

Documento de Discusion Nacional sobre las
medidas de adaptacion y mitigacion del recurso
agua al cambio climatico en la Republica
Dominicana



3^{er} Draft- Julio 21

Dr. Carol Franco



Tabla de Contenido

Tabla de Contenido.....	2
1. Importancia del sector agua en la República Dominicana.....	3
1.1 Disponibilidad de Agua.....	4
1.2 Calidad del Agua	4
2. Descripción del sector agua en la Republica Dominicana.....	4
2.1 Ciclos naturales de variaciones temporales y geográficas: Inundaciones y sequías ..	4
2.2 Disponibilidad y demanda de agua	5
2.3 Erosión y Transporte de sedimento.....	6
2.4 Enfermedades transmitidas por el agua	6
2.5 Futuros efectos en el recurso agua debido al cambio climático	6
3. Medidas de Adaptación	9
3.1 Medidas de adaptación en la República Dominicana	10
3.2 Líneas de acción para las medidas de adaptación del recurso agua.....	11
4. Temas principales en la determinación de los flujos de inversión y financieros para hacer frente al cambio climático	12
4.1 Disponibilidad de datos y otras restricciones de información relevantes	12
4.2 Enfoque metodológico propuesto para el estudio de flujos de inversión y financieros para el sector agua	13
4.3 Construcción de escenarios y modelación y limitaciones para realizar las tareas.....	14
5. Enfoque propuesto/recomendación para llevar a cabo la evaluación de flujos de inversión y financieros para abordar la adaptación al cambio climático en el sector del agua	15
5.1 Estructura institucional, coordinación de las tareas y participación de las instituciones involucradas.....	15
5.2 Fuentes nacionales de inversión y financiamiento para el sector agua	17
6. Referencias	19
7. Apéndice	20

1. Importancia del sector agua en la República Dominicana

El agua es considerada como uno de los recursos naturales renovables más importantes para el desarrollo humano y la conservación de los ecosistemas naturales.

Actualmente, la República Dominicana cuenta con una disponibilidad de agua anual de 2,350 m³ por persona (SEMARN, 2006), la cual es considerada como satisfactoria. Los sectores de la República Dominicana que tienen mayor demanda del recurso agua son aquellos relacionados directamente con la producción de comida y el bienestar social de la población: el sector agrícola y el consumo doméstico, los cuales consumen 89 y 11% respectivamente de toda el agua consumida en el país (Planos, 2002; Earth Trends Database, 2003). El sector agrícola utiliza la mayor parte del agua para la irrigación, sin la cual la producción agrícola disminuiría considerablemente y la seguridad alimenticia se encontraría amenazada. El área agrícola que utiliza canales de riego en el país ha incrementado de 178,294 en 1980 a 275,000 hectáreas en el año 2000, lo que es un aumento de alrededor de 50% en 20 años (IRG, 2001). El uso del agua por el sector doméstico, urbano y rural, aumentó significativamente de 287 millones de m³ al año en 1983 a 1,450 millones de m³ en 1998, lo que es un aumento de alrededor de 400% en 15 años. En este sector también se espera que el uso del agua siga aumentando (Caribbean Country Management Unit, 2004).

El futuro del recurso agua en la República Dominicana es incierto y, hasta cierto punto, poco prometedor, de acuerdo a estudios realizados en el país. Es importante enfatizar que la mayoría de los estudios realizados en el país sobre el recurso agua son efectuados por consultores internacionales (IRG, Caribbean Country Management Unit, entre otras) e instituciones gubernamentales (Secretaría de Agricultura, Secretaría de Medio Ambiente, Oficina para el Cambio Climático, INDRHI, entre otras). Según estos estudios se espera que el uso del agua para la irrigación continúe aumentando en los próximos años (IRG, 2001). Así mismo, el aumento poblacional combinado con el aumento en la demanda de agua por persona, aumentará la demanda del recurso agua del sector doméstico. El aumento de estos dos sectores creará conflictos en la demanda y disponibilidad del recurso agua. Adicionalmente al aumento en la demanda del recurso agua, estudios sobre los efectos del cambio climático predicen que van a haber aumentos en las variaciones geográficas y temporales naturales de disponibilidad del recurso y cambios permanentes en los patrones de distribución (Caribbean Country Management Unit, 2004).

La información existente indica que la disponibilidad y calidad del agua en la República Dominicana será afectada considerablemente en los próximos años, lo cual representa una amenaza al desarrollo económico y al bienestar social del país.

1.1 Disponibilidad de Agua

La disponibilidad de agua es uno de los factores más importantes a ser considerados en el análisis del sector agua en relación al cambio climático. El sector agua puede ser afectado negativamente en el futuro por:

1. Cambios en la distribución de lluvias - algunas de las áreas del país reciben más lluvia que otras (de 500 mm a 2,400 mm por año)
2. Cambios en las estaciones de lluvia y sequía. En las regiones secas del Noroeste y Suroeste se esperan temporadas más largas de sequía y en las regiones más lluviosas del Noreste, parte de la Sureste y la Norte se puede prolongar la estación lluviosa y causar inundaciones
3. Aumentos en el consumo de agua actual por alguno o varios de los sectores. El incremento en canales de riego para poder sostener la agricultura y proveer la seguridad alimenticia necesaria para una población que crece a 1.5% al año (Caribbean Country Management Unit, 2004; Planos, 2002).
4. Degradación del ciclo hidrológico: debido a la deforestación, irrigación, pesticidas, fertilizantes, entre otros.

1.2 Calidad del Agua

La calidad del agua es otro aspecto importante que necesita atención. El agua debe de cumplir con los estándares requeridos para poder ser utilizada para consumo humano. Estudios efectuados en la República Dominicana han encontrado altos niveles de nutrientes, materia orgánica y contaminación bacterial en el agua analizada. Los cuerpos de agua cerca de zonas agrícolas están siendo degradados por sedimentación, pesticidas, fertilizantes, salinización de suelos, entre otros, especialmente las cuencas del río Ozama, Yuna, y Yaque del Norte. Los cuerpos de agua que se encuentran río abajo de zonas mineras están siendo contaminados por metales pesados (FESS, 2005; Caribbean Country Management Unit, 2004; IRG, 2001). La contaminación de aguas en zonas urbanas es mayormente producida por aguas residuales no tratadas apropiadamente (Caribbean Country Management Unit, 2004).

2. Descripción del sector agua en la República Dominicana

2.1 Ciclos naturales de variaciones temporales y geográficas: Inundaciones y sequías

La media de lluvia anual en la República Dominicana es de 1500 mm, aportando un promedio de 73 mil Mm³ anuales al ciclo hidrológico del país. De manera general, la época de lluvia se extiende de abril a octubre y la época seca de noviembre a marzo. Sin embargo, debido al relieve de la isla y a los vientos alisios, existen zonas secas y zonas húmedas en las cuales la precipitación varía considerablemente (Figura 1) (U.S.

Army Corps of Engineers, 2002; Planos 2002).

Las regiones más áridas del país son la noroeste y la suroeste, y estas regiones llegan a recibir una precipitación anual de menos de 500 mm. (U.S. Army Corps of Engineers, 2002). Las regiones más lluviosas son la Noreste, parte de la Sureste y la Norte y llegan a recibir hasta 2,300 mm de precipitación anual.

El país se encuentra dividido en 17 zonas que producen numerosas corrientes de aguas superficiales y subterráneas y donde se encuentran las principales cuencas hidrográficas del país (Figura 2). Estas zonas productoras de aguas nacen en cinco de los sistemas montañosos más importantes del país: Cordillera Central, Cordillera Oriental, Sierra de Baoruco, Cordillera Septentrional y Sierra de Neiba (U.S. Army Corps of Engineers, 2002). Por lo cual, estas zonas hidrológicas, que se alimentan de la lluvia, determinan en gran parte la disponibilidad del recurso agua en el país. Sin embargo, los patrones naturales de lluvia están siendo afectados por los efectos del Niño y la Niña y por el cambio climático.

2.2 Disponibilidad y demanda de agua

El país cuenta con una disponibilidad de agua total de alrededor de 22.5 millones m^3 , de los cuales 20,995 millones m^3 de aguas superficiales y 1,510 millones de m^3 de aguas subterráneas (Figuras 3 y 4). Mientras que la demanda del recurso agua en el país es de alrededor 9,840 millones m^3 (U.S. Army Corps of Engineers, 2002). De manera general, el sector doméstico y la industria dependen mayormente de aguas subterráneas mientras que la agricultura de agua superficial (Planos, 2002). Aunque, se debe de notar que el sector doméstico también utiliza aguas superficiales (U.S. Army Corps of Engineers, 2002). El sector agrícola, principalmente para la irrigación, es el que tiene la mayor demanda de agua seguido por el sector doméstico. La Tabla 1 presenta la demanda de agua por sector.

Tabla 1. Demanda de Agua Anual

Tipo de uso	Cantidad de agua (Mm ³)	Fuente de procedencia
Doméstico	1,450	Subterránea
Agrícola-Irrigación	7,500	Superficial
Turismo	40	Subterránea
Ganadería	45	Superficial
Medio Ambiente	500	Superficial/Subterránea
Industrial	305	Subterránea
TOTAL	9,840	

(U.S. Army Corps of Engineers, 2002; IRG, 2001)

2.3 Erosión y Transporte de sedimento

La salinización de los suelos debido a la utilización de prácticas incorrectas de irrigación han causado erosión de los suelos en diferentes áreas agrícolas del país (Rodríguez, 1997b). El uso de prácticas agrícolas dañinas y la deforestación, también han causado altos niveles de erosión. Según FAO (2005), los suelos de la República Dominicana estaban afectados un 40% por degradación severa y muy severa en el 2005.

Así mismo, el alto grado de erosión combinado con fuertes lluvias, inundaciones, huracanes y épocas de lluvia mas largas, resultan en el transporte de altos niveles de sedimento a los cuerpos de agua. El sedimento también ha afectado la capacidad de acumulación de agua de los embalses/reservas principales del país (Caribbean Country Management Unit, 2004).

2.4 Enfermedades transmitidas por el agua

Un problema adicional de la baja calidad del agua es que su contaminación es una amenaza para la población dominicana, pero mayormente para los pobres. La diarrea es la mayor causa de muerte de niños menores de 5 años en el país. Según reportes del Banco Mundial, 2003, 89% de la población esta cubierta por algún tipo de servicio sanitario, pero solo un 20% esta conectado a un sistema de aguas residuales (Caribbean Country Management Unit, 2004; World Bank Indicators, 2003).

2.5 Futuros efectos en el recurso agua debido al cambio climático

El cambio climático puede potencialmente afectar el recurso agua de las siguientes maneras (IPCC, 2007):

- Disminución de agua potable: disminución de la precipitación media anual, salinidad por el aumento del nivel del mar y la irrigación, aumento en la evaporación de agua en las presas de almacenamiento, etc.
- Aumento en la demanda de agua potable debido al aumento de la temperatura: especialmente la agricultura, lo cual afectaría el sector doméstico. El aumento de la temperatura tendría como consecuencia un aumento en la demanda de evaporación de los cultivos, lo cual significaría un aumento en la demanda de agua para la irrigación. El aumento en la demanda de agua para la irrigación entra en conflicto con la demanda de agua para uso domestico. Esta situación es exacerbada por la disminución de la precipitación media anual y el aumento poblacional
- Disminución de la precipitación media anual: épocas de sequía mas largas, lo cual afectaría a las regiones mas áridas del país que ya sufren de escasez de agua

- Aumento en la magnitud de las lluvias en las zonas mas húmedas del país lo cual podría aumentar la incidencia de inundaciones
- Aumento de la sedimentación debido al aumento de las inundaciones
- Aumento de la temperatura
- Disminución de la calidad del agua debido al aumento de la temperatura: disminución del oxígeno disuelto en el agua y cambios en el tasa de operación de los procesos biogeoquímicos.
- Aumento del nivel del mar: el cual produciría salinización de los cuerpos de agua.
- Aumento en la evapotranspiración debido al aumento de la temperatura, entre otros.

En la Republica Dominicana se espera que los efectos del cambio climático impacten mayormente la precipitación anual (la cual es la única fuente de alimentación del recurso), la temperatura media anual y el nivel del mar (SEMARN, 2006; Planos 2002), (Tabla 2). La disminución del agua disponible, tanto subterránea como superficial, causará impactos significativos en los mayores usuarios del agua (Agricultura, zonas urbanas y rurales, industria, medio ambiente, etc.). El problema de la disminución de la calidad y cantidad de los recursos hídricos en el país es el que mayor impacto tendrá sobre la población en general.

Se realizo un estudio del impacto del cambio climático y medidas de adaptación en la Cuenca del Rio Haina (Santo Domingo) para determinar la vulnerabilidad de esta Cuenca y como afectaría el cambio climático la provisión del recurso agua para el acueducto de la ciudad de Santo Domingo. La Cuenca del Rio Haina proporciona el recurso agua para la alrededor de 3 millones de dominicanos que residen en la ciudad de Santo Domingo. La Cuenca del Rio Haina se encuentra afectada principalmente por la baja calidad del agua debido a la sedimentación, desechos sólidos y líquidos y agroquímicos. A la existente presión que presenta la actividad humana y el manejo inadecuado de los suelos se le agregan los potenciales efectos del cambio climático, como serian los periodos de sequía y periodos de mucha precipitación. Estos factores afectarían grandemente la disponibilidad del agua así como también empeorarían la baja calidad de la misma. La cuenca del Rio Haina no es la única cuenca del país en esta situación, todas las cuencas del territorio nacional se encuentran afectadas por problemas similares y en riesgo frente a los efectos esperados del cambio climático (PANA RD, 2008).

Tabla 2. Posibles efectos del cambio climático en el recurso agua en la Republica Dominicana

Impactos del Cambio Climático	Consecuencia
Precipitación	
<ul style="list-style-type: none"> • Periodos de baja precipitación (Región Noroeste y Suroeste) 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución en la disponibilidad de agua potable • Deterioro de la calidad de agua • Épocas mas largas de sequía • Mayor incidencia de incendios forestales • Los desiertos y ecosistemas áridos pueden volverse mas extremos
<ul style="list-style-type: none"> • Periodos de lluvias mas concentradas y fuertes (Región Norte, Noreste y Sureste) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la incidencia de inundaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la evapotranspiración 	<ul style="list-style-type: none"> • En las praderas se podrían experimentar una alteración de las temporadas de cultivos
Temperatura	
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la temperatura media anual de 26.2 °C en 2010 a 29.6 °C en el 2100 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor demanda de agua • Continuará la disminución de la criósfera
Nivel del mar	
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del nivel de mar de 1 a 2 milímetros por año 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la temperatura de la superficie del Mar • Mayor evaporación • Cambio en la red alimenticia marina

Fuente: SEMARN, 2006; Planos, 2002.

3. Medidas de Adaptación

Es muy importante que las medidas de adaptación, en este caso del recurso agua, tomen en cuenta la escala que se desea analizar (ya sea, local, nacional, regional, o global), para que puedan ser eficaces y den los resultados esperados. También se debe de tomar en cuenta el impacto que el sector estudiado tiene en la sociedad, el medio ambiente, el desarrollo económico, entre otros. Esto es de vital importancia para la integración satisfactoria de los diferentes sectores del país que serían afectados por los cambios producidos en el recurso del agua (Primera Comunicación Nacional, 2003; Planos y Barros, 1999).

Las medidas de adaptación pueden ser muy complejas, costosas y están llenas de incertidumbre, lo cual puede limitar grandemente su aplicación. Por esta razón es importante presentar medidas que sean económicas, simples, y que puedan ser adaptadas con rapidez y facilidad.

El reporte de IPCC (1990), presenta una serie de medidas de adaptación al cambio climático que deben de formar parte de cualquier tipo de estrategia de manejo del recurso agua. De acuerdo al IPCC (1990) estas medidas son:

A) Medidas de tipo estructural

- ⇒ Sincronización y unificación del uso del agua bajo una estrategia nacional
- ⇒ Mejorar la medición y la vigilancia del ciclo hidrológico y el conocimiento y pronóstico científico
- ⇒ Protección de la calidad del agua
- ⇒ Prevención de las inundaciones
- ⇒ Determinación de la flexibilidad y vulnerabilidad de los sistemas actuales de abastecimiento de agua
- ⇒ Seguridad de las presas y otros criterios técnicos
- ⇒ Ordenación de los recursos naturales
- ⇒ Transferencia voluntaria de derechos de agua o mecanismos del Mercado
- ⇒ Educación, transferencia de tecnología y asistencia financiera

B) Medidas de adaptación en el suministro de agua

- ⇒ Optimizar los sistemas hidráulicos
- ⇒ Modificación de la capacidad de almacenamiento y otras medidas de ampliación

C) Medidas de adaptación en la demanda de agua

- ⇒ Ahorro de agua
- ⇒ Administración de la demanda de fijación de precios
- ⇒ Modificación de los sistemas de cultivo y labranza

D) Medida de mitigación en la demanda y calidad de agua

- ⇒ Uso mas eficiente del recurso agua

- ⇒ Mayor utilización de la energía hidroeléctrica
- ⇒ Disminución en la deforestación
- ⇒ Reforestación de bosques y cuencas
- ⇒ Tratamiento de aguas de desecho
- ⇒ Cambios en el uso de la tierra

3.1 Medidas de adaptación en la República Dominicana

Para proponer medidas específicas de adaptación y mitigación hay que tener un conocimiento profundo de la política y planes de desarrollo dentro del sector evaluado, siendo esto competencia de las autoridades nacionales. No obstante, existe un paquete de medidas aplicables en el campo de los recursos hídricos, derivadas de los resultados alcanzados en este estudio, que necesariamente deben formar parte de los planes de desarrollo del sector (Primera Comunicación Nacional, 2003) . Estas medidas son las siguientes:

1. Los índices utilizados para evaluar la disponibilidad del agua califica que este recurso natural está sometido a presiones que pueden limitar el desarrollo del país. Sin embargo, el actual grado de regulación del potencial hídrico de la nación (14%) permite afirmar que existe la posibilidad de incrementar las reservas hídricas superficiales controladas, construyendo nuevos embalses y mejorando las capacidades actuales, con acciones que protejan a las estructuras hidráulicas del asolvamiento, proceso que parece ser muy importante en las cuencas del territorio nacional, o redimensionando los embalses.
2. Teniendo en cuenta lo anterior y la capacidad que existe en las instituciones relacionadas con el uso del agua, las medidas de adaptación y mitigación deben estar dirigidas también a incrementar la eficiencia en el manejo del agua y en la protección del recurso contra la contaminación, prestando especial atención al caso del agua subterránea por la fragilidad de este recurso.
3. Cualquier incremento de la infraestructura hidráulica del país como medida de adaptación o mitigación, es recomendable que se proyecte con un amplio enfoque de desarrollo sostenible, que incluya también la preservación y protección de los sistemas ambientales.
4. En el caso de las aguas subterráneas, sería recomendable estudiar la factibilidad de inversiones para la construcción de pozos y otras obras civiles para contrarrestar el efecto de la contaminación marina.

Por otra parte, hay una serie de medidas de diseño y forma de explotación de los pozos que debieran ser evaluadas como vía para contrarrestar el impacto negativo de la explotación y de los cambios climáticos en los recursos subterráneos, principalmente en las zonas costeras del país, las cuales abarcan ~1149.14 km del territorio nacional:

- Construcción de pozos de bombeo poco profundos, únicos o en baterías,

- trincheras u otras alternativas, para suplir las extracciones en lugares no adecuados para las técnicas tradicionales.
- Cambiar bombas de pozos profundos por bombas horizontales en las franjas costeras que lo permitan, evitando el succionamiento en profundidad y la salinización de las fuentes.
 - Valorar la posibilidad de subir los impelentes en pozos de bombeo de las zonas costeras, con el objetivo de bombear en niveles superiores y con menos peligro de salinidad
 - Reubicar las fuentes (pozos) en algunas de las zonas más bajas de los acuíferos costeros, a no menos de 2-3 km. de las costas, considerando que la influencia directa del ascenso del nivel del mar pudiera llegar hasta 1.5 km. de la costa.
 - Reubicar hacia zonas más altas, en la medida que sea posible, los pozos de las zonas costeras que han presentado elevación de los niveles de salinidad, aún en

3.2 Líneas de acción para las medidas de adaptación del recurso agua

El Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático en la República Dominicana (SEMARN, 2008) presentó las siguientes líneas específicas de acción para llevar a cabo las medidas de adaptación del recurso agua frente al cambio climático.

- Fortalecimiento del Programa Nacional de recuperación y reforzamiento de cuencas: evaluar las opciones de adaptación y las estrategias de aplicación que tengan mayor potencial para mantener o potenciar la gestión integrada del agua que incluya planes y programas de explotación de agregados y reforestación.
- Formulación de una estrategia para la focalización y manejo de cuencas vulnerables.
- Definición de un Control del uso de tierras: los asentamientos humanos en las orillas de los ríos y áreas de influencia de las presas y deslizamientos deben ser reubicados.
- Promoción de las prácticas agrícolas para la efficientización del recurso hídrico.
- Promoción de las prácticas de uso sostenible del suelo.
- Desarrollo y fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana.
- Elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial considerando el desarrollo sostenible y la conservación de los ecosistemas
- Fomento y desarrollo de parcelas forestales, agroforestales, que conserven los suelos, y reduzcan la sedimentación de las obras hidráulicas.
- Desarrollo de iniciativas para eliminar la agricultura migratoria de tumba y quema de bosques en la cuenca.
- Promoción de alternativas productivas que mejoren el ambiente sin degradar los suelos.
- Formulación de proyecto para la reducción de la contaminación del agua controlando la deposición de desechos sólidos y líquidos provenientes de los poblados de la cuenca.
- Formulación de iniciativa para la eliminación de la Línea de Acción pecuaria

extensiva en los suelos de ladera y en el cauce del río.

- Promoción de iniciativas para involucrar a las instituciones públicas y privadas con incidencia local para la ejecución de un plan de manejo de cuencas.
- Fortalecimiento del programa permanente de educación ambiental para la conservación del agua extensivo a toda la población.
- Elaboración e implementación de un programa de conservación de suelos y agua que promueva el uso de obras y prácticas sencillas y eficientes para el control de la erosión.
- Desalinización de agua
- Aplicación de desechos tratados
- Mayor colaboración entre las instituciones que manejan el recurso
- Reforestación

4. Temas principales en la determinación de los flujos de inversión y financieros para hacer frente al cambio climático

4.1 Disponibilidad de datos y otras restricciones de información relevantes

Es de extrema importancia tener información confiable y precisa sobre el estado actual del recurso agua en la República Dominicana. En el país se han realizado importantes estudios sobre el recurso agua a nivel nacional y regional. Estos estudios han sido efectuados por consultores internacionales (IRG, Caribbean Country Management Unit, Planos, entre otros) e instituciones gubernamentales (Secretaría de Agricultura, Secretaría de Medio Ambiente, Oficina para el Cambio Climático, INDRHI, entre otras) generalmente en cooperación con ONGs. El país cuenta con estudios y datos sobre:

- Precipitación
- Distribución estacional de la precipitación
- Disponibilidad del agua
- Aguas superficiales y subterráneas
- Recursos hídricos potenciales
- Uso del agua para la irrigación
- Presas y embalses
- Potenciales efectos del cambio climático sobre el recurso agua
- Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero
- Medidas de mitigación y adaptación y líneas de acción para los posibles efectos del cambio climático en el sector agua

Al mismo tiempo, existen ciertas áreas donde es de vital importancia coleccionar información regularmente:

- Datos de disponibilidad y demanda de agua: Los datos de uso del agua por sectores de importancia son todos de años diferentes. El país no sabe cual es la demanda de agua por sector en un mismo año y la información que tiene es obsoleta.
- Datos sobre calidad de agua: No existen muchos datos sobre la calidad del agua en el país. Así mismo, existe muy poca información colectada y monitoreo sobre los efectos y amenazas producidos por la minería, agricultura, y desarrollo urbano a la salud, vida acuática, ecosistemas , entre otros.
- Información sobre la sedimentación: La información sobre sedimentación de presas es muy limitada. Es necesario coleccionar información regularmente sobre la velocidad y niveles de sedimentación de las presas y represas ya que afectan su capacidad de almacenamiento de agua y también contribuyen a la contaminación del agua.
- Datos sobre la salinización de los cuerpos de agua superficial y subterránea: Las aguas superficiales están siendo degradada por salinización causada por canales de riego en zonas agrícolas. Las aguas subterráneas están en riesgo de salinización por la intrusión del mar.

Esta falta de datos e información limita el desarrollo de escenarios y de medidas de adaptación y mitigación frente a los potenciales efectos del cambio climático en el país. Al problema de limitación de datos e información disponibles se le suman limitaciones institucionales:

- Falta de recursos financieros
- Falta de infraestructura apropiada para la recopilación de datos sistemática
- Escasa coordinación dentro de los departamentos y organismos gubernamentales
- Ineficiencias de los modelos de política pública institucional para manejar el recurso
- Carencia de sistemas de regulación y monitoreo
- Carencia de políticas nacionales efectivas
- Ineficiencias en la implementación de las políticas existentes actualmente
- Carencia de una política nacional comprensiva que integre los diferentes sectores (agricultura, minería, ganadería, etc.) que afectan el recurso agua

En resumen, la Republica Dominicana va a tener que invertir tiempo y recursos para poder manejar el recurso agua eficientemente en los próximos años y prepararse para los efectos del cambio climático.

4.2 Enfoque metodológico propuesto para el estudio de flujos de inversión y financieros para el sector agua

UNDP (2009) propuso una metodología para la evaluación de los flujos de inversión y financieros. La visión general de la metodología, adaptada a la Republica Dominicana, es la siguiente:

- 1) Recolectar la información y datos existentes sobre el sector agua
- 2) Identificar la información y datos que actualmente necesitamos coleccionar (ya que no se encuentran disponibles o no existen) para desarrollar el estudio.
- 3) Proyectar los costos de inversión para dos posibles escenarios futuros: 1) un escenario donde no se incorporen medidas para tratar de evitar o contrarrestar el cambio climático y 2) otro escenario que incorpore medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático.
- 3) Comparar los costos de inversión entre el escenario que no incluye medidas contra el cambio climático y el escenario de adaptación (o de mitigación) para determinar los cambios de inversión necesarios para mitigar los efectos en el sector agua (o adaptarse a los efectos).
- 4) Determinar los costos que el cambio climático potencialmente producirá sobre el sector agua (sin incluir medidas de adaptación o mitigación).
- 5) Determinar como los posibles efectos del cambio climático sobre el sector agua afectaran el desarrollo económico del país.
- 5) Desarrollar mecanismos para el mejor aprovechamiento de los flujos financieros existentes.
- 6) Determinar la coordinación y nivel de participación en este proyecto de las instituciones que actualmente tienen un rol en el manejo del recurso agua.

4.3 Construcción de escenarios y modelación y limitaciones para realizar las tareas

Los escenarios de emisión son representaciones aceptables de las futuras emisiones de gases de efecto invernadero, construidas a partir de diferentes supuestos sobre el crecimiento de la población, la economía, la eficiencia energética y las políticas relacionadas con la limitación de las emisiones.

La selección de los escenarios de emisión es un paso muy importante dentro de la construcción de escenarios climáticos, ya que del escenario de emisión escogido depende el forzamiento que reciba el sistema climático y su respuesta en cuanto a temperatura y nivel del mar.

De acuerdo con la Primera Comunicación Nacional (2003) y al estudio realizado por Planos (2002), se utilizó el método representativo para la generación de escenarios en la República Dominicana. Por lo tanto, se diseñó una combinación de escenarios de emisiones y Modelos de Circulación General (MCG) para poder incluir la mayor cantidad de riesgo posible.

Para el estudio de vulnerabilidad y adaptación se utilizó un horizonte temporal, el cual abarca cuatro plazos de tiempo, 2010, 2030, 2050 y 2100. Se usó este horizonte para poder presentar información sobre los efectos del cambio climático en el futuro cercano así como en un futuro más lejano.

Para el desarrollo de los escenarios del cambio climático, se seleccionaron 3

escenarios de emisiones diseñados con los siguientes modelos climáticos: el modelo CSRT para el escenario IS92c, el modelo ECH4 para el escenario IS92a, y el modelo HADM2 para el escenario IS92f. El IS92c es un escenario de emisiones débil, el IS92a es un escenario medio que ha sido utilizado ampliamente en los estudios de vulnerabilidad y adaptación y el IS92f es un escenario de emisiones fuerte. Para asegurarse de la credibilidad de los escenarios creados, se utilizó una línea de base climática o clima de referencia. El periodo de 1961-1991 se utilizó como clima de referencia ya que se encuentra menos afectada por el aumento de la temperatura observado actualmente por lo que la calidad de las observaciones y de los equipos de medición hacen posible la confiabilidad de las mismas.

El modelo CSRT estima un aumento en la temperatura de 0.7 °C y un aumento en la precipitación de alrededor de 4% en los próximos 100 años. Por consiguiente, se espera un leve aumento en la capacidad de evaporación general y evapotranspiración real, aunque la lluvia es suficiente para incrementar el escurrimiento total. El modelo ECH4 estima un aumento en la temperatura de 2.6 °C y una disminución en la precipitación de alrededor 10% en los próximos 100 años. Como resultado, se espera un aumento en la evaporación general y la evapotranspiración real que causaran una disminución en la disponibilidad de agua de alrededor 28%. Finalmente, el modelo HADM2 estima un aumento en la temperatura de 4.2 °C y una disminución en la precipitación de 60% en los próximos 100 años. Como resultado, se espera una disminución de 95% del volumen total de escurrimiento.

Como se menciona anteriormente en este documento, las principales limitaciones para la creación de escenarios climáticos son:

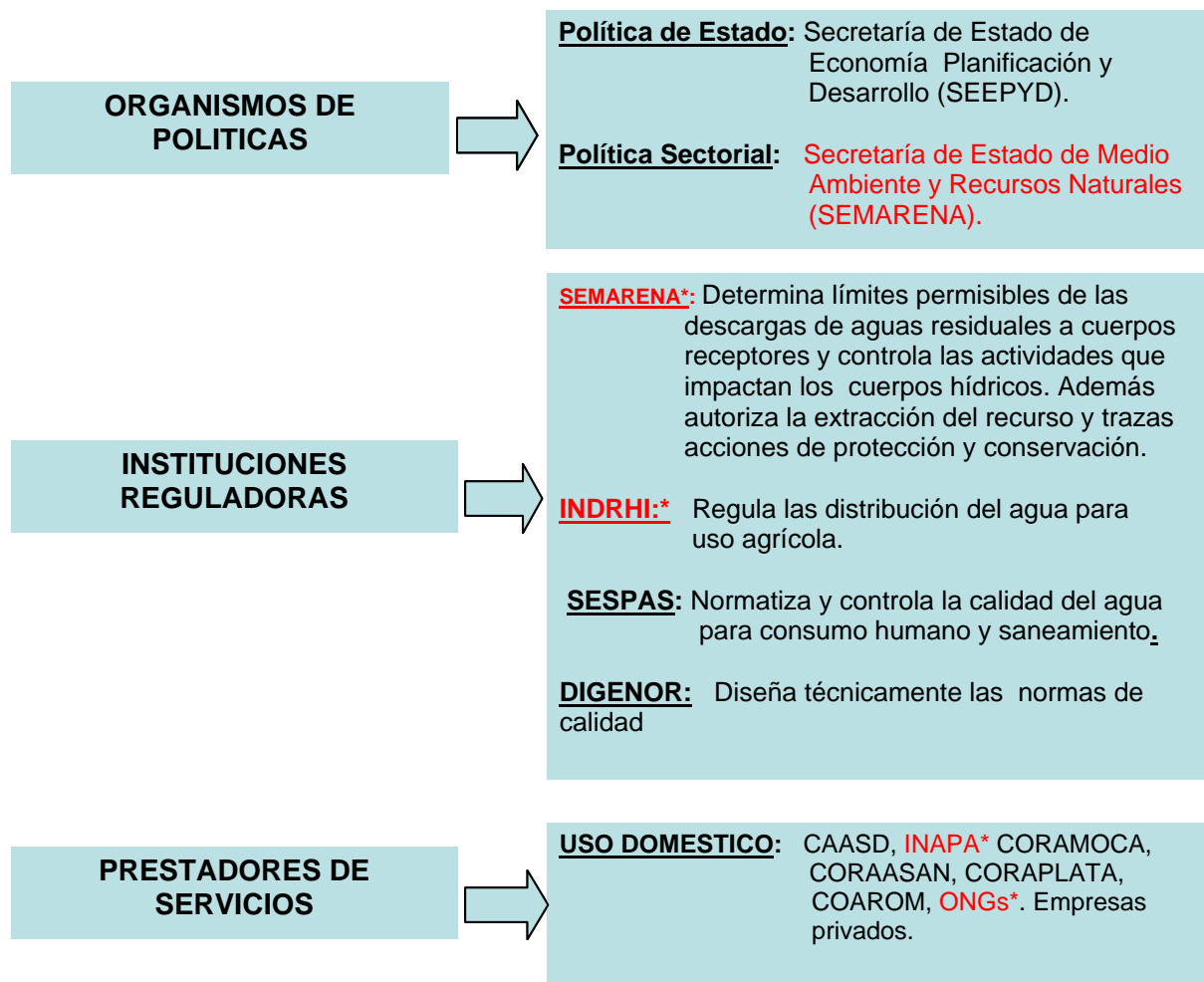
- 1) La falta de datos e información para generar los modelos y escenarios
- 2) Falta de recursos financieros para coleccionar y organizar los datos, comprar el software necesario, entre otros.
- 3) Limitación en el personal capacitado para hacer los modelos y escenarios
- 4) Limitaciones de infraestructura

5. Enfoque propuesto/recomendación para llevar a cabo la evaluación de flujos de inversión y financieros para abordar la adaptación al cambio climático en el sector del agua

5.1 Estructura institucional, coordinación de las tareas y participación de las instituciones involucradas

En la República Dominicana no existe una política comprensiva para el sector agua, por lo que diferentes actores de instituciones gubernamentales y no gubernamentales intervienen en la gestión del recurso hídrico y comparten la responsabilidad de administrarlo (Cuadro 1).

ROLES Y ACTORES



Fuente: Ramirez, 2007

* Principales instituciones

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN), promulgada con la Ley 64-00, establece las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales. La Secretaria de Estado de Medio Ambiente es la encargada del uso sostenible de los recursos naturales, donde el Estado dominicano dispondrá la incorporación de los costos ambientales y el uso de los instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración de daños al medio ambiente y para la conservación de los recursos naturales. SEMAREN consta con una Subsecretaria de Suelos y Aguas, la cual se creo con el propósito de gestionar de manera integral y sostenida los recursos suelo y agua para mejorar las condiciones y calidad de los habitantes de las cuencas hidrográficas de República Dominicana. (Primera Comunicación Nacional, 2003; SEMARN, 2007). SEMARN creo la Comisión Nacional del Agua, como persona jurídica de derecho público, patrimonio propio, la cual tiene autonomía técnica y administrativa. La Comision es la responsable por la administración, conservación y protección del

agua y encargada de la ejecución e implementación de las políticas y estrategias aprobadas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Entre las instituciones gubernamentales reguladoras del recurso agua se encuentra el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). El INDRHI esta encargado de: 1) Intervenir, con el consentimiento de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la conservación de las corrientes de agua, lagos y lagunas; en la protección de cuencas alimentadoras y en las obras de corrección torrencial; 2) Manejo de la irrigación en el país; 3) Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y alvéolos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneas. El INDRHI encabezó un programa de descentralización y asignó a las Juntas, comunidades locales, el manejo de los canales de riego. Los sistemas bajo manejo local han demostrado un nivel de recuperación de pago por uso del agua de un 60 a un 80% mientras que los sistemas bajo el manejo central del INDRHI solo han demostrado un nivel de recuperación de un 15%. El aumento en la colección del pago de las Juntas por uso del agua ha traído beneficios a las comunidades rurales donde estas operan. Por ejemplo, algunas Juntas han invertido en tecnología mas eficiente para el manejo del agua, mientras que otras ofrecen becas para estudios que desarrollen métodos mas eficientes de manejo de agua (IRG, 2001)

EL Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillados (INAPA) es una de las instituciones que provee los servicios de sanidad de aguas residuales en las comunidades rurales (INDRHI, 2009, U.S. Army Corps of Engineers, 2002).

Las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) también contribuyen en el mejor aprovechamiento y la sostenibilidad del recurso agua. ONGs proporcionan a la población nacional estudios científicos y campañas de concientización sobre la importancia del recurso agua.

En el mes de agosto el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismos de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) y SEMARN realizaron el taller para este proyecto. Se espera que en el taller, al cual asistirán representantes de todas las instituciones que intervienen en la gestión del recurso hídrico y comparten la responsabilidad de administrarlo, se determine el nivel de participación, coordinación y los roles que tendrían dichas instituciones en este proyecto en particular.

5.2 Fuentes nacionales de inversión y financiamiento para el sector agua

Las fuentes de inversión y financiamiento para el sector agua de la Republica Dominicana provienen mayormente del presupuesto nacional, ayuda bilateral o multilateral, el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y ONGs como CARE. La inversión nacional es limitada, por lo que se necesita la inversión y financiamiento externo para la elaboración de proyectos en el sector agua.

El país ha también incursionado en el uso de Pagos por Servicios Ambientales para la conservación del recurso agua.

Fondo de Pago por Servicios Ambientales Hídricos de la Cuencas Yaque del Norte. En Diciembre del 2007, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE) y la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN) firmaron un acuerdo para implementar el pago por servicios ambientales en las comunidades de la zona y trabajar de manera conjunta por la sostenibilidad y la conservación de la cuenca alta del río Yaque del Norte. La CDEEE se comprometió a pagar RD\$ 6 millones de pesos. La cuenca del río Yaque del Norte es una de las cuencas más importantes, tanto por el nivel de producción, irrigación de cultivo, como por el de consumo de agua potable y distribución de energía. Este fue el primer acuerdo en el que se estableció el pago por servicios ambientales hídricos en todo el país. Aunque el Fondo Nacional para pago y compensación por servicios ambientales tiene recursos, todavía no se ha iniciado la compensación por los servicios ambientales debido a problemas de organización, identificación de usuarios y dueños de tierra, mecanismo de pago, entre otros.

Fondo de Pago por Servicios Ambientales Hídricos de la Cuencas Yaque del Sur. Establecido mediante un acuerdo entre ente 23 actores, entre ellos Sur Futuro-SEMARENA-LasJuntas de Regantes, bajo el proyecto GEF-Sabana Yegua. Funcionará con recursos proveniente de los usuarios del agua la cuencas, y de esta forma alcanzar los compromisos asumidos en las diferentes conversiones de las Naciones Unidas: UNCCD, UNCCC. El fondo se usará en actividades relacionados a la plantaciones maderables, regeneración natural de bosque asistida, protección bosques y compensaciones por la implementación de practicas de producción limpias en el ámbito de la cuenta. Se estima que el fondo contará con US\$300.0 millones de pesos. Sector de interés protección del Suelos, Agua y Bosques. La gestora del fondo y las ejecutorías será Sur Futuro-SEMARENA

Fondo Plan Quisqueya Verde. Establecido por el Gobierno mediante el Decreto No. 226-07, con recursos proveniente del presupuesto nacional, y de esta forma alcanzar los compromisos asumidos en las UNCCD, UNCCC. El fondo se usa en actividades relacionados a la protección de los bosques, las cuencas hidrográficas, el suelos y acciones de fomento de la industria forestal sostenible. Cuenta con un aporte de RD\$58 millones de pesos anuales. La gestora del fondo y de las ejecutorías es la SEMARENA.

Se espera que en un futuro se consiga ampliar el financiamiento de los usuarios de las cuencas ya sea a través de pagos por servicios ambientales o de otros mecanismos financieros (SEMARN, 2007).

6. Referencias

- Caribbean Country Management Unit, 2004. Environmental priorities and strategic options: Country environmental analysis. 55 páginas.
- Earth trends Database, 2003. <http://earthtrends.wri.org/>
- IPCC, 1990. Climate changes. The IPCC Response Strategies. Island Prees, Washington D.C., USA
- IPCC-Technical Paper VI, 2007. Climate change and water. 243 paginas.
- IRG- International Resources Group Ltd., 2001. Dominican Republic Environmental Assessment. 80 páginas.
- INDHRI, 2009. <http://www.indrhi.gov.do/funciones.php>
- SEMARN, 2008. Plan Nacional de adaptación al cambio climático en la Republica Dominicana. Consultora: Laura Rathe. 114 páginas.
- Planos, 2002. Vulnerabilidad y Adaptación a los Cambios Climáticos en el Sector de los Recursos Hídricos de la República Dominicana
- Primera Comunicación Nacional-SEMARN, 2003. 163 páginas.
- Ramirez, O. 2007. El Sector Agua. Documento Inedito.
- Rodriguez, H., 1997b. Water and environment, the ecological industry: Challenge for the XXI century. Bulletin Codiano.
- SEMARN, 2006. Indicadores de sostenibilidad del recurso hidrico en la Republica Dominicana
- SEMARN, 2006. La Republica Dominicana y el cambio climatico. 10 páginas.
- SEMARN, 2007. <http://www.medioambiente.gov.do>
- U.S. Army Corps of Engineers, 2002. Water resource assessment of the Dominican Republic. 143 páginas.
- UNDP-United Nations Development Programme, 2009. Methodology Book for the assessment of investment and financial flows to address climate change. 59 páginas.
- World Bank Indicators, 2003. <http://web.worldbank.org>

7. Apéndice

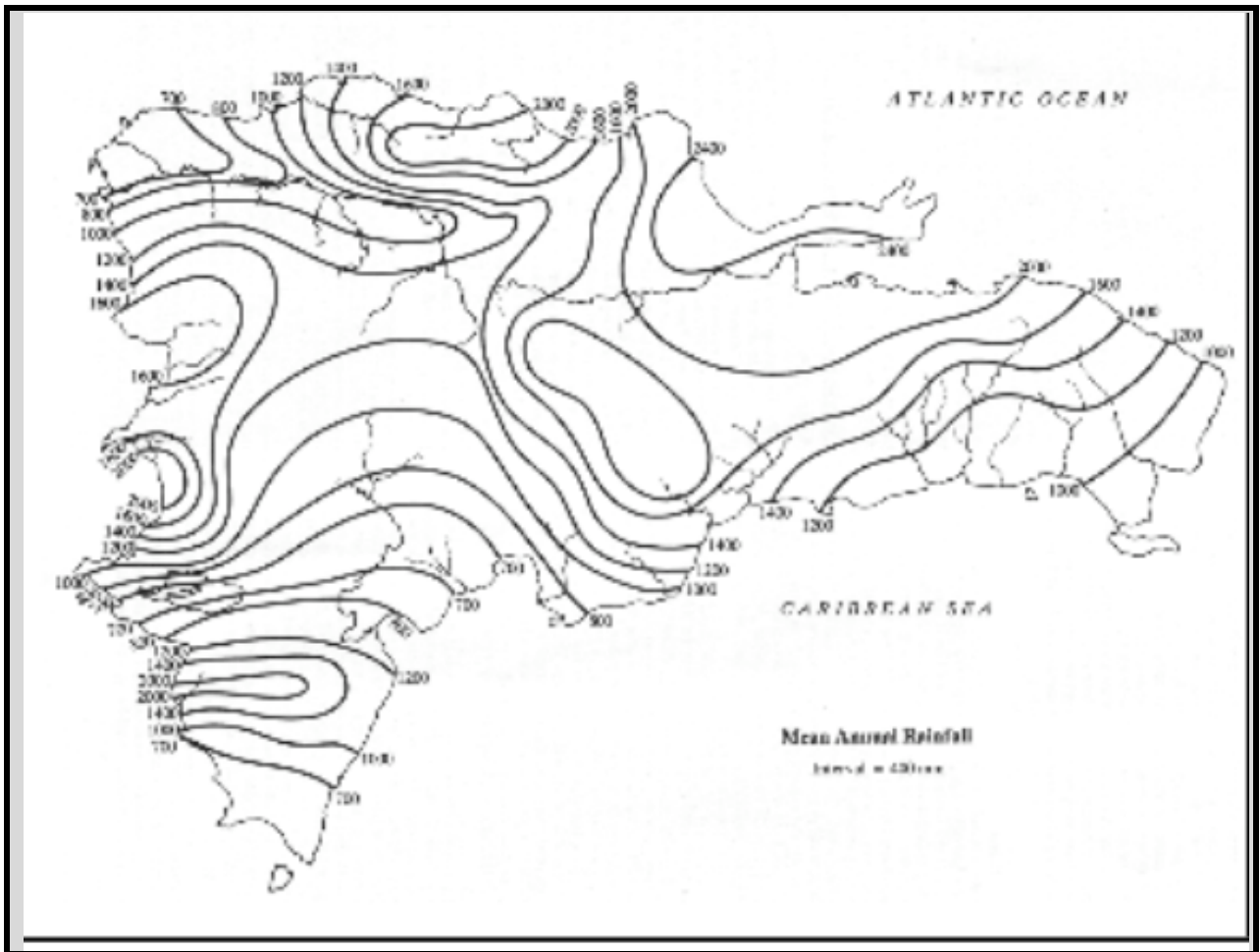


Figura 1. Variación de la precipitación media anual en la Republica Dominicana



Figura 2. Cuencas hidrograficas en Republica Dominicana



Figura 3. Sistemas de aguas subterráneas en la República Dominicana



Figura 4. Zonas de agua fresca en la Republica Dominicana