



ANÁLISIS DEL SECTOR CLAVE: AGUA (Adaptación)

Proyecto “Reforzamiento de la capacidad nacional de los países en vías de desarrollo para evaluar y desarrollar opciones de políticas, a fin de abordar el cambio climático en los distintos sectores y actividades económicas, lo que puede servir de aporte para posiciones de negociación de la Convención”

Documento de discusión para el Taller de Sensibilización sobre las Opciones de Políticas Disponibles para Empezar Acciones de Adaptación para el Sector Clave del Agua y las Posibles Repercusiones de Negociaciones Internacionales en las Políticas Nacionales del Sector.

Msc. Yelba Flores Meza
19/08/2009

I. Importancia del Sector Agua ante el Cambio Climático en Nicaragua

La historia del desarrollo económico de Nicaragua está estrechamente vinculada a la disponibilidad de agua, los indígenas practicaban la agricultura de subsistencia, la época colonial definió la inserción del país al mercado mundial en el rubro agroexportador, situación que ha prevalecido hasta nuestros días, sin tendencia de cambio. A la par de las actividades económicas crece y se establece la población que demanda agua para sus necesidades. Paralelamente las actividades industriales principalmente alimenticia, curtiembres y textiles, así como el comercio a gran escala, incrementan la demanda de agua. En la región costera del pacífico y algunos valles intramontanos de la región central, que presentan acuíferos productivos, se desarrolla la agricultura bajo riego. En algunas zonas del centro del país, por su clima templado, se cultiva café y hortalizas. La Región Atlántica con la explotación maderera, ha cedido tierras de vocación forestal a la ganadería. Las tierras agrícolas se han incrementado en más de 40% desde 1983 al 2006, con el mismo porcentaje de pérdida de Bosques. En los departamentos de Boaco y Chontales se ha venido desarrollando la industria láctea.

En los reportes del Banco Central de Nicaragua (BCN), la agricultura y ganadería registraron para el año 2004, un aporte al Producto Interno Bruto del 17.5%, de igual forma, el 68.5% del total de las exportaciones FOB, correspondió a productos agropecuarios. Para 2007, el aporte al PIB y exportaciones disminuyó al 17% y 59.2%, manteniendo sin embargo un lugar importante en la economía. La diferencia entre períodos se atribuye a la disminución de la producción por exceso de lluvias, las cuales provocaron sobre maduración de cultivos, inundaciones, arrastres, enfermedades fungosas (hongos, enfermedad pata negra, desarrollo anormal, nutrición deficiente)¹. Adicionalmente las intensas lluvias provocaron daños a los caminos, atrasando la salida de la cosecha. Las Actividades industriales aportan al PIB el 25,8% y el comercio y servicio 56,8%. Para llevar a cabo todas estas actividades económicas, se reporta un consumo de casi el 80% del total de agua de consumo en el país.

A pesar de presentar un volumen disponible per cápita de agua de $38.6 \times 1000 \text{ m}^3$ (GWP-Centroamérica, 2002), numerosos factores limitan la disponibilidad. Los acuíferos más importantes están contaminados con sustancias agroquímicas, algunas corrientes, lagos y lagunas son el destino final de efluentes mineros, domésticos e industriales. Las áreas de recarga están siendo deforestadas disminuyendo la infiltración y bajando las reservas de los acuíferos; consecuentemente, la alimentación a los ríos disminuye durante la época seca. Los suelos desnudos aumentan la capacidad de escorrentía y por lo tanto de inundación a las zonas bajas. Todo esto se refleja en reducción del volumen disponible para las actividades tanto económicas como de abastecimiento a la población.

La situación de deterioro ambiental de Nicaragua, en conjunto con las características físicas y los fenómenos de cambio climático la hacen altamente vulnerable a éstos últimos. El 50% del territorio está sobre rocas consolidadas, aflorando en tierras deforestadas, sufriendo, degradación acelerada y aumentando la inestabilidad de los terrenos. El riesgo de la población es mayor del alto porcentaje de pobreza del país (30% de los hab), que adolecen de una vivienda apropiada, la ubicación de ciudades en áreas propensas a derrumbes, deslizamientos o inundación y el desarrollo de

¹ Informe Anual de Producción Agropecuaria Ciclo Agrícola 2005/2006 y Período Pecuario 2005

² Reporte del Banco Mundial. 2001. Tomado del Informe de la Situación del Agua. GWP, 2002.

zonas agrícolas importantes en planicies de inundación o sitios de sequía recurrente. Como consecuencia, los eventos extremos aumentan el riesgo provocando pérdidas cuantiosas en todos los sectores productivos y sociales.

Una evaluación realizada por CEPAL, 2009, muestra la afectación durante el Huracán Mitch como sigue: Sector social - 27% de los daños totales en pérdidas de vivienda y vidas humanas, infraestructura - 34% en obras de captación de agua, centros de salud, carreteras, etc. y los sectores productivos - 37%; el resto corresponde al daño ambiental. Se reporta el sector agrícola, como el de mayor daño, estimándose un efecto negativo por mayores importaciones y menores exportaciones de alrededor de 98.5 millones de dólares en el bienio 1998-1999.³

El huracán afectó seriamente casi dos tercios del territorio de la Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN, en Nicaragua y según las estimaciones del gobierno había más de 198,000 personas afectadas⁴, entre aquellos que perdieron su vivienda, bienes o sus cultivos. Una afectación significativa fue la pérdida de casi el 50% del bosque Latifoliado de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Bosawás y más del 20% del bosque de Pinares derribado.

Además de los eventos extremos, la variabilidad climática afecta principalmente el sector agropecuario. Las fechas probables de siembra determinadas por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), no se han mantenido en los últimos años. De 27 años analizados entre 1972 y 1998, por la dirección de Meteorología del INETER, 11 fueron de sequías. En el período productivo 1989-90 la producción de arroz bajó en 20% y la de sorgo en 23%. En 1990-91 las pérdidas fueron en frijol alcanzando 36% y maíz con 19%. Para 1997/98 reportado como evento ENOS, las afectaciones en producción de granos básicos durante la época de primera fueron en los cultivos de sorgo millón, frijol, maíz y arroz (23, 22, 13 y 9% respectivamente). Estas pérdidas equivalen a 20.8 millones de dólares (OPSA, 1997). De 42 huracanes de variada magnitud, reportados desde 1892, 11 (26%), han ocurrido en los últimos 36 años, indicando un aumento en la frecuencia de ocurrencia. Las pérdidas por Inundación superan las de sequía. La actividad económica más afectada a consecuencia del huracán Mitch fue la Agricultura. Los principales daños en el sector se presentaron en los cultivos anuales y temporales, entre ellos los de consumo interno. Estos daños se presentaron tanto en pérdidas de producción que oscila entre el 22% y el 71%, como en pérdidas de los suelos dedicados a estos cultivos (6% de los suelos dedicados a estos cultivos).⁶

Los Reportes de MAGFOR⁷ indican pérdidas en la producción que alcanzan el 100% dependiendo de la magnitud de los eventos. Esto es cada vez más común en el sector, asociada a la variabilidad climática principalmente. Las pérdidas obedecen de manera directa a la desconfianza de los campesinos de la entrada del período lluvioso, la proliferación de plagas y pérdidas por sequía e inundación.

³ CEPAL, GTZ, 2009. Cambio climático y Desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña

⁴ Defensa Civil, EDAN Noviembre 2007, tomado de Evaluación de la Seguridad Alimentaria en las Áreas Afectadas por el Huracán Félix en la RAAN (Municipios de Puerto Cabezas, Waspán, Rosita y Bonanza). PMA, 2008

⁵ Editado a partir de: La Sequía

⁶ Nicaragua: Huracán Mitch Daños, costos, acciones de rehabilitación del Gobierno y la Cooperación Internacional

⁷ Informe Anual de Producción Agropecuaria Ciclo Agrícola, 2003/2004 y 2005/2006 y Período Pecuario 2004 y 2005

Durante eventos extremos, la población sufre por abastecimiento de agua, durante la sequía prevalece la falta de higiene o proliferación de plagas, aumentando las enfermedades diarreicas y de la piel. Durante las inundaciones los pozos se contaminan con residuos químicos, orgánicos y bacterias, la infraestructura es parcial o totalmente dañada.

Esta situación exige la implementación de medidas preventivas y permanentes tanto para la continuidad de la recuperación del recurso hídrico, como la protección ante los fenómenos naturales. Los proyectos institucionales deben tomar en cuenta la recurrencia cada vez mayor de eventos extremos y variabilidad, priorizando la gestión integral de cuencas hidrográficas. Incorporando tecnologías que aseguren la obra de captación para agua potable y el alcantarillado sanitario, adoptando nuevas prácticas en agricultura y ganadería, promoviendo los incentivos forestales, fortaleciendo el marco jurídico institucional, pero, principalmente, de una intensa campaña de sensibilización ciudadana, enfocada a la gestión de cuencas y la adaptación al cambio climático.

II. La Situación del Sector Agua en Nicaragua

El territorio Nicaragüense está dividido en 21 cuencas, 51 ríos drenan directamente hacia el Atlántico, 4 descargan al Lago Xolotlán, 12 al Lago Cocibolca, que posteriormente drena hacia el río San Juan y 12 hacia el Océano Pacífico. Se distinguen cuatro acuíferos principales en el pacífico y 21 en el atlántico, incluida las planicies bajas de los ríos.⁸ Las observaciones meteorológicas de INETER, determinan un volumen de precipitación casi constante, exceptuando los eventos extremos. Sin embargo, se observan variaciones espacio-temporales del patrón de distribución, siendo más marcadas en la región Pacífico y Central de Nicaragua. Los estudios actuales no han profundizado en el comportamiento de la precipitación debido a los cambios climáticos globales.

Tomando un período de registro de precipitación de más de más de 50 años se ha calculado el balance hídrico regional⁹. La vertiente del atlántico presenta un escurrimiento aproximado de 11035.42 millones de metros cúbicos (MMC) y una recarga de 7725.12MMC. La región del Pacífico, 1280.34MMC de escurrimiento y 1017.99MMC como recarga promedio al acuífero. En total se tiene una disponibilidad de 21,058.87MMC. Para condiciones de explotación, puede contarse con el 50% del volumen disponible, para un total de 10,529.435MMC anual. Este potencial y consecuentemente la oferta, disminuye por contaminación en las zonas de desarrollo agrícola como León-Chinandega, Nandaime, Sébaco, Valle de Estelí, Jalapa y las planicies del este de Lago Cocibolca, así como en los ríos receptores de efluentes domésticos, industriales y productos erosionados y agroquímicos de tierras aledañas.

Las sequías recurrentes relacionadas al cambio climático, han bajado el nivel de los acuíferos hasta en 2m¹⁰, lo cual disminuye el caudal base. La afectación es mayor a las comunidades que se abastecen de pozos someros o fuentes superficiales. El bombeo en los pozos de riego baja su eficiencia, traducándose a costos energéticos. Los períodos de riego aumentan. Las mediciones de niveles de INETER, reflejan que las lluvias torrenciales de poca duración, producto de la variabilidad climática, no recargan los acuíferos. La simulación de recarga para el Acuífero León-

⁸ INETER. Datos sobre la Hidrología de Nicaragua.

⁹ Estimaciones a partir del Balance Hídrico de Cuencas del Análisis de Vacío. No Publicado

¹⁰ INETER. Boletín Hidrogeológico. 2006

Chinandega¹¹, durante un período de 10 años, muestra que sin medidas de adaptación, los eventos secos, según su magnitud y recurrencia, disminuirían las reservas entre 20 y 50% del potencial actual.

Los daños por las inundaciones se reportan catastróficos. Durante el Huracán Mitch (1998), casi un millón de personas, quedó sin el servicio de abastecimiento, 79 (52% del total nacional) sistemas de agua potable y nueve de alcantarillado sanitario en todo el país reportaron pérdidas en diferentes grados. En el sector rural disperso, fueron identificadas 958 obras de aguas dañadas con una afectación de 170,000 habitantes.¹² Defensa Civil reporta que las inundaciones del huracán Félix (2007) dañaron unas 13,438 letrinas, con la consecuente contaminación de 11,519 pozos de agua potable. Es evidente que después de casi 10 años, la infraestructura rural en agua y saneamiento, permanece altamente vulnerable a eventos de inundación. Medidas de mitigación rara vez son tomadas en cuenta cuando se construyen nuevos sistemas de agua.¹³ La implementación de adaptación a las consecuencias derivadas se contempla como respuesta inmediata de satisfacción de necesidades.

Al dañarse las obras de abastecimiento, la falta de agua segura, se traduce en enfermedades gastrointestinales por falta de fuentes de agua limpia y la consecuente falta de higiene sanitaria. Datos de salud de los años 2001, 2003 y 2005 en quince departamentos de Nicaragua, muestra una clara correlación negativa entre cobertura de agua y prevalencia de enfermedades diarreicas agudas. Durante el Huracán MITCH, aumentaron a 10.000 los casos, igualando el brote estacional.¹⁴

Las inundaciones recurrentes provocan pérdidas en el sector agrícola que son reportadas como en áreas inundadas. La afectación a los pozos de abastecimiento por residuos químicos infiltrados, que disminuye la disponibilidad, no es evaluada. Las consecuencias son tanto a nivel nacional, con la disminución de ingresos, como a nivel directo en las poblaciones. Los empresarios buscan recuperar sus pérdidas aumentando los precios a los productos, la salud se ve seriamente afectada, afectando la fuerza de trabajo y aumentando gastos en medicina. En general aumenta el nivel de pobreza y la presión sobre los recursos naturales.

ENACAL, 2008, reporta que más del 30 % de la población urbana, no tiene acceso directo al agua potable, abasteciéndose directamente de manantiales o quebradas cercanas. El 65% no cuenta con alcantarillado sanitario. El abastecimiento rural es inferior al 31% (52%, según registro FISE)¹⁵. Solo el 65% de la población rural tiene cobertura de letrinas (CENSO, 2005). La deficiencia del servicio aumenta la vulnerabilidad durante eventos extremos al sufrir aislamiento por crecidas o destrucción de caminos y carreteras, desaparición de fuentes de abastecimiento o destrucción de obras hidráulicas. El porcentaje de cobertura disminuye y no es solucionado a corto plazo.

No se cuenta con un dato exacto de demanda del recurso. Algunas instituciones han estimado las necesidades por sector. En 1998 MAGFOR reportó una demanda de

¹¹ MARENA-PNUD Nicaragua. Segunda Comunicación Nacional. No Publicado

¹² Grupo Consultivo. Estocolmo. Huracán Mitch: Daños, Costos, Acciones de Rehabilitación del Gobierno y la Cooperación Internacional. 1999

¹³ WSP. Nicaragua. Acceso a Agua Potable Segura y Saneamiento Básico en Nicaragua. 2007

¹⁴ CEPIS: Agua y Desastres. Los Servicios en La Mira. 2004

¹⁵ ENACAL, 2006. ABC Sobre el Recurso Agua y su Situación en Nicaragua

agua para riego de 1330MMC, con proyección de 15 años de 5600MMC¹⁶, en un incremento de 421%. La demanda de agua para consumo humano con datos del CENSO nacional 2005, asumiendo una dotación de 70MMC anuales (NTON 09003-99¹⁷), se calcula en 300MMC.

La demanda total para los sectores abarca poco más que el 50% de la oferta total. No obstante la oferta, la distribución de los recursos, la situación de la contaminación y la disponibilidad desigual por variabilidad climática, afectan el suministro del recurso

Las cuencas nacionales presentan un alto grado de deterioro. Los efectos del cambio climático aumentan la vulnerabilidad del sector. Las lluvias intensas y de poca duración en suelos degradados, intensifican la escorrentía superficial, facilitando derrumbes, deslizamientos y flujo de detritos. El volumen de recarga al acuífero se ve afectado casi en su totalidad, situación que obliga a disponer de las reservas, más allá del uso racional del recurso. Las inundaciones recurrentes provocan la sedimentación de partículas finas, que disminuyen la capacidad de infiltración de los suelos. Las aguas estancadas contienen sustancias agroquímicas y microorganismos que contaminan los pozos someros y los acuíferos de poca profundidad y alta permeabilidad. Extensas zonas de cultivo anegadas, se vuelven improductivas a corto y mediano plazo. El ganado es arrastrado, mutilado o muerto muere en zonas de estancamiento.

Las sequías continuas disminuyen el almacenamiento de los acuíferos. Los pozos someros se secan, el bombeo de los pozos de para riego y abastecimiento es deficiente. La recarga subsuperficial y subterránea decrece y numerosos ríos, manantiales y quebradas desaparecen, dejando un alto porcentaje de la población desabastecida. El ganado sufre por falta de alimento, en muchos casos hasta la muerte. Los ganaderos con mayor posibilidad, llevan sus reses a la zona atlántica, situación que ha provocado contaminación por nitratos y avance de la frontera agropecuaria.

Los impactos negativos pueden ser minimizados implementando medidas de adaptación, las cuales han venido siendo promulgadas por muchas instituciones y organismos de manera indirecta.

III. Opciones de Adaptación Propuestas para el Sector del Agua

El país presenta de alta vulnerabilidad al cambio climático y los eventos extremos. Es obvia la importancia del agua en el desarrollo del país y la erradicación de la pobreza. En este sentido, de manera general, cada una de las instituciones involucradas en la gestión del recurso Hídrico MARENA, INETER, MAGFOR, ENACAL, INTA, entre muchas otras identifican grandes lineamientos de trabajo, que se han tratado de agrupar como sigue:

- **Ordenamiento Territorial y Gestión de Cuencas Hidrográficas.**
- **Sistemas de Monitoreo Hidrometeorológico**
- **El Inventario de los Recursos Hídricos y Establecimiento de Modelos Dinámicos de Comportamiento de los Recursos**
- **Legislación Ambiental de conservación, restauración y producción del país.**
- **Educación Ambiental.**

¹⁶ Proyecto: Regionalización Biofísica del País. Componente Riego y Drenaje. Marzo 1998

¹⁷ INAA. Norma Técnica para Abastecimiento Potable.

- **Estadísticas**

Específicamente la ONDL (Ahora Dirección General de Cambio Climático), en la Segunda Comunicación Nacional, desarrolló una serie de medidas de adaptación que fueron identificadas para sectores particulares pero que se aplican a toda la nación. Estas medidas son coherentes con diferentes propuestas institucionales, por lo tanto deben orientarse hacia la adaptación. La implementación de estas medidas minimiza las pérdidas económicas por eventos extremos y asegura el acceso al recurso. Para facilitar el flujo de inversión y financiación, se ha dividido las propuestas de adaptación en dos subsectores: Agua Potable y Saneamiento y Actividades Económicas.

a. Agua Potable y Saneamiento

i. Gestión de Cuencas

Revisión y Simplificación del Marco Legal Ambiental – *“La Institucionalidad pública y privada relacionada con el medio ambiente es muy débil en Nicaragua. A nivel del Estado existe un marco legal complejo con una gran diversidad de leyes, normas, resoluciones y decretos que dificultan la gestión ambiental”*¹⁸.

Introducción de Materia Ambiental al Currículo Escolar – La Conciencia Ambiental no se puede lograr si no se introduce en la educación formal, desde el nivel preescolar hasta la Universidad. *“La Educación es la puerta para escapar del subdesarrollo”*.¹⁹

Legalización de la Tierra - Cada una de las medidas a implementar debe asegurar su continuidad, la legalización de la tierra es primordial ya que asegura que los acuerdos y compromisos adquiridos con los dueños de finca se mantengan.

Elaboración del Mapa de Vulnerabilidad y Riesgos – Conociendo la Vulnerabilidad de las Zonas y el Riesgo de la Población, se puede alcanzar un ordenamiento óptimo del Territorio. El análisis de vulnerabilidad debe ser integral y tomar en cuenta: la oferta, demanda, calidad, acceso y distribución del agua, no solamente con enfoque de ordenamiento territorial.

Delimitación de Zonas de Recarga y Declaración de Áreas Protegidas – Es una de las principales medidas a tomar. Identificando y delimitado las zonas de recarga, así como su declaración como área protegida, se asegura la alimentación de los acuíferos y por lo tanto la disponibilidad continua.

Desarrollo del Balance Hídrico de Cuencas – Un insumo necesario que sirve de base para la planificación de la distribución en los diferentes usos del agua de acuerdo a su volumen a fin de mantener el caudal ecológico.

ii. Infraestructura

Reforzamiento de la Red HidroMeteorológica- El nivel de confianza de los datos de balance hídricos generados hasta ahora es bajo, ya que la red hidro-meteorológica es incompleta y de distribución heterogénea. De la densificación y mantenimiento de la red, depende la confiabilidad de las proyecciones del comportamiento del clima, y por ende de la disponibilidad del recurso hídrico.

¹⁸ Fondo Natura. Plan Estratégico 2015. Desarrollo Institucional.

¹⁹ Fondo Natura. Plan Estratégico 2015. Educación Ambiental

Reforestación de Zonas de Recarga – Si las zonas de recarga definidas han sufrido deforestación, es urgente su recuperación y posterior conservación, a fin de recuperar o mantener manantiales que alimentan los ríos.

Construcción de Pozos Totalmente Penetrantes – Muchas veces el abastecimiento se ve limitado por la poca profundidad de los pozos. Los pozos totalmente penetrantes permiten maximizar el potencial disponible, por lo que la disminución de los niveles durante la sequía, no afectaría la eficiencia de bombeo.

Obras Civiles de Reducción de la Vulnerabilidad en Áreas de Miniacueductos- Una vez conocida la vulnerabilidad se construyen las obras necesarias para la protección de las obras de miniacueductos rurales.

Obras de Cosecha de Agua – Esto es especialmente válido en zonas secas como los municipios del Este de León y Chinandega y los departamentos de Matagalpa, Boaco y Chontales que adolecen de falta de agua en verano. Las obras de conservación de suelos y manejo de cuencas contribuyen a mantener el flujo subsuperficial durante el verano. El almacenamiento del agua de lluvia en diferentes obras de captación, servirá como auxiliar durante las primeras etapas de recuperación de cuencas.

Sistema de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento/ Reuso de Agua – La mayoría de los Sistemas de Alcantarillado se encuentran obsoletos, provocando contaminación bacteriana al acuífero. Su modernización es de carácter urgente. En las áreas rurales, deben abolirse el sistema de letrinas y enfocarse en pequeños sistemas de tratamiento, individual y comunal, minimizando la contaminación durante eventos extremos.

i. Concientización Ambiental

Campañas de Sensibilización: Los fenómenos del cambio climático, son aún desconocidos para la población en general. A estos, solo se asocian los huracanes devastadores, principalmente. En este sentido una intensa campaña de sensibilización interinstitucional sensibilizaría a los actores, con lo que se aseguraría la participación y seguimiento en la implementación de medidas de adaptación, que aseguren el abastecimiento del recurso hídrico.

Medidas de Ahorro de Agua Potable: Existen diferentes formas de fomentar el ahorro en el consumo de agua, tanto de la población como de industrias y empresas de servicio. Esta medida es válida durante sequías. El descenso de niveles de pozos deja sin abastecimiento a los pobladores de las zonas altas, especialmente en horas de intensa utilización de agua potable. Si se optimiza la utilización del recurso, haciendo uso de sistemas de almacenamiento, minimizando el gasto de agua, todas las áreas pueden contar en tiempo y volumen necesario con el recurso.

b. Actividades Económicas

i. Agricultura y Ganadería

Sistema de Riego Eficiente-Agricultura Intensiva Ecológica – Se trata de optimizar el uso del agua delimitando el volumen al mínimo necesario por la planta para su crecimiento. De esta manera, los gastos excesivos, como los utilizados en el arroz de riego, disminuyen, así como la presión en la disponibilidad. Esta medida combinada con el uso óptimo de agroquímicos, disminuyen las concentraciones de contaminantes hacia los acuíferos.

Sensibilización a Grandes y Medianos Productores- Promover a través de ejemplos concretos de producción ecológica y beneficios indirectos, la producción orgánica y la optimización de terrenos y uso de agroquímicos. Esta medida disminuye la carga de sustancias nocivas al agua, nitrógeno, agroquímicos, sedimentos, etc. Enfatizar en la silvicultura, agrosilvicultura, disminuyendo la presión sobre las zonas de bosques.

Diversificación de Cultivos- Promover cultivos mixtos o rotación para el uso óptimo de nutrientes naturales y evitar la degradación del suelo. Esta medida permitiría recuperar suelos degradados tanto en su composición química, como en la profundidad del mismo. Teniendo impactos positivos en la recarga a los acuíferos.

Fortalecer la Capacidad de Manejo de Fincas- Apoyo Financiero e Institucional para implementación de sistemas productivos integrales, silvicultura, diversificación de cultivos, reforestación, agroforestería, control manual de la maleza. Esta medida pretende disminuir la presión sobre el avance de la frontera agrícola, conservando las áreas boscosas.

ii. Industria

Implementación de Sistemas Eficientes de Producción: Actualmente, la productividad industrial del agua es de apenas 14.34 US \$/m³ (WWAP, 2006), considerada la más baja en Centroamérica. Las Industrias en Nicaragua, poseen sus propios pozos de abastecimiento, por lo que el ahorro de agua no es una prioridad, ya que ni pagan por ella, ni sufren los problemas de la red de distribución. Esto hace que la inversión en sistemas de bajo consumo de agua en los procesos productivos no sea una prioridad. En muchos casos los pozos industriales interfieren con la zona de captación de los pozos de abastecimiento.

Plantas de Tratamiento/ Reuso de Agua – En las diferentes categorías empresariales debe implementarse medidas de ahorro y reuso de Agua. Esta medida es válida a nivel doméstico. Existen algunas empresas que ya han implementado algunas medidas las cuales podrían intercambiar experiencia con las que aún no lo han hecho.

IV. Los Temas Principales al abordar los Flujos de Inversión y de Financiación para la Adaptación al Cambio Climático en el Sector del Agua

Hasta ahora, el cambio climático ha sido abordado como un fenómeno aislado de las necesidades económicas y sociales del país. De las Instituciones Gubernamentales, solamente el MARENA e INETER, han estado encargados de la problemática, evaluando a detalle algunas zonas piloto. Los estudios para disponibilidad en los diferentes sectores económicos, no toman en cuenta ni el cambio climático, ni la variabilidad, con lo cual las proyecciones de crecimiento económico no son objetivas y los proyectos implementados no logran las metas planteadas.

La falta de preparación ante eventos extremos y variabilidad climática se ha traducido en pérdidas económicas directas e indirectas. La recuperación tanto de las tierras degradadas, como la infraestructura de abastecimiento y riego y de abastecimiento, no es una tarea de corto plazo, por lo que las consecuencias van más allá del período de los eventos. Con las estrategias globales implementadas, se ha logrado poco, en cuanto a estabilidad de sistemas meteorológicos, por lo tanto, la prioridad radica en las

opciones de adaptación del sector, tanto para agua potable, como para actividades económicas.

En los proyectos de cada una de las diferentes entidades, se identifican problemas y posibles soluciones, tanto para el abastecimiento de agua para la población, como la disponibilidad para las diferentes actividades de desarrollo económico. La revisión de las soluciones propuestas, ha evidenciado la falta de vínculo con los fenómenos del cambio climático, así como vacíos que deben ser abordados como prioridad por todos los planes de gobierno.

a. Agua Potable y Saneamiento

Se ha avanzado mucho en materia legislativa relacionada con los recursos hídricos, sin embargo, su aplicación ha sido reducida, muchas veces por ser de difícil interpretación. Así mismo, éstas no muestran el vínculo de adaptación al cambio climático. Deben revisarse las Leyes Ambiental, Forestal, y del Agua, principalmente los artículos que se aplican a las zonas de conservación, de recarga, áreas protegidas, riberas y costas, deben plasmarse de manera simplificada, establecer el vínculo a las opciones de adaptación y proveerse a las municipalidades para su rápida implementación.

La participación del Ministerio de Educación ha sido de mitigación, principalmente mediante campañas de limpieza. Para un cambio profundo, el cambio climático debe ser abordado en todos los niveles de educación, comprendiendo que este es un fenómeno irreversible en un futuro cercano, por lo tanto se debe trabajar principalmente en la adaptación. Para esto es necesario crear conciencia de los efectos del cambio climático y las necesidades de estar preparado para minimizar impactos negativos. La inclusión de la Educación Ambiental contribuye a la formación de profesionales comprometidos con la conservación de los recursos. El contenido debe ser preparado y revisado con todas las instituciones involucradas: MARENA, INETER, MAGFOR, INTA, MED.

Las Publicaciones del MARENA acerca del cambio climático y otras, deben ser revisadas por el Ministerio de Educación a fin de que se adapte la forma y el lenguaje para que pueda llegar a cada uno de los niveles de educación y población en general. El trabajo se realiza a través de campañas de sensibilización.

La legalización de la tierra, asegura la continuidad y protección de las obras de agua. Siendo dueños de las fincas, los productores puedan tomar decisiones directas, facilitando el trabajo institucional, para implementar las medidas de adaptación. Hasta el momento el catastro de las fincas se encuentra desactualizado, la gestión debe ir encaminada al trabajo conjunto entre INETER y las municipalidades para la delimitación de fincas, obtención de títulos y registro de las propiedades. Las obras estarían priorizadas en tierras legalizadas, información que deben proveer las alcaldías.

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales es el encargado del Inventario de los Recursos Hídricos a nivel nacional, así como de la delimitación de las zonas vulnerables a derrumbes, deslizamientos e inundaciones. Sin embargo su trabajo se realiza de manera regional. A nivel local, no se cuenta con una base detallada que permita definir las mejores opciones de Adaptación.

La escala de trabajo a nivel municipal es óptima para una sólida toma de decisiones. Para el abastecimiento potable, deben realizarse estudios geológicos e hidrogeológicos que permita identificar zonas de recarga local, identificando zonas de

protección de acuíferos. Este mismo estudio debe evaluar la vulnerabilidad a derrumbes y deslizamientos del área propuesta para la obra de captación y el sistema de distribución. La tarea, no es solo para los municipios que han sufrido impactos en eventos pasados, sino para todo el territorio nacional. Las zonas de recarga regionales y su estado ambiental, pueden ser definidas a partir de los estudios existentes.

Uno de los problemas principales al evaluar el potencial de agua es que no se cuenta con series de datos continuas, así como de una red hidrometeorológica distribuida de manera uniforme. Esto le añade gran incertidumbre a los datos obtenidos, tanto para la predicción de la recurrencia de eventos, como para los balances hídricos. Se debe densificar la red meteorológica, hidrogeológica e hidrológica. Es posible la instalación de pluviómetros en las municipalidades. El monitoreo de ríos y pozos es factible con un poco de entrenamiento a las Unidades Ambientales Municipales. Para esto se deben adquirir equipos de medición que en general no son costosos.

Todas las áreas de uso de agua deben contar con modelos dinámicos de evaluación de las medidas implementadas.

Las variables meteorológicas que definen el comportamiento del clima y los balances hídricos, deben evaluarse a través de herramientas de modelo. El uso de programas dinámicos permite la alimentación constante de datos nuevos y la disminución de la incertidumbre de cálculos. La distribución equitativa de los recursos hídricos, podrá hacerse de manera objetiva y confiable. Utilizar modelos de distribución de recursos para todos los usuarios.

El mapa de tipo y uso de suelo, tiene que ser actualizado. Hasta ahora se ha trabajado con datos del año 2002, por lo tanto no se conoce ni el grado de deforestación actual, ni las zonas más degradadas en cuanto a cobertura boscosa y conservación de suelo. Igualmente no permite identificar las fuentes de contaminación. Esta actividad permitirá definir las áreas prioritarias de reforestación, obras de conservación de suelos y agua. De alguna manera las alcaldías cuentan con información más actualizada que debe ser recopilada y analizada, para delimitar zonas prioritarias de intervención.

La Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados administra la mayor parte de los sistemas urbanos de acueductos y alcantarillados. El Plan de Desarrollo Institucional de ENACAL 2008-2015²⁰, contempla la descentralización del servicio en Unidades de Negocios Regionales Descentralizadas, atendiendo a las políticas de Gobierno actual de no privatización y cierre de la brecha de inequidad y en la provisión de servicios de agua potable y saneamiento a la población, promoviendo una nueva cultura del agua encaminada ya la protección uso racional y responsabilidad ciudadana.

El agua y saneamiento de la zona rural es financiada por el Fondo de Inversión Social FISE, La administración, operación y mantenimiento de estos es responsabilidad del Comité de Agua Potable (CAP), asistidos en parte por ENACAL, el FISE y las Alcaldías.

Los datos de población y la situación de abastecimiento, deben ser actualizados al menos anualmente de parte de las municipalidades, para de una manera dinámica consensuar los proyectos de abastecimiento potable, priorizando las zonas más vulnerables

²⁰ Plan de Desarrollo Institucional de ENACAL 2008-2001

Los pozos perforados deben ser totalmente penetrantes, para asegurar la continuidad en el abastecimiento. Todos los proyectos de ENACAL, FISE, municipalidades tienen que tomar esto en consideración, con miras a disponer del recurso hídrico en épocas de sequía.

El almacenamiento de agua en recipientes, pilas y embalses, debe ser promovido en las zonas bajas, lo que permitiría a los pobladores de zonas altas contar con presión suficiente en sus domicilios. Muchos pobladores tienen capacidad de adquisición, mientras que los que tienen mayores dificultades deben ser atendidos por la alcaldía y otras organizaciones con presencia local.

Algunos pobladores y gobiernos locales, implementan medidas de adaptación autónomas, las que deben ser sistematizadas y evaluadas, con el propósito de darle continuidad en el caso de ser efectivas. En zonas afines, se debe considerar la implementación o darle continuidad de las mismas.

De acuerdo a las medidas de adaptación contempladas en el documento, se establecen las opciones prioritarias y más razonables para el municipio, estableciendo diferentes escenarios de ocurrencia de eventos extremos.

b. Actividades Económicas

i. Agricultura y Ganadería

El Ministerio Agropecuario y Forestal, está encargado de la protección, desarrollo y fomento de la producción agrícola, forestal y ganadera; la conservación, reproducción y aclimatación de toda clase de animales útiles, terrestres y acuáticos.

La investigación y transferencia de tecnología, está a cargo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, su misión es generar, adaptar y transferir tecnologías agropecuarias y forestales.

La base de datos de productores con área y tipo de cultivo generalmente está incompleta y desactualizada. Esta tarea debe priorizarse para promover los sistemas de riego eficiente. Aquí se identifica el tamaño del productor, la necesidad de asistencia técnica y financiamiento.

Los sistemas de crédito no están enfocados en ayuda al productor, ni contemplan adquisición de equipos e implementos. La Banca Nacional, en conjunto con INTA y MAGFOR, debe revisar los sistemas de créditos para adquisición de equipos e implementos de riego, con miras a beneficiar, mantener o elevar el interés en los cambios del sistema.

El uso de suelo actualizado, la definición del potencial de acuerdo a las nuevas prácticas productivas y la delimitación de zonas de recarga, son informaciones que deben estar disponibles para la priorización de áreas de reforestación, prácticas silvopastoriles y declaración de áreas protegidas.

El INTA ha estado trabajando en fincas demostrativas, algunos dueños por iniciativa propia han implementado algunas prácticas silvopastoriles y agrosilvopastoriles. Se debe documentar con mucho detalle, todo el proceso implementado y los resultados obtenidos. Estos documentos sirven como referencias en la sensibilización a otros productores.

i. Industria

La Legislación nacional no establece al inversionista de forma enumerativa requisitos de desempeño, excepto en el caso del régimen de zonas francas, sin embargo, se han exigidos algunos de manera ad hoc, según sea el sector de interés; tal ha sido el caso de la industria pesquera y minera, en dónde se ha concedido licencias y permisos de explotación, sujetas al cumplimiento de requisitos adicionales en cuanto a inversión doméstica y condicionalidad en la contratación de personal, etc.²¹.

No se tienen datos exactos de uso de agua en las industrias. El MIFIC debe trabajar estas estadísticas para tener la base de exigencia la implementación de procesos eficientes en el uso del agua. La revisión del sistema jurídico, permitirá a las industrias implementar sistemas de producción eficientes. Necesariamente, el MARENA y el MIFIC, deben revisar el marco legislativo ambiental para reformar o formular nuevos requisitos industriales.

Tanto el sector doméstico como el industrial, debe identificar los sistemas de tratamiento de aguas residual. La idea es lograr calidad adecuada de descarga a los cuerpos receptores, utilización para riego u otras actividades. Los sistemas de tratamiento deben estar científicamente documentados, para lo cual deben realizarse los estudios de volumen y eficiencia de tratamiento.

V. Enfoque Propuesto/Recomendación para Llevar a cabo la Evaluación de Flujos de Inversión y de Financiación para abordar la Adaptación al Cambio Climático en el Sector del Agua

La coordinación, establecimiento de convenios, cartas de entendimiento, compromisos, etc., entre MARENA (Delegaciones), FISE, INETER, MAGFOR, INTA, ENACAL, INAFOR, las alcaldías y las organizaciones de presencia fuerte en las áreas, principalmente, representa el primer paso en la identificación de Opciones de Adaptación adecuadas y prioritarias para cada municipalidad.

El Sistema de Información Nacional Ambiental (SINIA-MARENA) debe establecer un nodo para almacenar toda la información actual y nueva, necesaria para determinar las zonas prioritarias de establecimiento de opciones de adaptación al cambio climático.

a. Agua Potable y Saneamiento

EL MARENA, debe dirigir una comisión interinstitucional para la revisión del marco legislativo y formulación de documentos simplificados, con artículos directamente relacionados a opciones de adaptación al cambio climático. Cada Institución plasma su incidencia en el cumplimiento de los artículos seleccionados. El financiamiento para la publicación puede obtenerse de porcentajes de proyectos en ejecución.

El MINED, debe dirigir lo concerniente al contenido de la materia ambiental. MARENA, MAGFOR, INETER, INTA, INAFOR y ENACAL, deben asignar un técnico que participe en la elaboración del currículo.

El INETER y ENACAL debe establecer acuerdos con las Universidades (CIRA/UNAN, UNA, UNI, UCA) para consensuar las áreas prioritarias de inversión en materia de investigación de fuentes de agua, potencial y calidad de los recursos hídricos. Las

²¹ MIFIC. Estudio Preliminar sobre la Situación de Servicios Ambientales en Nicaragua. 2003

Investigaciones pueden realizarse a través de tesis de grado y maestría. De esta forma se establecen convenio de colaboración y financiamiento entre municipalidad y universidad, lo cual disminuye los costos.

MARENA e INAFOR dirigen con la información proporcionada por el MAGFOR, MARENA e INETER, los proyectos de reforestación en áreas de recarga y la declaración de áreas protegidas. En las zonas altas de las cuencas, las estrategias deben enfocarse en protección y determinación de vulnerabilidad. Las zonas medias y algunas bajas, sirven de almacenamiento de acuíferos. Priorizar estas áreas para perforación de pozos que abastezcan varias comunidades.

La ENACAL debe establecer convenios o cartas de entendimiento con el INETER para establecer la profundidad óptima de perforación (en % de espesor de acuíferos), para nuevos pozos, o pozos actualmente proyectados.

ENACAL junto con el FISE, tiene que identificar sistemas de saneamiento comunal y estudiar su aplicación en zonas rurales. Las letrinas son siempre focos de contaminación bacteriológica.

Las Alcaldías y comités comunales definirán la necesidad y factibilidad de construcción de pilas o adquisición de tanques para almacenamiento de agua para consumo humano. En muchos casos esto puede ser autofinanciado o de financiamiento compartido entre pobladores y proyectos sociales de pequeño presupuesto.

b. Actividades Económicas

i. Agricultura y Ganadería

El MAGFOR y el INTA, deben unir esfuerzos para establecer canales de financiamiento y adquisición a bajo costos de nuevos equipos y tecnologías de riego y siembra. Estas instituciones se encargarían de sensibilizar a las instituciones financieras para la obtención de créditos blandos.

Las alcaldías deben establecer alianzas con MAGFOR, INTA e IDR para el establecimiento de la base de datos de productores. La Unidad de Gestión Ambiental puede encargarse de esta tarea.

El MAGFOR, INTA, coordina con la asociación de ganaderos, para determinar las fincas donde se implementarán las prácticas productivas integrales.

Los productores (o asociaciones) con experiencias exitosas, contempladas como medidas de adaptación, deben formar parte del equipo de evaluación de necesidades.

ii. Industria

MARENA establece convenio con MIFIC para determinar la estrategia de sensibilización a las industrias para la adopción de sistemas eficientes de uso de agua, plantas de tratamiento y reuso de agua. Un representante de la Cámara de Industrias puede formar parte del equipo.

VI. Referencias Bibliográficas

1. BCN. Memoria Anual 2008. Aspectos Macroeconómicos. 2009
2. CEPAL, GTZ, 2009. Cambio climático y Desarrollo en América Latina y el Caribe: Una Reseña.
3. CEPIS: Agua y Desastres. Los Servicios en La Mira. 2004
4. Defensa Civil, EDAN Noviembre 2007, tomado de Evaluación de la Seguridad Alimentaria en las Áreas Afectadas por el Huracán Félix en la RAAN (Municipios de Puerto Cabezas, Waspán, Rosita y Bonanza). PMA, 2008
5. ENACAL. Plan de Desarrollo Institucional de ENACAL 2008-2001
6. Fondo Natura. Plan Estratégico 2015
7. http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/index_desastres.html
8. INAA. Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua. 2000.
9. INETER. Datos sobre la Hidrología de Nicaragua.
10. INETER. Boletín Hidrogeológico. 2006
11. MAGFOR. Informe Anual de Producción Agropecuaria Ciclo Agrícola, 2003/2004 y 2005/2006 y Período Pecuario 2004 y 2005
12. MARENA-PNUD Nicaragua. Segunda Comunicación Nacional. No Editado.
13. MAGFOR. Proyecto: Nicaragua Regionalización Biofísica del País. Componente Riego y Drenaje. Marzo 1998
14. MIFIC. Estudio Preliminar sobre la Situación de Servicios Ambientales en Nicaragua. 2003
15. Grupo Consultivo. Estocolmo. Huracán Mitch: Daños, Costos, Acciones de Rehabilitación del Gobierno y la Cooperación Internacional. 1999
16. WSP. Nicaragua. Acceso a Agua Potable Segura y Saneamiento Básico en Nicaragua.2007.

VII. Lista de Acrónimos

BCN – Banco Central de Nicaragua
FISE – Fondo de Inversión Social
INETER – Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
MARENA – Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
IDR – Instituto de Desarrollo Rural
INTA – Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
INAFOR – Instituto Nacional Forestal
MAGFOR – Ministerio Agropecuario y Forestal
MED – Ministerio de Educación
UNAN – Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNA – Universidad Agraria
UNI – Universidad Nacional de Ingeniería
UCA – Universidad Centroamericana