

CAPITAL HIDRICO Y USOS DEL AGUA
NICARAGUA

Preparado por: Ing. Manuel Silvac

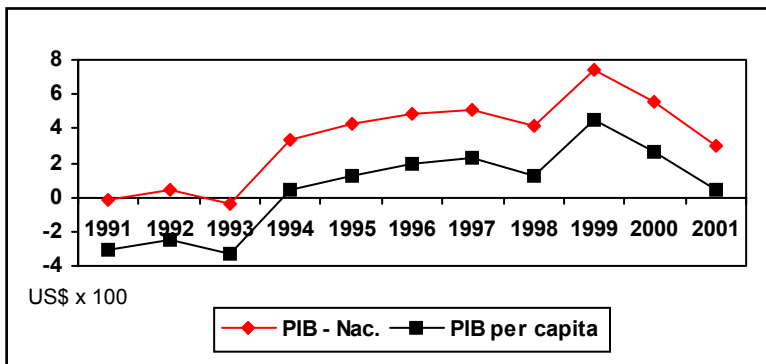
Nicaragua, Noviembre de 2002

Capital Hídrico y usos del agua en Nicaragua

Características Generales

La población nicaragüense para el año 2,001 era de aproximadamente 5,000,000 de habitantes (Banco Central de Nicaragua, BCN, 2001), con un crecimiento anual de 2.8% y una densidad poblacional de 45 habitantes/Km², sin embargo en las regiones Autónomas la densidad oscila entre 8 y 10 habitantes/ Km².

El PIB per cápita de Nicaragua para el año 2001 era de US \$350, con un crecimiento anual de 2.6%, en la figura de abajo se encuentra el desarrollo de los últimos 10 años del PIB nacional y per per, según datos del BCN (2001).



Orografía

Las elevaciones en el territorio nicaragüense oscilan entre los 0 y 2107 msnm el 63% de la superficie terrestre es plana o ligeramente ondulado y solamente el 17% alcanza alturas de 501 a más de 1500 msnm.

La hidrografía de Nicaragua está formada por dos grandes vertientes: la del Pacífico y la del Caribe. La vertiente del Caribe comprende la región Central y región Caribe que se caracteriza por poseer una geomorfología montañosa y plana hacia el Caribe. En la región central se originan los principales ríos que drenan hacia el mar Caribe. Es una vasta región que incluye la margen del Río Coco (frontera con Honduras) Hasta la margen del Río San Juan (límite con Costa Rica). En esta región llueve durante 9 meses al año.

Esta región tiene la más baja densidad poblacional por ende tiene la más baja demanda del recurso conteniendo la mayor abundancia del recurso. Los ríos que drenan en esta vertiente del caribe, son los mas largos y caudalosos de Nicaragua. El potencial de agua subterránea es bajo, siendo el potencial mayor para la navegación y para la producción de energía eléctrica (región central).

En 1970, con el proyecto Hidrometeorológico Centroamericano se agruparon las cuencas de acuerdo a la orientación de drenaje, resultando 13 cuencas que drenan hacia el Caribe y 8 hacia el Pacífico. El área que abarcan las cuencas que drenan hacia el Caribe es de 117,420.23 km². Lo que equivale al 90% del territorio y las del Pacífico, cubren un área de 12,183.6 Km² equivalente a un 10%.

Precipitación

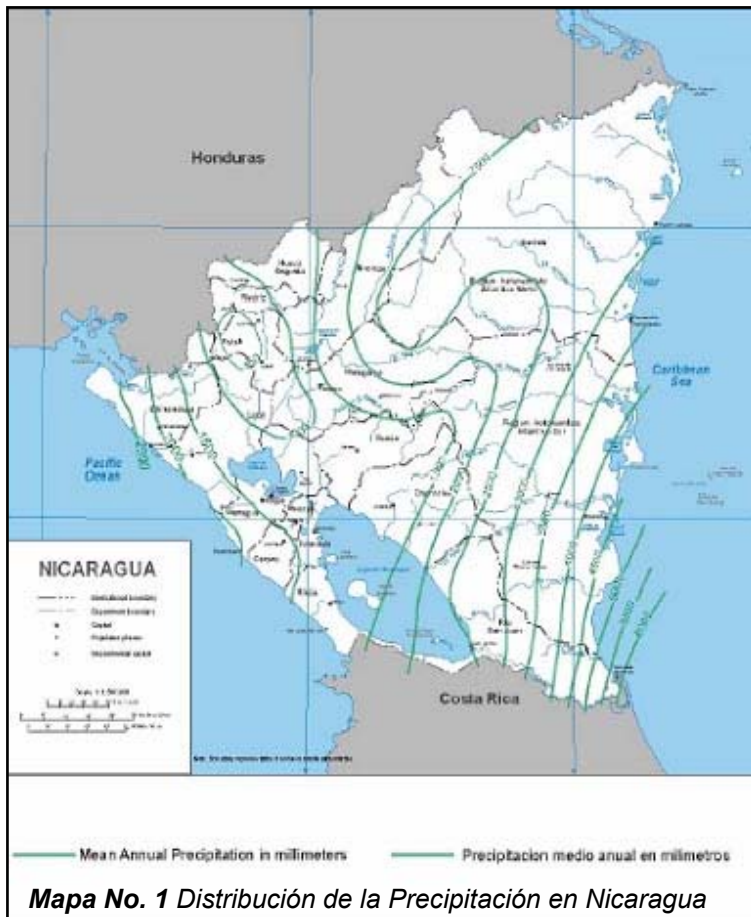
La distribución de la precipitación en Nicaragua se distribuye de forma irregular: El sector Nor – Este del país (Región Autónoma Atlántico Norte) recibe una cantidad que oscila entre 2000 y 3000 mm/año. La zona sur-este (Región autónoma atlántico sur) Recibe de

3,000 a 6,000 mm/año, a esta región corresponde al Bosque Húmedo Tropical con una estación lluviosa a nueve meses (mayo -febrero).

En la región central del país la precipitación promedio está por debajo de los 1,500 mm/anales la estación lluviosa es desde mayo a octubre. En la región de Pacifico la precipitación promedio oscila entre los 1,250 y los 2,000 mm/año (MARENA,2001).

Potencial y demanda de los recursos hídricos

Los principales sectores usuarios del recurso hídrico en Nicaragua son: riego, doméstico, hidroeléctrico, industrial, ganadería, turismo y demanda ecológica. Resultando varios valores debido a la estimación que se considera, por ejemplo; se obtiene 19.61 m³ per capita, considerando, el informe del MARENA (Marzo, 2001); 61.86 m³ per capita, considerando al Informe el MARENA (Junio 2001), y con los valores del Banco Central sobre los m³ facturados, se obtiene 38.896 m³ per capita, sin embargo este valor no incluye los caudales utilizados en el riego y la disponibilidad del recurso de las lagunas y lagos.



De acuerdo al informe del **MARENA (2001)**, sobre los efectos del cambio climático, el potencial con que cuenta Nicaragua, tanto en aguas subterráneas como superficiales se presenta el cuadro de abajo. Se presenta valores por sectores usuarios. La región del caribe posee la mayor disponibilidad y mayor demanda del recurso esto se debe a las demanda ecológica. En la región del Pacífico la situación cambia, el sector que consume más agua

es el riego, seguido del doméstico, mientras que en la región central el sector energético demanda abundantemente cantidad del recurso.

Cuadro No.1 Potencial y demanda de agua por sector usuario en millones de metros cúbicos por año (MMC /año). **MARENA, 2001**

| Regiones | Potencial MMC | | Demanda de sectores Usuarios MMC | | | | | | Demand a total MMC | Disponibilidad MMC |
|--------------|---------------|----------------|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| | Agua súper | Agua Subt. | Riego | Dom | Gana | Ind. | Ene | Eco | | |
| Pacífico | 4,023.0 | 2,868 | 977.8 | 218.0 | 29.3 | 12.0 | 0.0 | 288.0 | 1,525.1 | 6,891.0 |
| Central | 18,798.0 | 172.3 | 172.3 | 72.0 | 45.0 | 0.0 | 481.0 | 535.0 | 1,655.0 | 18,970.3 |
| Caribe | 72,194.0 | 30.0 | 30.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17,681.0 | 17,686 | 72,224.0 |
| Total | 95,015 | 30,70.0 | 1180.1 | 295 | 74.3 | 12.00 | 481.0 | 18,504 | 20,866.1 | 98,085.30 |

Dom = Domestico; Gana = Ganadería; Ind = Industria; Ene = Energía; Eco = Ecología

Aguas Superficiales

Nicaragua posee abundantes recursos de agua superficial. Sin embargo, estos recursos son altamente estacionales y su distribución es desigual. El PANIC (2001 - 2005) recoge datos de un aproximado de **135,489** y **137,448 MMC/año** de agua superficial. Sin embargo, FAO 2000, señala unos **192,690 MMC/año**. La mayor parte del volumen del agua superficial un 93% le corresponde a la vertiente Caribe y solamente un 7% a la vertiente del Pacífico.

Puesto que el caudal de los ríos varía significativamente de un año a otro, no es realista la suposición que el caudal promedio anual esté disponible para su utilización, esto sería válido aproximadamente para la mitad de los años de registro. Los registros de los caudales de los ríos más importantes son constantes en un periodo de tiempo muy corto 1971 – 1979, producto de los problemas sociales y políticos, estos fueron interrumpidos por el deterioro y destrucción de las estaciones encargadas de llevarlos a cabo. Actualmente **INETER** (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), está haciendo esfuerzos para reestablecer el sistema. Sequías recientes han impactado aun más la disponibilidad de agua superficial. Únicamente el Lago de Nicaragua es la fuente confiable durante todo el año. En el mapa No. 2 se encuentra zonificada la disponibilidad del agua superficial en Nicaragua.

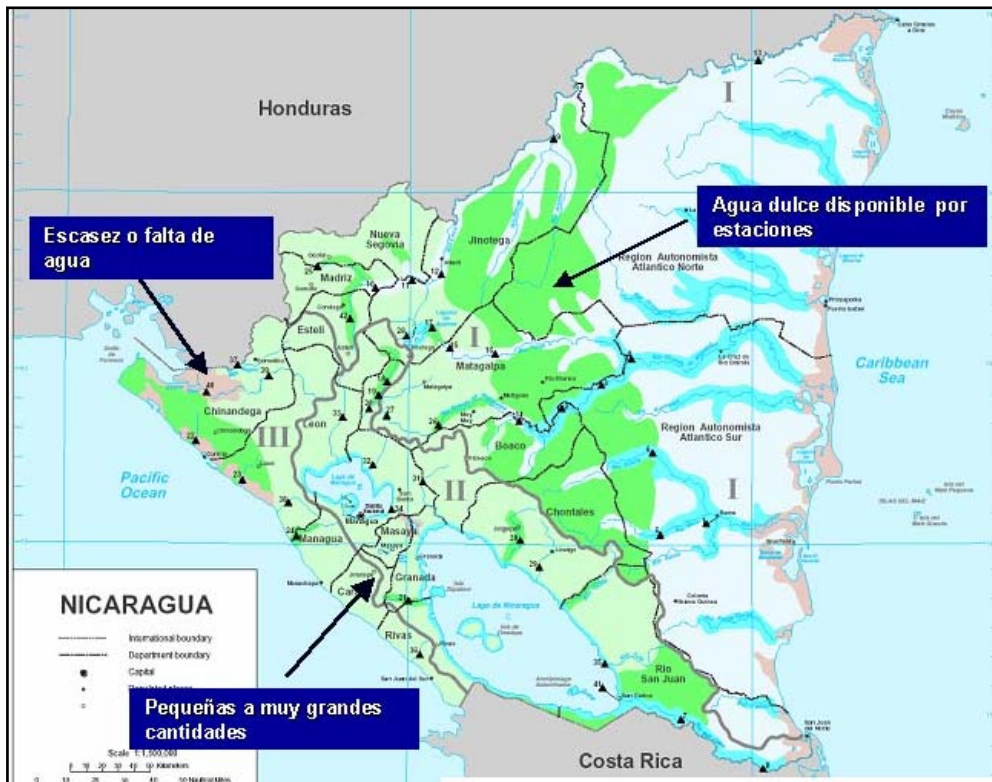
A continuación se expresan algunos valores de caudal registrados, para el periodo 1971 - 1979.

| Río | Caudal (m ³ /s) | | Caudal Promedio |
|-------------|----------------------------|--------|-----------------|
| | Mínimo | Máximo | |
| Coco | 3.75 | 798 | 48.40 |
| Tuma Grande | 1.42 | 1,305 | 19.30 |
| | -- | 535 | 6.24 |

La vertiente del Pacífico comprende la franja costera del Pacífico, la cadena volcánica de los Maribios, las sierras del sudeste y la depresión nicaragüense con sus grandes lagos.

La mayoría de los ríos son de recorridos cortos con áreas de drenaje pequeños cuyo compartimiento depende de la ocurrencia de la precipitación, la escorrentía es limitada en las cuencas pequeñas que drenan hacia los lagos y al océano por la poca precipitación, alta infiltración y alta evaporación. Los registros confiables están en el periodo de 1971-1979.

| Río | Caudal (m ³ /s) | | Caudal Promedio |
|------------|----------------------------|--------|-----------------|
| | Mínimo | Máximo | |
| Tamarindo | 0.13 | 767 | 3,34 |
| Negro | -- | 3,220 | -- |
| Villanueva | -- | 1,620 | -- |
| Brito | -- | 272 | -- |



Mapa No. 2
Ubicación de la disponibilidad de agua superficial, por región en Nicaragua.

Aguas subterráneas

La formación geológica del Pacífico, favorece a la presencia del agua subterránea, esta forma de agua constituye el recurso principal para la agricultura, la industria y el consumo doméstico.

De todos los acuíferos de Nicaragua, solamente se han estudiado a una escala adecuada los de León, Chinandega y Managua, del resto de acuíferos se tienen información limitada. En la región del Pacífico se presentan los mayores problemas en el uso de los

recursos hídricos debido a que es el área de mayor desarrollo de Nicaragua, casi todo el abastecimiento del agua potable que se dispone en la región proviene del agua subterránea. La recarga de estos acuíferos ha sido estimada por Choza (1990) en 2,200 mmc al año.

Solamente los acuíferos de León - Chinandega y las Sierras han sido estudiados a un nivel razonable de detalles. La información del resto de los acuíferos es bastante limitada, especialmente en lo que concierne a sus condiciones de recarga. En el mapa No. 3 se observan las disponibilidades, por región.



Mapa No. 3
Disponibilidad de las aguas subterráneas en el territorio nacional.

En la región central, las formaciones geológicas son desfavorables para el almacenamiento del agua subterránea, ocasionando el no aprovechamiento de manera sostenible, la profundidad de los pozos oscila entre los 200 y 300 metros. En esta región, el aprovechamiento es de los recursos hídricos superficiales para suplir las necesidades de la población.

Uso doméstico

El informe de la **ERCERP 2001**(Estrategia Reforzada de Crecimiento Económico y Reducción de la Pobreza) señala que **“La elevada tasa de crecimiento de la población de Nicaragua (2.8 por ciento) ha minado la capacidad del país para brindar servicios sociales de calidad en el área rural, donde el 77% de la población no tiene acceso al suministro de agua”**

El acelerado crecimiento de la población implica mayor presión, sobre los recursos naturales. En particular los recursos hídricos, donde las probabilidades de competencia podrían ser cada vez mayores entre el consumo humano, la irrigación y la producción de energía eléctrica.

El servicio abastece de agua potable a aproximadamente 2.5 millones de personas de acuerdo a la tasa de crecimiento de la población la demanda pasará de **250 MMC a 340 MMC** para el año 2010. Las pérdidas de aguas en los sistemas de distribución del país alcanzan en la actualidad cerca del 45% del agua producida.

ENACAL (Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados) proporciona aproximadamente el 55% de los servicios de suministro de agua en el país; la cobertura urbana es de 77% y la cobertura rural es de 31%. La población urbana con acceso a servicios de alcantarillado se ha estimado en 32%. Aproximadamente el 42% de las fuentes de suministro de agua no poseen suficiente cantidad de agua, especialmente durante la estación seca de Noviembre a Abril. Para el sector rural, el abastecimiento es por medio de pozos excavados a mano. Aproximadamente el 73% del suministro de agua proviene de fuentes subterráneas.

Acuífero de Managua

De acuerdo al estudio realizado por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y la Agencia Internacional de cooperación de Japón (JICA) en 1993, utilizando un programa de modelaje para agua subterránea determinaron que para el año 1995 existía un potencial aproximado de **535,251.3m³/día** y la demanda en ese año era de **424 mil m³/día** y para el año 2000 sería de **553 mil m³/día**. Existe en Managua más de **200,000** conexiones ilegales, estas consumen aproximadamente **40%** del agua de la ciudad. Managua depende de un sistema combinado compuesto de 83 pozos y la Laguna de Asososca que se usa principalmente como un reservorio de emergencia.

En la figura de abajo, se observa la distribución de la población nicaragüense y resulta evidente que la región del Pacífico demanda mayores recursos. La empresa estatal (**ENACAL**) no proporciona servicios a las Regiones Autónomas Norte y Sur. La baja densidad poblacional de aproximadamente 8 personas por kilómetro cuadrado en el sector rural constituye un gran problema en el suministro, haciéndolo muy costoso. De acuerdo con el censo de 1995, el 46% de la población de Nicaragua es rural.

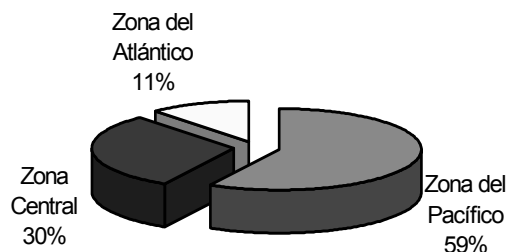


Figura No. 1 Distribución de la Población en Nicaragua,

En el informe del Banco Central de Nicaragua (BCN, 2001), sobre el consumo de agua potable facturado para los sectores domésticos, comercial, Industrial y sector gobierno

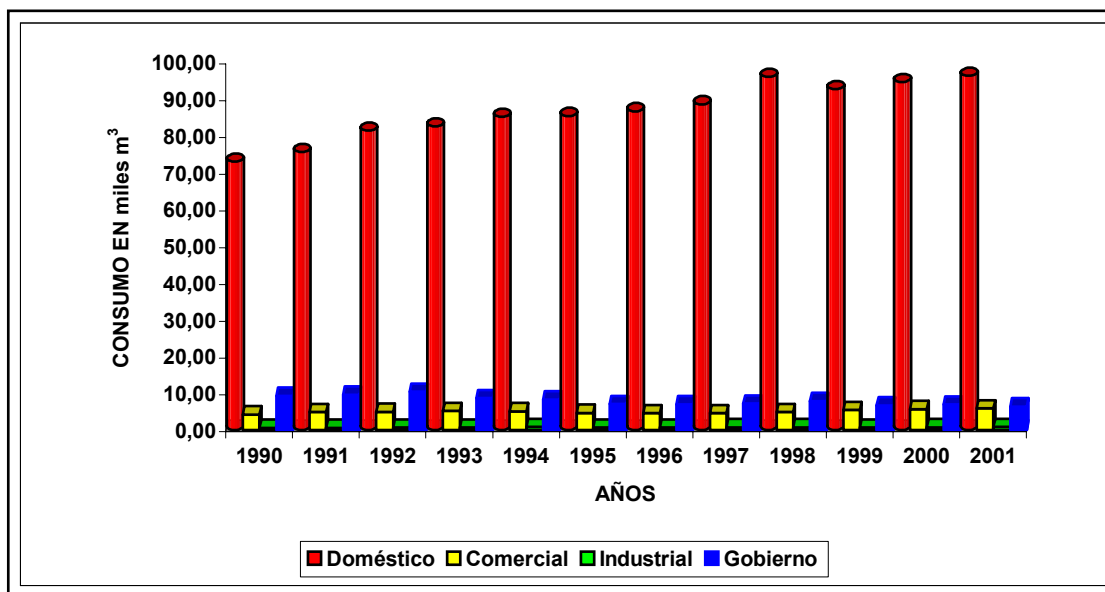
de los últimos 11 años ha venido aumentando paulatinamente. En el cuadro siguiente, se encuentran el volumen de producción bruta por año y el total consumido por los sectores señalados.

Cuadro No.2 Consumo facturado de agua de los sectores; Domésticos, Comercial, Industrial y Gobierno en Miles Metros Cúbicos (**MMC**) ($m^3 \times 10^3$.)

| AÑOS | PRODUCCIÓN BRUTA | DOMESTICO | COMERCIAL | INDUSTRIAL | GOBIERNO | TOTAL |
|------|------------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| 1990 | 167,991.9 | 72,950.3 | 4,257.9 | 593.6 | 9,317.2 | 87,119.0 |
| 1991 | 176,864.1 | 75,521.5 | 4,909.8 | 600.9 | 9,608.0 | 90,640.2 |
| 1992 | 183,807.8 | 81,314.7 | 4,957.3 | 717.6 | 10,434.7 | 97,424.3 |
| 1993 | 183,074.0 | 82,510.1 | 5,149.0 | 719.0 | 8,671.7 | 97,049.8 |
| 1994 | 177,603.0 | 85,114.0 | 5,099.1 | 808.0 | 8,297.4 | 99,318.5 |
| 1995 | 182,753.7 | 85,331.5 | 4,683.4 | 711.8 | 7,041.4 | 97,768.1 |
| 1996 | 184,760.0 | 86,665.7 | 4,631.1 | 719.9 | 6,970.0 | 98,986.7 |
| 1997 | 203,776.5 | 88,549.3 | 4,562.8 | 737.5 | 7,168.5 | 101,018.1 |
| 1998 | 207,735.5 | 95,964.1 | 4,896.5 | 776.0 | 7,864.5 | 109,501.1 |
| 1999 | 208,172.6 | 92,623.1 | 5,437.7 | 708.5 | 6,688.6 | 105,457.9 |
| 2000 | 224,022.8 | 94,557.5 | 5,694.7 | 739.8 | 6,897.2 | 107,889.2 |
| 2001 | 233,217.4 | 96,245.3 | 5,863.2 | 846.0 | 6,425.4 | 109,379.9 |

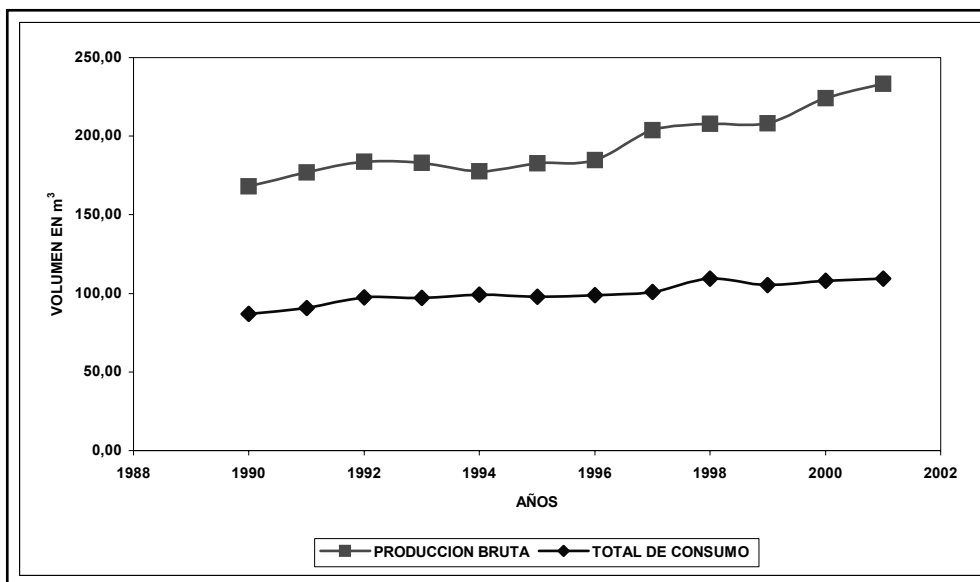
En la figura No. 2 se puede observar la relación de los diferentes usuarios (Doméstico, Comercio, Industria y Gobierno). Y en la Figura No. 3 la demanda y oferta histórica.

Figura No.2 Relación de los usuarios consumidores de agua potable, según registro facturado de agua potable. (Fuente BCN, 2001, de ENACAL, 2001).



Bajo condiciones del clima actual los recursos hídricos (superficiales y subterráneos) tienen un nivel variable de vulnerabilidad para las distintas regiones: La cual depende del régimen lluvia, condiciones fisiográficas, el efecto de la demanda y el impacto de los usuarios en la calidad del recurso.

Figura No. 3 se observa el desarrollo histórico de la demanda y de la oferta de agua potable, para Nicaragua.



Vulnerabilidad

La vulnerabilidad actual de la región del Pacífico, no se origina por la disponibilidad de la cantidad del recurso, sino por el efecto de la calidad del agua por usos domésticos y de riego, quienes son los principales fuentes de contaminación tanto por agua residuales como por agroquímicos lo que consecuentemente significa una reducción de agua disponible principalmente para uso potable.

Los cauces y lagunas y lagos que se encuentran en las proximidades de ciudades importantes (Managua, León, Chinandega, Granada, Masaya y Rivas) reciben la mayor parte de las aguas residuales de la población y la industria, en el peor de los casos sin tratamiento alguno. La dirección general de calidad ambiental (**DGCA**) de MARENA, reporta una generación de por lo menos 60 millones de metros cúbicos de aguas residuales que se descargan en el Pacífico sin tratamiento alguno.

Industria y Agricultura

Para el año de 1995 se contaba con 260 Industrias grandes 180 de ellos contenían más de 30 trabajadores y el 90% se ubicaban en el Pacífico. La industria de alimentos y bebidas es la más numerosa, solo en Managua se ubican 116 empresas. La disponibilidad de agua para irrigación en un futuro es muy grande, al lago de Nicaragua se le ha estimado un potencial para riego que anda por los 15,000 MMC/año. Actualmente las áreas regadas se aproximan a un rango que es entre 30,000 y 50,000 Ha. En la figura No. 4 se encuentran los principales cultivos que utilizan riego.

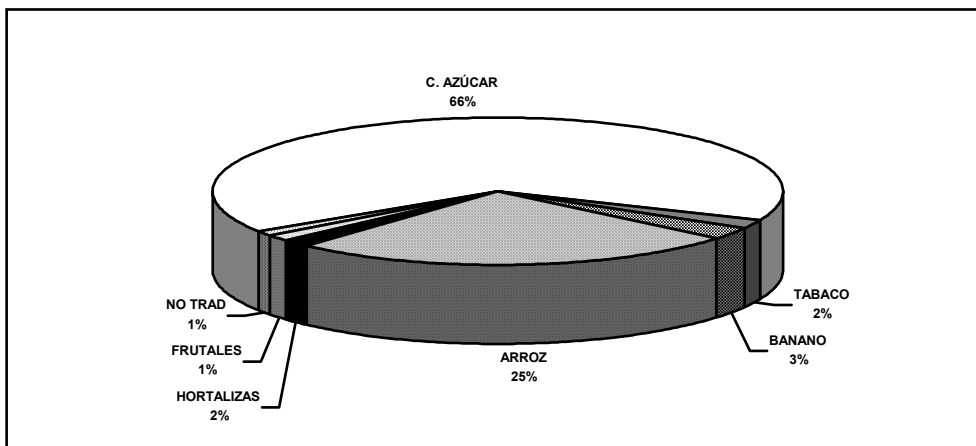


Figura No. 4
Distribución de los cultivos que utilizan Riego.

El sector agropecuario constituye el eje de la economía nacional según el informe anual del Banco Central de Nicaragua (BCN, 2001) este sector generó el 25% del PIB, el 65% de las importaciones y más del 40% de empleo en el país. En algunas áreas del país (León-Chinandega, Nandaime, Sébaco, Estelí), las demandas para fines de riego representan casi el 80 % de las demandas totales (FAO, 1995).

Ulloa (1994), estimaba en 400,000 Hectáreas aptas para el riego, de las cuales para el año 1987 existía infraestructura de riego instalada para 93,000 hectáreas (8.25%).

Las causas fundamentales del deterioro son varias, pero principalmente el aspecto económico es el principal porque no existen márgenes de rentabilidad en la actividad productiva por lo siguiente:

- 1) Falta de créditos con intereses adecuados
- 2) Costos de energía elevados.
- 3) No existe incentivos para apoyar el riego
- 4) Falta de definición en el problema de la propiedad

Hidroelectricidad

Para 1998, la energía hidroeléctrica proporcionaba el 35% de la energía eléctrica que consumía Nicaragua. La principal fuente de abastecimiento la constituye el lago de Apanas. Existe conflicto de uso para riego en el valle de Sébaco y la generación de energía de la planta de Santa Bárbara.

impacto del cambio climático

Los cambios en el sistema climático global ha recibido importancia debido a los perjuicio sobre las actividades económicas y sobre los recursos naturales, trayendo un cambio sobre la población, la riqueza producida (PIB), consumo de electricidad, agua potable, etc

Debido a esto es que se realizaron proyecciones en los escenario climáticos para valorar los impactos del cambio climático en diferentes horizontes de tiempo y para distintos sectores (Recursos Hídricos, Agricultura, Bosques, etc) en el presente informe se expone lo concerniente a recursos hídricos. Los modelos utilizados fueron el **MAGICC** (Model for

the assessment of Greenhouse gas induced climate change). Es un modelo climático unidimensional que ofrece estimaciones de los gases de efecto invernadero, temperatura media global y elevación del nivel del mar entre lo años 1990 y 2100. Y el **SCENGEN** (Scenario Generator) que combina los resultados del MAGICC y un grupo de modelos de circulación general de la atmósfera, para generar escenarios de cambio climático regional, considerando las variables climáticas de interés (ambos modelos han sido elaborados por la Universidad de East Anglia, del Reino Unido).

Los escenarios climáticos utilizados se fundamentan en los escenarios de emisiones del IPCC (Panel Intergubernamental del expertos sobre cambio climático). Los horizontes de tiempo seleccionado fueron 2010, 2030, 2050, 2070 y 2100. En el cuadro No.3 Se encuentran los datos de las proyecciones se presenta únicamente precipitaciones en % y temperatura en °C.

Cuadro No.3. Diferentes escenarios de las proyecciones para las precipitaciones y temperatura.

| HORIZONTE DE TIEMPO | Escenario | | | | | |
|--------------------------|-----------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | PESIMISTA | | MODERADO | | OPTIMISTA | |
| | PACIFICO | CARIBE | PACIFICO | CARIBE | PACIFICO | CARIBE |
| Precipitaciones % | | | | | | |
| 2010 | -8.4 | -8.2 | -7.90 | -7.70 | -7.9 | -7.7 |
| 2050 | -21.0 | -20.2 | -16.9 | -16.5 | -16.2 | -15.8 |
| 2100 | -36.6 | -35.7 | -25.3 | -24.7 | -21.0 | -20.5 |
| Temperatura °C | | | | | | |
| 2010 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.7 |
| 2050 | 2.1 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.5 |
| 2100 | 3.7 | 3.3 | 2.6 | 2.3 | 2.1 | 1.9 |

Temperatura

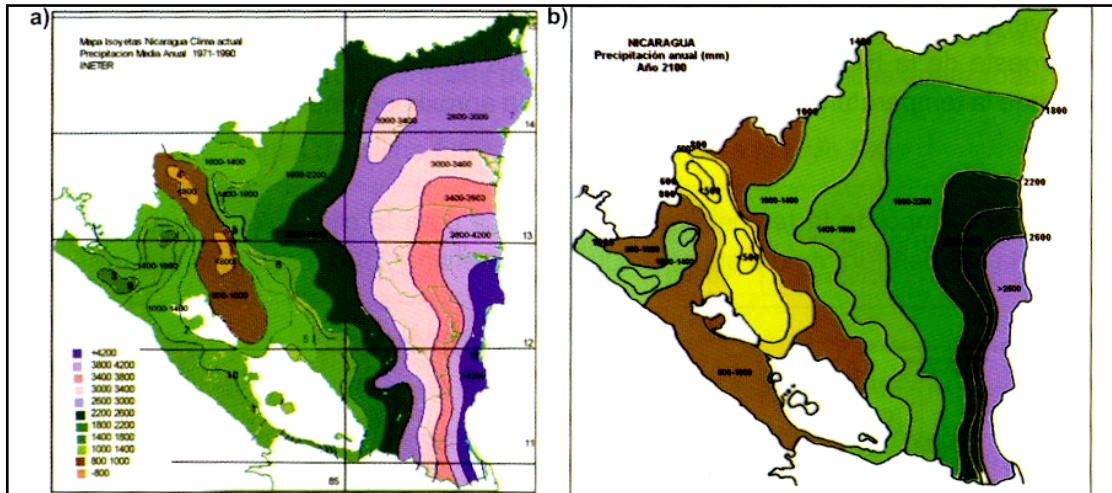
En la vertiente del Caribe, en la zona que comprende la Región Autónoma del Atlántico Norte (**RAAN**), la temperatura actual es de 26 a 27 °C cambiando de acuerdo a la simulación realizada a 29 a 30 °C, mientras que en el sector sur que comprende a la Región Autónoma del Atlántico Sur (**RAAS**), varía desde 25 a 26 °C, hasta 28 a 29 °C.

Precipitación

Por medio de la simulación se obtuvo que se producirá una reducción significativa en los totales anuales de precipitación, para el año 2100, siendo las reducciones son muy similares para ambas vertientes. Sobre la vertiente del caribe es de aproximadamente 35.7% y en el pacifico de 36.6%. Los cambios más significativos se esperan en las regiones secas, así como en la región occidental de Chinandega y León siendo estas zonas con el mayor potencial de riego, estas zonas se reciben menos de 500 mm/año, lo que tendría repercusiones importantes para las actividades productivas que se desarrollan en la zona.

En figura No.5 Se observa la variación de la precipitación de acuerdo a los resultados de la simulación.

Figura No.5 a) Precipitación media anual actual b) Precipitación media anual simulada para el año 2100 (escenario pesimista).



Aguas superficiales

En el plan ambiental de Nicaragua, 2001-2005 (MARENA,2001) expresa en la parte concerniente al agua que Nicaragua dispone de un promedio aproximado de **309,284 MMC**. Donde la escorrentía superficial nacional se ha estimado entre **4,290** y **5,500 m³/seg**. Lo que equivale a **135,489** y **137,448 MMC/año**.

Ante la deficiencia de información hidrométrica en gran parte de las cuencas hidrográficas, se ha limitado a determinar la evaluación con mayor potencial económico, en este sentido las cuencas donde se ubican las estaciones hidroeléctricas y estas se ubican en la región central del país.

En el cuadro de abajo se encuentran los valores de la escorrentía bajo los efectos de la simulación en cuanto al cambio climático, estos valores fueron realizados con el modelo CLIRUM3 donde la escorrentía es en milímetro por día (mm / día). Observando los valores obtenidos se determina que se afectaran a las plantas generadoras de energía.

Cuadro No. 4 Resultados obtenidos de la simulación de la escorrentía diaria (mm/día).

| AÑO | PESIMISTA | MODERADO | OPTIMISTA |
|---------------|-----------|----------|-----------|
| Río Coco | | | |
| 2030 | 313 | 331 | 331 |
| 2050 | 259 | 293 | 299 |
| 2100 | 156 | 227 | 260 |
| Río Tamarindo | | | |
| 2030 | 488 | 506 | 507 |
| 2050 | 434 | 467 | 473 |
| 2100 | 309 | 397 | 433 |
| Río Viejo | | | |
| 2030 | 155 | 174 | 396 |
| 2050 | 128 | 145 | 338 |
| 2100 | 99 | 113 | 128 |
| Río Paiwas | | | |
| 2030 | 584 | 606 | 07 |
| 2050 | 516 | 559 | 565 |
| 2100 | 372 | 474 | 515 |

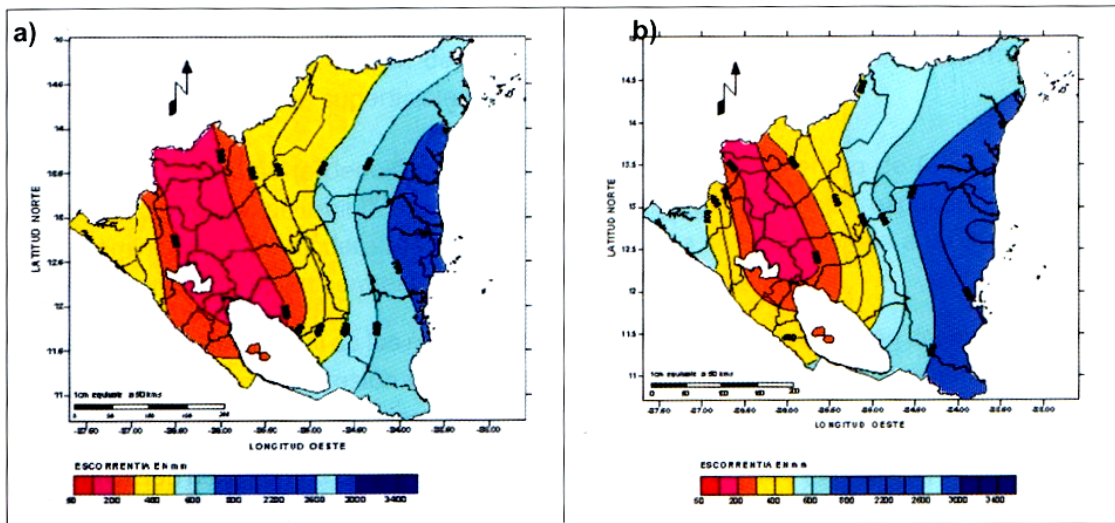


Figura No. 6 Resultados de la modelación, bajo un escenario moderado para los años 2030 y 2100.

Aguas subterráneas

Para la simulación para las aguas subterráneas se utilizó el modelo numérico visual MODFLOW, el acuífero modelo fue el de Chinandega - León. Los valores de recarga utilizados en el análisis de sensibilidad oscilaron entre 0.001 a 0.0026 m/día para los planos horizontales y para el plano vertical de 0.05 a 2 m/día.

Se realizó el balance hídrico del sistema de agua subterránea en m³/día obteniéndose que el sistema de agua subterráneas abastece principalmente por recarga directa procedente de la precipitación (95%) y en forma secundaria por precolación en el lecho de los ríos (5% del total).

El acuífero se descarga mediante los ríos como flujo base en un 75%, por extracción de los pozos en un 23.6% y el resto descarga directamente al mar, así mismo, el bombeo actual no produce aun, efecto de entrada de agua salina procedente del mar. El balance dio como resultado, que el potencial de agua subterránea es de **441MMC/año** (resultado que no coincide con el del cuadro No.3 De potencial y demanda).

Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos

La estimación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos, se realizó a partir de la estimación del índice de escasez de dichos recursos, el cual se adaptó para las condiciones de Nicaragua; definiéndose como la relación de la demanda de agua, entre la oferta determinada por el potencial de las aguas superficiales y subterráneas.

A este potencial se le aplicó una reducción de volumen definido por el deterioro de la calidad del agua, estimándose en un 30, 20 y 10 % para la región Pacífico, Central y Caribe, respectivamente. En el cuadro de abajo se encuentran los diversos índices de escasez como indicadores de la vulnerabilidad y en la figura No. 7 se encuentra la proyección después de la simulación.

Cuadro No.5 Estimación del índice de escasez para la vulnerabilidad actual en MMC/año. (MARENA, 2001)

| Región | Potencial P | Demanda D | Deterioro del potencial DP en % | Oferta neta ON P-DP | Índice de escasez IE IE=(D/ON/X100) | Categoría de vulnerabilidad |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Pacífico | 6,891.0 | 1,237 | 30 | 4,823.70 | 25.60 | Alta |
| Central | 18,970.30 | 1,120.00 | 20 | 15,176.20 | 7.30. | Moderada |
| Atlántico | 72,224.00 | 5.00 | 10 | 65,000 | 0.76 | baja |

Figura No. 6. Proyección de la vulnerabilidad de los recursos hídricos en Nicaragua.

