eminentemente a evaluar los recursos hídricos renovables del país. Su utilidad es principalmente descriptiva respecto a la riqueza natural del recurso (precipitaciones).

Cuba: Indicadores de disponibilidad de recursos hídricos

■ **Indicador clásico de Disponibilidad (IcD) m³/hab/año:**

Respecto a los R. hídricos Potenciales:	3 400	(Bajo)
Respecto a los R. hídricos Aprovechables:	2 140	(Bajo)
Respecto a los R. hidráulicos disponibles:	1 220	(Bajo)

- **Indicador de Estrés Hídrico (IEH %):** Ofrece una idea acerca del balance entre el uso y los recursos de agua (Volumen). Valores por encima del 40 % se estiman ya como de Alto o Muy Alto Estrés hídrico. No considera elementos de eficiencia en su uso, ni patrones de consumo.

$$IEH (\%) = (\text{Uso de las aguas/Recursos de agua}) \times 100$$

Respecto a los R. hídricos Potenciales:	18	Bajo Estrés
Respecto a los R. hídricos Aprovechables:	29	Estrés Medio
Respecto a los R. hidráulicos disponibles:	51	Alto Estrés (7 km ³)
	44	Alto Estrés (6 km ³)
	36	Estrés Medio (5 km ³)

- **Huella Hídrica (A. K. Chapagain y A.Y. Hoekstra 2004):** Volumen de agua utilizado directa e indirectamente para la elaboración de productos y la prestación de servicios consumidos por los habitantes de un país (o industria, personas). Determina la cantidad de agua necesaria para sostener la actividad de la población (m³/hab/año).
- **Agua Virtual (J.A. Allan 1993):** volumen de agua utilizada en toda la cadena de elaboración para obtener un producto o un servicio. Lo introdujo cuando estudiaba la importación de agua como solución a los problemas de escasez en Oriente Medio.

Los cuatro principales factores que influyen en la HH son:

- ***Volumen de agua consumido (Usos domésticos: población, industria y riego y agua consumida por la importación de productos)***
- ***Patrones de consumo (Consumo de productos con mayor o menor contenido de Agua Virtual, producidos en el país o importados)***
- ***Clima (Régimen de las precipitaciones, evaporación)***
- ***Prácticas agrícolas (Extensión y eficiencia en el riego)***

Cuba: Indicadores de disponibilidad de los recursos hídricos

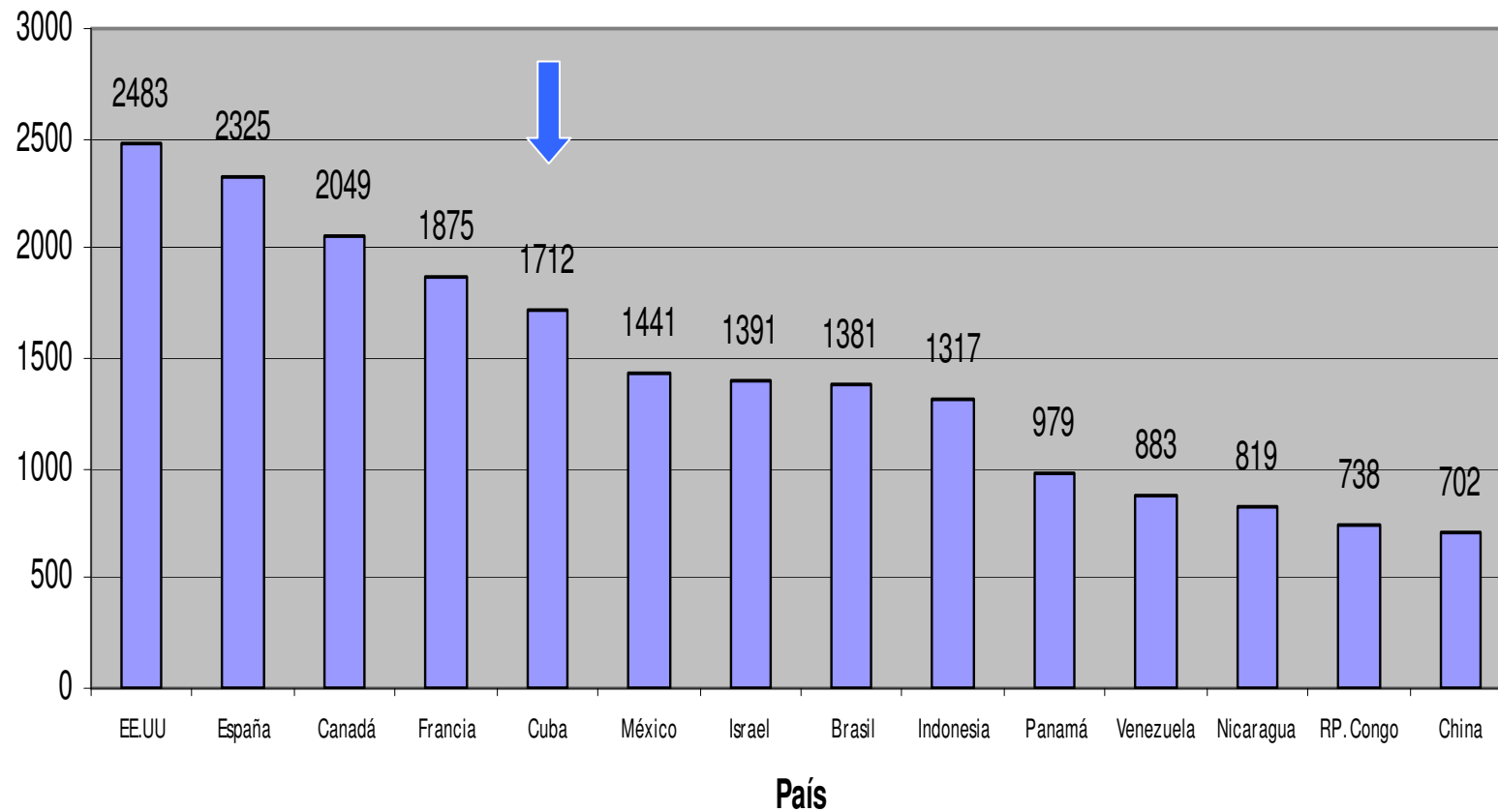
- Huella Hídrica y Agua Virtual - $m^3/hab/año$:

Cuba = 1 712 $m^3/hab/año$, puesto número 30, en orden descendente de un total de 142 países (Se corresponde con las disponibilidades de agua creadas por el desarrollo hidráulico cubano - 57 % de los recursos aprovechables -)

Huella Hídrica m³/hab/año

m³/hab/año

HUELLA HÍDRICA (HH)



Huella Hídrica (HH) y Agua Virtual (AV)

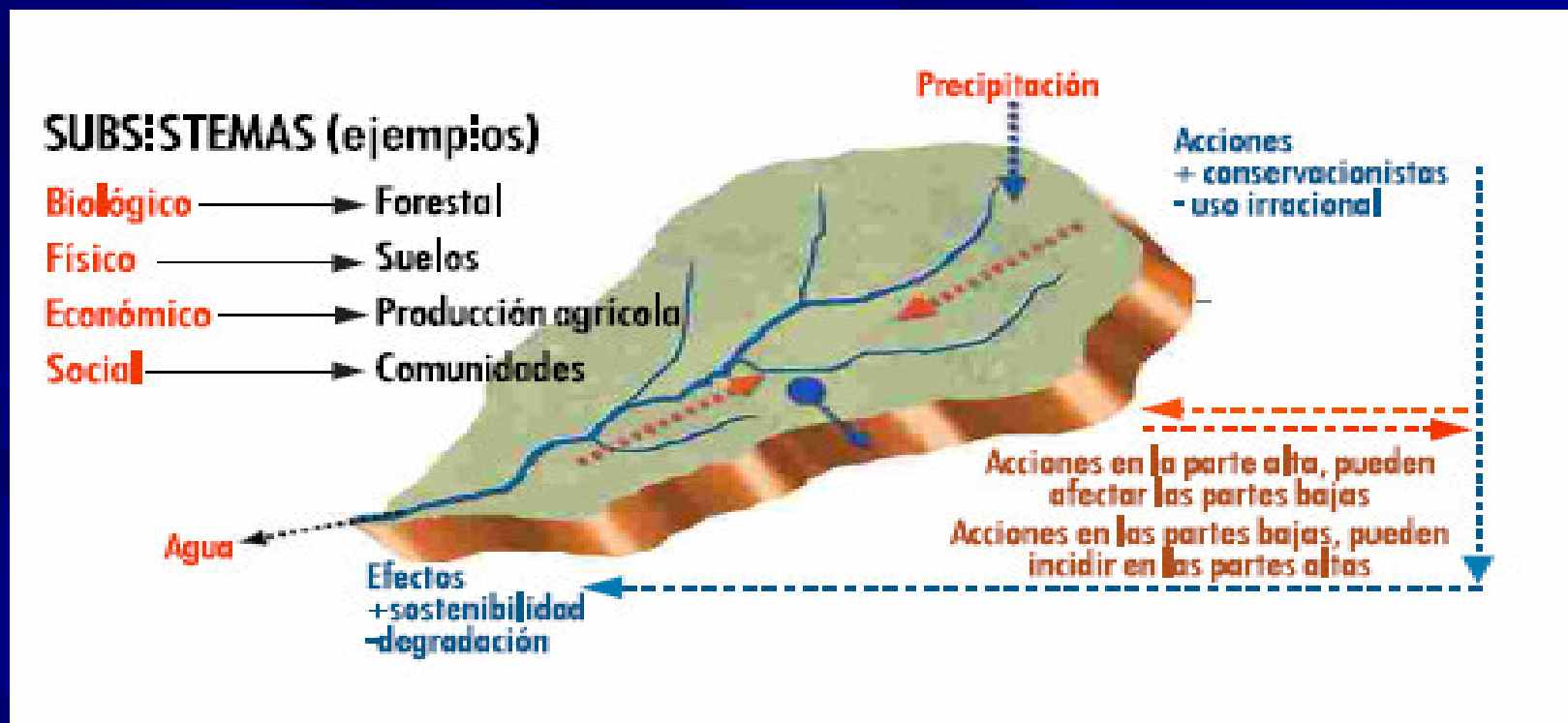
Se trabaja para reducir la HH, como país subdesarrollado dependiente de la agricultura y con consumo mayoritario de agua para su uso agrícola, en :

- Disminuir el vínculo directo entre el desarrollo económico y el incremento del consumo de agua, mediante la introducción y adopción de técnicas que utilicen menos cantidades de agua por unidad de producto o servicio.
- Inversiones y otras acciones que incrementan la eficiencia en la conducción hidráulica y distribución del agua para los diferentes usos.
- Reuso cuantificado de los volúmenes de agua, incluyendo las aguas residuales tratadas adecuadamente.
- Elevar la captación directa del agua de lluvia y emplear tecnologías de riego más eficientes
- Educación ambiental para alcanzar el uso sostenible de agua y contribuir al cambio de patrones de consumo.

Aún considerando lo alcanzado, se mantienen problemas actuales y necesidades de desarrollo, que son motivo de atención sistemática por parte del sistema INRH:

- ***Carestía relativa del recurso agua en zonas más vulnerables.***
- ***Deterioro de la calidad original de las aguas por la actividad antrópica (descarga de residuales fundamentalmente orgánicos biodegradables y concentración de la explotación de las aguas subterráneas, que provoca intrusión salina).***
- ***Menor disponibilidad real de agua, por el mal estado de los sistemas y redes de conducción y de canalización .***
- ***El 4,5 y 5,0 % de la población cubana no cuenta, respectivamente, con cobertura de agua potable y de saneamiento ambiental.***
- ***Ineficientes tecnologías para el riego agrícola, mayor usuario de aguas del país.***
- ***Fortalecimiento y modernización de las redes de observación del ciclo hidrológico.***
- ***Introducción y desarrollo de sistemas de alerta temprana y prevención hidrológica en cuencas hidrográficas seleccionadas***
- ***Adaptación de los recursos hídricos ante el cambio climático.***

- **Cuenca hidrográfica:** el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, lago, mar o zona costera. Es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre las coberturas (CARE, 2005). En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales se desarrollan sus actividades económicas y sociales, generando a su vez consecuencias favorables y no favorables para el bienestar humano y el medio ambiente
- Relaciones aguas superficiales – aguas subterráneas; aguas subterráneas – agua de mar.



Antecedentes internacionales

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata, 1977.
- Conferencia Internacional sobre el Agua, Dublín, 1992.
- Cumbre Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro, Brasil, junio 1992 (CNUMAD, 1992). Programa 21, Capítulo 18 “Protección de la calidad y el suministro de agua dulce”.
- Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, Sudáfrica (CMDS, 2002). Plan de Implementación de la Cumbre, Capítulo IV. “Protección y manejo de los recursos naturales, base del desarrollo económico y social”, párrafo 26

Antecedentes nacionales

- **1962 y 1989:** Creación y refundación del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), respectivamente.
- **1993:** Decreto-Ley 138 de las Aguas Terrestres
- **1994:** Creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)
- **1997 y 2006:** Aprobación por la ANPP de la Ley 81 de Medio Ambiente: Artículos 110 y 111 referidos a la creación y funciones del CNCH; Estrategia Ambiental Nacional.
- **1997:** Creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) y los Consejos Territoriales (CTC) y Específicos (CEC) por Acuerdo 3139 CECM – abril 1997, bajo la Presidencia del CITMA.
- **2005:** Traspaso de las responsabilidades de la Presidencia del CNCH del CITMA al INRH
- **2007:** Decreto 280 (CECM), marzo 19, 2007
- **2007:** Resolución 52/2007 Reglamento de los Consejos de Cuencas (Nacional, CTC, CEC).

Componentes principales de la GIRH

(Ampliado por García, J. M., de UNESCO 2006)

- Políticos y legales
- Institucionales y organizativos
- De planificación y balances nacionales, regionales y de cuencas
- Hidrológicos e hidrogeológicos (redes y estudios)
- De alerta temprana y prevención
- De infraestructura hidráulica
- De operación de sistemas
- Calidad del agua y de los componentes ambientales
- De sinergias con otros componentes naturales (suelos, bosques, humedales, zona costera ...) y socio-económicos
- Científicos y de innovación tecnológica, cambio climático
- Económicos y financieros
- Informáticos
- De educación y comunicación social
- Culturales

Subprogramas de trabajo de los Consejos de Cuencas

- Inversiones destinadas a la protección del medio ambiente en las Cuencas de Interés Nacional.
- Recursos hidráulicos (redes, coberturas de agua potable y saneamiento, mantenimiento a la infraestructura hidráulica)
- Planificación del uso de las aguas por cuenca hidrográfica
- Mejoramiento y Conservación de suelos
- Reforestación (cobertura total, franjas hidrorreguladoras y fincas forestales)
- Lucha contra incendios y manejo del fuego
- Vigilancia cooperada de los recursos naturales (Protección de los Recursos Naturales)
- Lucha contra la contaminación y reducción de carga contaminante
- Estudios y uso sostenible de la diversidad biológica
- Educación ambiental y participación
- Ciencia e innovación *tecnológica*

Componentes principales de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH):

- Políticos y legales
- Institucionales y organizativos
- De planificación y balances nacionales, regionales y de cuencas
- Hidrológicos e hidrogeológicos (redes y estudios)
- De prevención hidrológica
- De infraestructura hidráulica
- De operación de sistemas
- Calidad del agua y de los componentes ambientales
- De sinergias con otros componentes naturales (suelos, bosques, humedales, zona costera...) y socio-económicos
- Científicos y de innovación tecnológica, cambio climático
- Económicos y financieros
- Informáticos
- De educación y comunicación social
- Culturales



Subprogramas de trabajo de los Consejos de Cuencas:

- Inversiones destinadas a la protección del medio ambiente en las Cuencas de Interés Nacional.
- Recursos hidráulicos (redes, coberturas de agua potable y saneamiento, mantenimiento a la infraestructura hidráulica).
- Planificación del uso de las aguas por cuenca hidrográfica.
- Mejoramiento y Conservación de suelos.
- Reforestación (cobertura total, franjas hidrorreguladoras y fincas forestales).
- Lucha contra incendios y manejo del fuego.
- Vigilancia cooperada de los recursos naturales (Protección de los Recursos Naturales).
- Lucha contra la contaminación y reducción de carga contaminante.
- Estudios y uso sostenible de la diversidad biológica.
- Educación ambiental y participación.
- Ciencia e innovación tecnológica.

Cuencas de Interés Nacional



Cuenca	Localización (provincias)	Área (Km ²)	Población (hab)
Cuyaguaje	Pinar del Río	795	40 210
Almendares-Vento	Habana, Ciudad de La Habana	402	570 000
Ariguanabo	Habana, Ciudad de La Habana	295	90 000
Hanabanilla	Sancti Spiritus, Villa Clara, Cienfuegos	287	7 000
Zaza	Sancti Spíritus, Villa Clara	2 413	264 150
Cauto	Granma, Stgo de Cuba, Las Tunas, Holguín	9 540	1 167 400
Gtmo-Guaso	Guantánamo, Stgo de Cuba	2 347	410 000
Toa	Guantánamo, Holguín	1 061	12 300
Mayarí	Holguín y Santiago de Cuba	1 261	48 786

Infraestructura Hidráulica “Cuenca de Interés Nacional”

Infraestructura Hidráulica/Cuencas	Cuyaguaje	Ariguanabo	Almendares-Vento	Hanabanilla	Zaza	Cauto	Gtmo-Guaso	Mayarí	Toa	Total
<u>Estaciones pluviométricas</u>	21	9	56	12	45	168	75	21	25	432
<u>Estaciones Hidrométricas</u>	3	–	–	–	2	6	2	-	3	16
<u>Evaporímetros</u>	1	1	1	1	2	5	1	1	1	14
<u>Red Hidrogeológica</u>	2	19	22	–	12	127	3	8	–	193
<u>Embalses</u>	1	–	2	5	4	18	5	1	–	36
<u>Red Calidad</u>	26	11	31	11	52	250	26	25	4	436



- **Proceso de construcción y desarrollo de la base conceptual:**

Ley 33 de Protección del Medio Ambiente (ANPP 1981); Ley 81 de Medio Ambiente (1997): Definiciones de medio ambiente, ecosistema, gestión ambiental, desarrollo sostenible; Decreto-Ley 138 de las Aguas Terrestres (1993)

- **Gestión integrada de cuencas hidrográficas; gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en cuencas hidrográficas:**

Gestión integrada de cuencas, por analogía con la definición de gestión ambiental contenida en la Ley 81 de Medio Ambiente: **un conjunto de instrumentos y mecanismos de diferente índole y alcance aplicados de manera armónica y orientada a lograr el manejo sostenible de la cuenca.**

Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) en la cuenca hidrográfica: **conjunto de instrumentos y mecanismos de diferente índole y alcance aplicados de manera armónica y orientada a lograr el manejo sostenible del agua en la cuenca hidrográfica.**

La gestión de los recursos hídricos, formando parte sustantiva de la gestión ambiental nacional, aplica la política hídrica establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta las características culturales, experiencias y la participación de todos los actores.

- **Enfoque de sistema aplicado a la gestión integrada de los recursos hídricos:** *Estrategia para la gestión del agua, suelos, bosques, zona costera y recursos vivos, que promueva su conservación y el uso sostenible de una manera equitativa.*
- **Manejo:** *la administración específica del recurso, esto es, la aplicación concreta de los instrumentos de gestión en una cuenca hidrográfica u otro ecosistema.*
- **Órganos de Cuencas:** *Unidad (administrativa, operativa) para la gestión sostenible de la cuenca hidrográfica, organizada con la participación de todos los actores clave.*

– **Del parteaguas a la costa:**

- Los fenómenos de degradación de suelos en las zonas altas de la cuenca, intervienen negativamente en la calidad del agua de la zona costera o cómo estos mismos problemas de erosión, causan potenciales peligros y riesgos de inundación a poblaciones localizadas aguas abajo.

– **Caudales ambientales:**

- Dado la variabilidad climática y sus afectaciones al comportamiento del régimen hídrico, se estima que es necesario revisar mediante metodologías apropiadas y actuales, los caudales ambientales que se entregan por nuestros embalses

Estrategia de Adaptación de los recursos hídricos ante el Cambio Climático:

Si la energía es el foco de atención principal para las medidas de mitigación, las medidas de adaptación es el foco para los recursos hídricos.

- Es esencial aplicar en todo su contenido y alcance, la gestión integrada del recurso agua (GIRH) en la cuenca hidrográfica.
- Aplicar medidas sostenibles que no produzcan efectos negativos irreversibles y sean necesarias bajo cualquier situación climática.

Medidas de adaptación de los recursos hídricos ante el cambio climático

- La principal garantía para enfrentar con éxito los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos en Cuba y aplicar las medidas de adaptación correspondientes, es el propio desarrollo hidráulico cubano, que ha permitido asegurar en lo fundamental el suministro de agua para el desarrollo sostenible del país.



Taller Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo de la Zona Costera

Aplicación del enfoque de sistema a la gestión integrada de los recursos hídricos en Cuba

Dr. Jorge Mario García Fernández

**Director Cuencas Hidrográficas INRH
Secretario Consejo Nacional Cuencas Hidrográficas CNCH**

**www.hidro.cu
jorgem@hidro.cu**

Marzo 5, 2009