

# 2010

## ANÁLISIS METEOROLÓGICO DE LAS REGIONES NORTE Y AUTÓNOMAS DEL ATLÁNTICO NORTE



RÍO MACUELIZO



### PROYECTO

*“REDUCIENDO LA VULNERABILIDAD DE LAS COMUNIDADES ANTE LOS EFECTOS RELACIONADOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA NORTE DE NICARAGUA”*

CRUZ ROJA NICARAGÜENSE-CRUZ ROJA  
HOLANDESA y UNIÓN EUROPEA

17/09/2010



# **ANÁLISIS METEOROLÓGICO DE LAS REGIONES NORTE Y AUTÓNOMAS DEL ATLÁNTICO NORTE**

## **INTRODUCCIÓN**

La variabilidad interanual de las precipitaciones está ocasionada por la presencia de frecuentes eventos secos y húmedos. Las consecuencias de estas situaciones extremas impactan sobre el desarrollo social, económico y ambiental del territorio nacional.

La sequía es un fenómeno recurrente en el clima de Nicaragua; ella puede ocurrir tanto en las región Norte, como en la región Pacífico durante cualquier época del año. Su aparición, más silenciosa y lenta que la de las inundaciones, produce, severos impactos socioeconómicos, particularmente en la zona agrícolas de nuestro país donde el carácter benigno del clima propicia que las actividades humanas sean altamente dependientes del mismo.

Por lo que, el proyecto Reducción de la vulnerabilidad de las comunidades ante los efectos relacionados con el cambio climático en la zona norte de Nicaragua, llevó a cabo el análisis meteorológico de la sequía y la tendencia de la precipitación y la temperatura en las Regiones Norte y Autónoma del Atlántico Norte.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Caracterizar el clima en las regiones Norte y Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) a través del análisis de las variables meteorológicas, que permitan detectar la tendencia de la precipitación y la temperatura en las regiones propuestas.

## **ALCANCES DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO**

Analizar en forma mensual el comportamiento histórico de las precipitaciones y las temperaturas en las regiones Norte y la RAAN.

Determinar la tendencia de la precipitación y la temperatura en las regiones Norte y la RAAN.

Determinar la intensidad y frecuencia de la sequía en la región Norte.

## METODOLOGÍA

En la metodología utilizada para el análisis meteorológico, se consideraron los procedimientos y criterios, establecidos para este fin por el INETER y por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La base de datos utilizada se obtuvo de la información climática de 27 estaciones Meteorológicas (**Cuadro 1, mapa 1**). Estas estaciones fueron elegidas por ser permanentes con períodos concurrentes y ubicación representativa de los municipios y región en estudio. Dadas las variaciones topográficas, en los municipios analizados estas estaciones representan una red adecuada para el análisis meteorológico. Además estas estaciones cumplen los criterios técnicos de instalación de una estación meteorológica que la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha establecido.



Estación  
Meteorológica de  
Ocotlán.

Previo a cualquier manipulación de los datos, se realizó un control de la calidad de las variables climáticas consideradas. A las series climáticas seleccionadas le fueron aplicadas pruebas de consistencia, homogeneidad, chequeo de valores atípicos y relleno de datos faltantes.

Con la información homogenizada se elaboraron los cuadros resúmenes de cada variable meteorológica, con las cuales se hicieron los gráficos respectivos y los cálculos de los índices climáticos para determinar la intensidad y frecuencia de las precipitaciones máximas, la sequía y la tendencia de la precipitación anual, por medio del Índice de Precipitación Estandarizados (**IPE**) a escala de tiempo trimestral y anual.

El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) fue desarrollado por McKee (1993) para detectar la intensidad de la sequía, si bien existen diferentes indicadores para cuantificar la sequía, el IPE es uno de los más sencillos, pues requiere solamente datos de precipitación. El cálculo del IPE se hace en dos etapas, en la primera los datos se ajusta una distribución teórica, en nuestro caso a la Gamma de dos parámetros, en la segunda etapa los parámetros de la distribución ajustada se utilizan para convertir la

serie de precipitación en una distribución normal estandarizada, con media **0** y desviación estándar **1**, en cuya abscisa se encuentra el IPE.

Para detectar la tendencia de la precipitación y la temperatura media anual se utilizó el método de los mínimos cuadrados, que es una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares (o ternas, etc), se intenta encontrar la función que mejor se aproxime a los datos (un "mejor ajuste"), de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

## **RESULTADOS: REGIÓN NORTE**

### **CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**

La clasificación climática de los municipios se realizó con el método de Koppen Modificado, obteniéndose que el tipo de **Clima Seco (BS<sub>1</sub>)** se presenta en los municipios de Telpaneca y Somoto, caracterizándose por presentar una estación muy seca (noviembre – abril), con temperaturas medias que oscilan de 22°C a 27°C, con precipitaciones anuales de 600 mm a 800 mm.

**Clima Caliente y Sub-Húmedo con Lluvia en Verano; AW (AWo, AW1, AW2)**, este clima predomina en los municipios de Ocotal, Estelí, Santa María y Macuelizo. Se caracteriza por presentar una estación seca (noviembre – abril) y otra lluviosa (mayo – octubre). La precipitación varía desde un mínimo de 800 mm, hasta un máximo de 1,200 mm. La temperatura media mensual registra valores desde 26°C en los valles intramontanos a 21°C en sector de Estelí.

### **PRECIPITACIÓN**

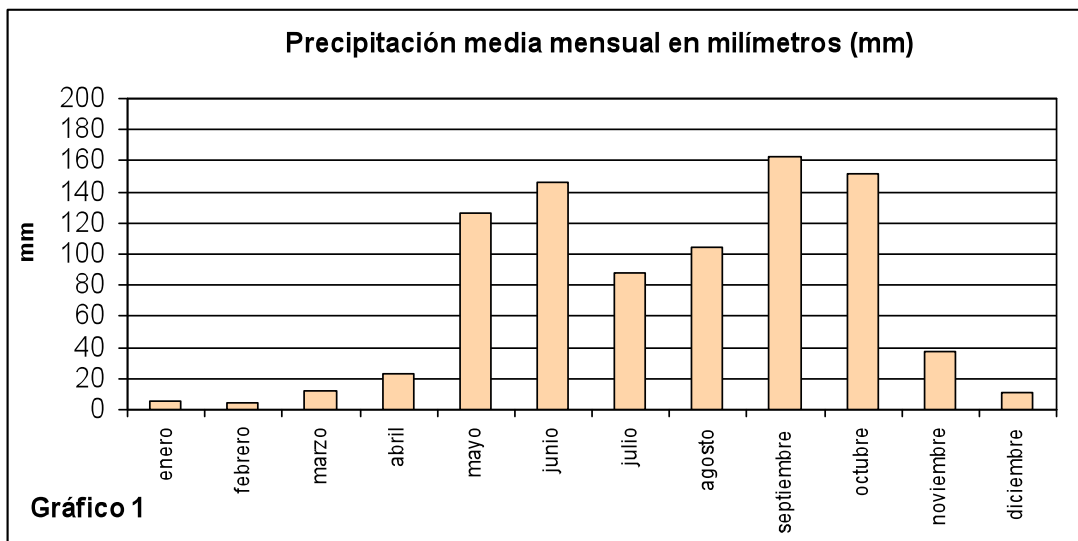
Para la determinación del régimen de precipitación en Santa María, Macuelizo, Somoto, Ocotal y Estelí, se utilizaron los resultados del **Cuadro 2**, que presenta un resumen de la información mensual y anual de la precipitación en milímetros (mm) de cada municipio analizados. De acuerdo al cuadro la precipitación media anual es de 872 mm.

Este cuadro, muestra que la precipitación mensual, esta dividida en dos períodos, uno lluvioso que abarca los meses de mayo a octubre, donde se acumula en promedio 777 mm, este periodo inicia en mayo con 126 mm de precipitación y finaliza en octubre con 151mm; los meses más lluvioso son septiembre y octubre, en los cuales se registraron valores promedios de 162 mm y 151 mm, respectivamente y otro seco que va de noviembre hasta abril, donde se acumula en promedio 95 mm.

El inicio del período lluvioso ocurre, cuando la precipitación mensual logra superar el 14 % de la precipitación media anual, esto típicamente ocurre entre mayo y junio.

El 89% de la precipitación media anual se acumula en el periodo lluvioso; a su vez este se divide en dos subperiodo, el primero que abarca los meses de mayo a julio y el segundo que engloba los meses de agosto a octubre, en estas dos etapas se acumularon precipitaciones promedios de 359 mm y 418 mm, representando porcentajes de 41% y 48%, respectivamente. El periodo seco representa el 11% de la precipitación que se acumula anualmente.

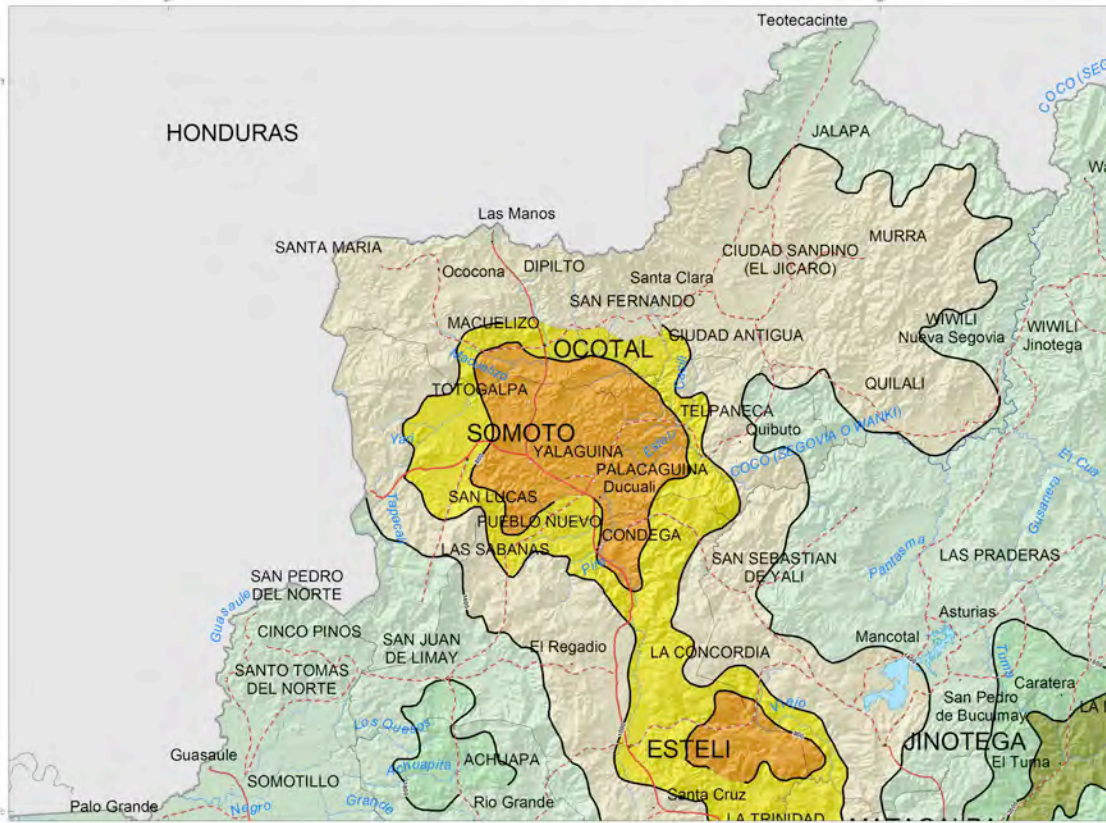
En el **Gráfico 1**, se aprecia el comportamiento mensual de las precipitaciones en los municipios considerados. En ella, se observa que durante los meses de julio y agosto, ocurrieron descensos muy marcado en los acumulados de lluvia respecto a los restantes meses, este comportamiento se debe al retiro o debilitamiento de los sistemas meteorológico productores de lluvia.



Una de las causas de esta reducción de las lluvias se debe al fortalecimiento de los Alisios (vientos del Noreste/Este) que provoca el retiro hacia el sur de la Zona de Convergencia Intertropical en esos meses y que da paso al fenómeno meteorológico, conocido popularmente como La Canícula, la que anualmente se presenta entre el 15 de julio y la primera quincena de agosto.

Aunque la precipitación media anual de los municipios es de 872 mm, en la parte de Macuelizo y Santa María se han registrado promedios anuales de 1,005 mm y 1,097 mm, respectivamente; mientras que en los municipios de Ocotol, Somoto y Estelí, estos acumulados anuales oscilaron entre los 855 mm y 894 mm, estos resultados son consistente con los valores de las isoyetas que se observan en el mapa adjunto.

MAPA DE NICARAGUA  
PRECIPITACION MEDIA ANUAL



LEYENDA

SIMBOLOGIA GENERAL

- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CABECERA DEPARTAMENTAL
- CABECERA MUNICIPAL
- Pobladors
- Límites Internacionales
- Límites Departamentales
- Costas
- Carretera Panamericana
- Carretera Pavimentada
- Carretera de todo tiempo

PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm/año)

- < 800
- 800 - 1000
- 1000 - 1400
- 1400 - 1800
- 1800 - 2000
- 2000 - 2500
- 2500 - 3000
- 3000 - 3500
- 3500 - 4000
- 4000 - 4500
- 4500 - 5000
- > 5000

### Efectos del fenómeno El Niño y La Niña en las precipitaciones

Es importante acotar que cuando las temperatura superficial de las regiones niño del océano Pacífico en un lapso de tres meses superan la anomalía positivas de  $+0.5^{\circ}\text{C}$ , se establece un evento cálido (El Niño), si las anomalía negativa son inferiores a  $-0.5^{\circ}\text{C}$  se manifiesta un evento frío (La Niña) y si las temperaturas oscilan entre  $-0.5^{\circ}\text{C}$  y  $+0.5^{\circ}\text{C}$  el evento se clasifica como Neutro.

Los resultados del **Cuadro 3**, muestran que en estos municipios, el primer subperiodo lluvioso, registró una probabilidad del 44% de que se presenten condiciones secas con un evento Neutro, 30% con el fenómeno El Niño y 26% con el evento La Niña. En promedio las precipitaciones de estos periodos secos disminuye  $-30.0\%$  de su norma histórica (359 mm).

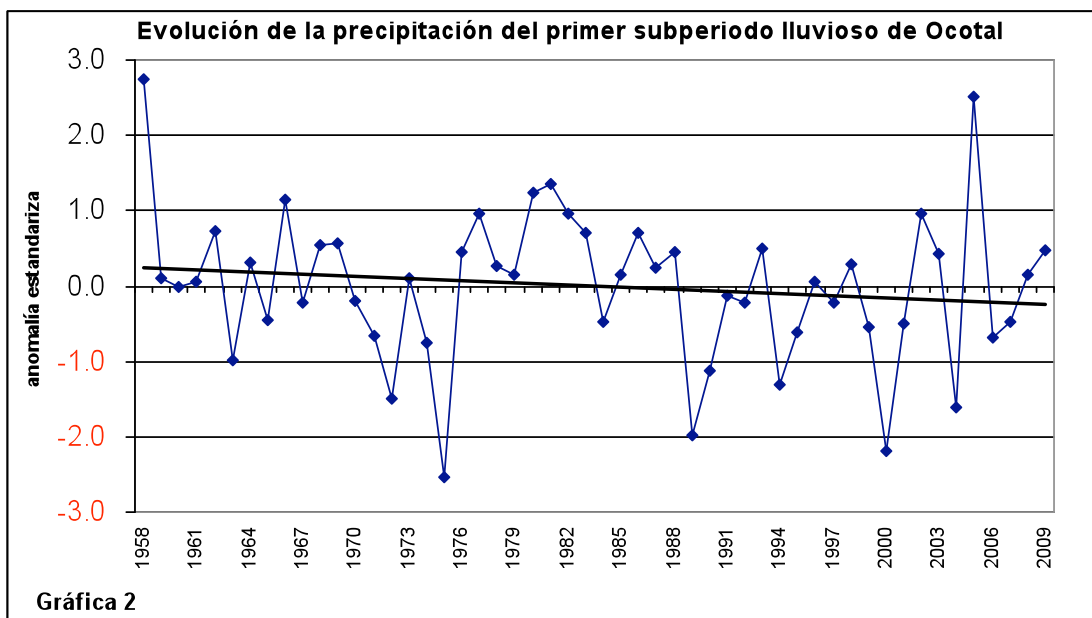
Del mismo cuadro, se deriva que en estos municipios, las precipitaciones del segundo subperiodo lluvioso, mostraron probabilidades del 68% de que se registran condiciones secas con el evento El Niño, 26% bajo condiciones Neutras y 6% con el fenómeno La Niña. En promedio las precipitaciones de estos periodos secos se reducen -34 % de su norma histórica (417mm).

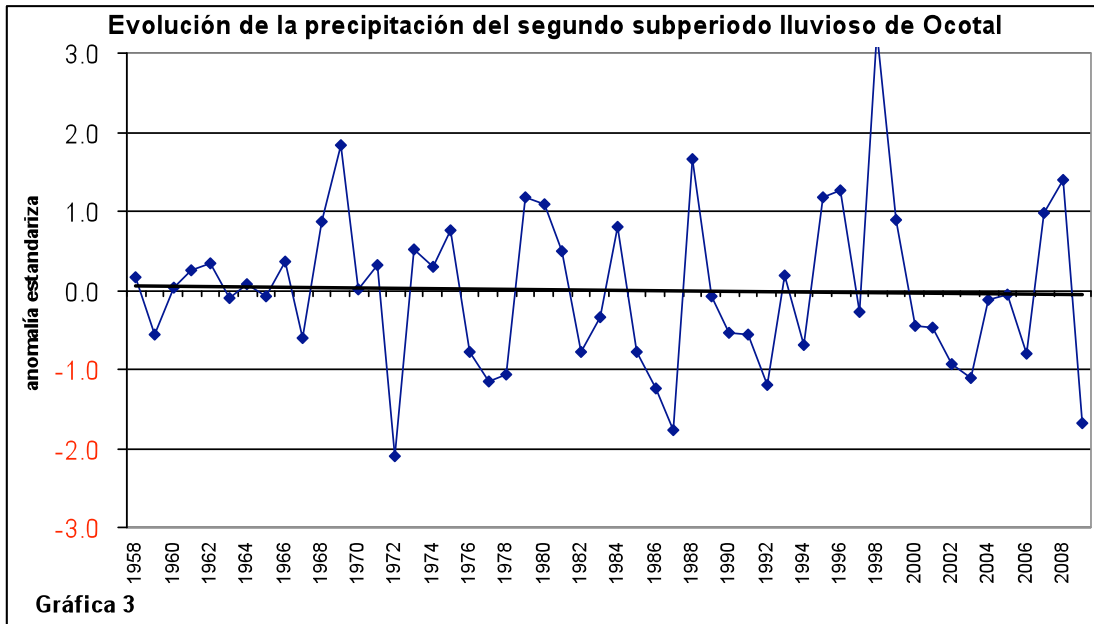
### Tendencia de la precipitación

Se analizó para el primer y segundo subperiodo lluvioso, la evolución de la precipitación registrada en Condega, Somoto, Telpaneca, Macuelizo y Ocotal desde 1952 hasta el 2009, con la finalidad de detectar la tendencia observada, dada que estas pueden tener una incidencia en la categorización de la magnitud de los periodos secos.

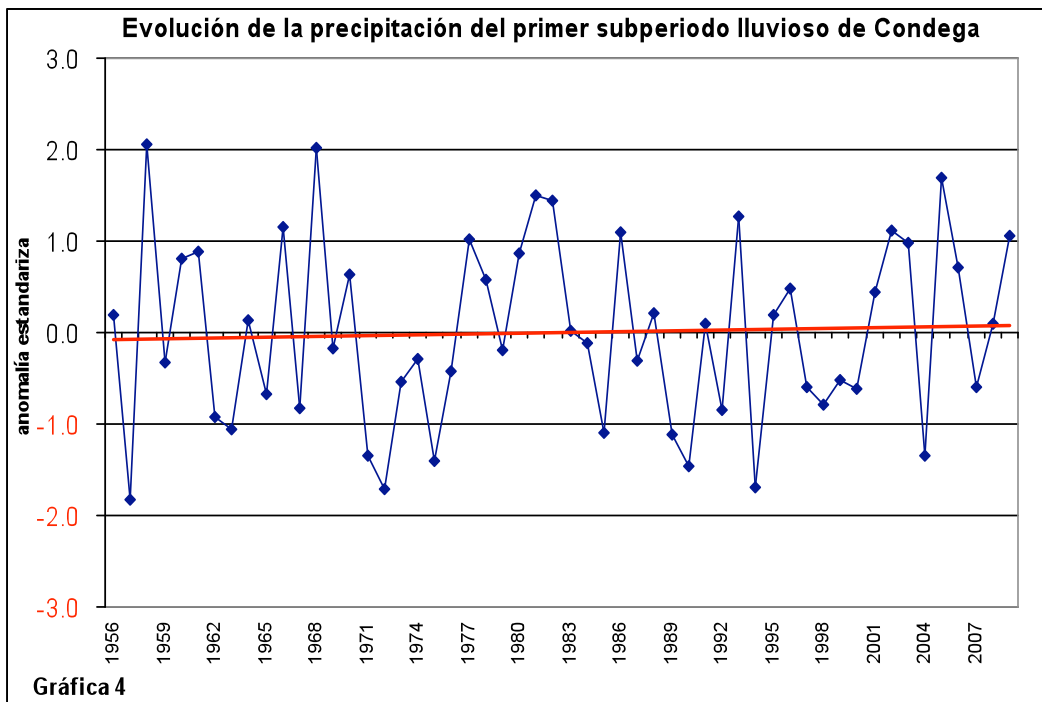
Es importante indicar que por la cercanía y grado de relación pluviométrico, la estación Macuelizo es representativa del régimen de precipitación del municipio de Santa María y Condega los es de Estelí. Por lo cual, las tendencias encontradas en ambas estaciones son validas para los municipios que representan.

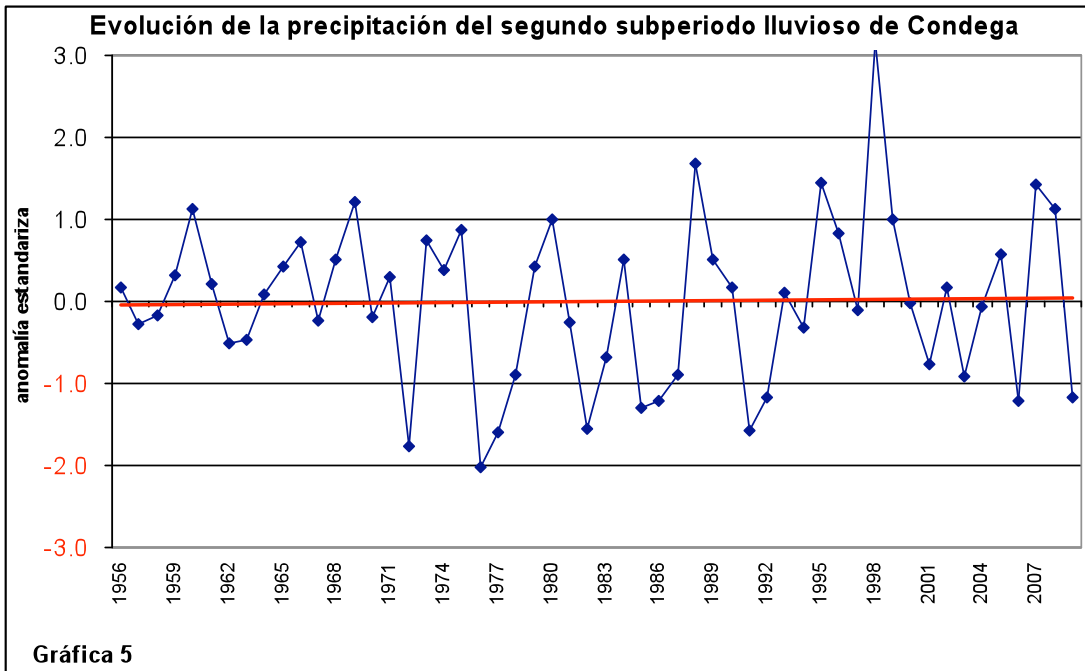
Las tendencias observadas en los dos subperiodos lluviosos de Ocotal, Somoto, Telpaneca y Macuelizo son similares a la tendencia descendente que se muestran en las **Gráficas 2 y 3**.





En las **Gráficas 4 y 5**, se observa que en Condega las precipitaciones de los dos subperiodos, registra tendencia ascendente.



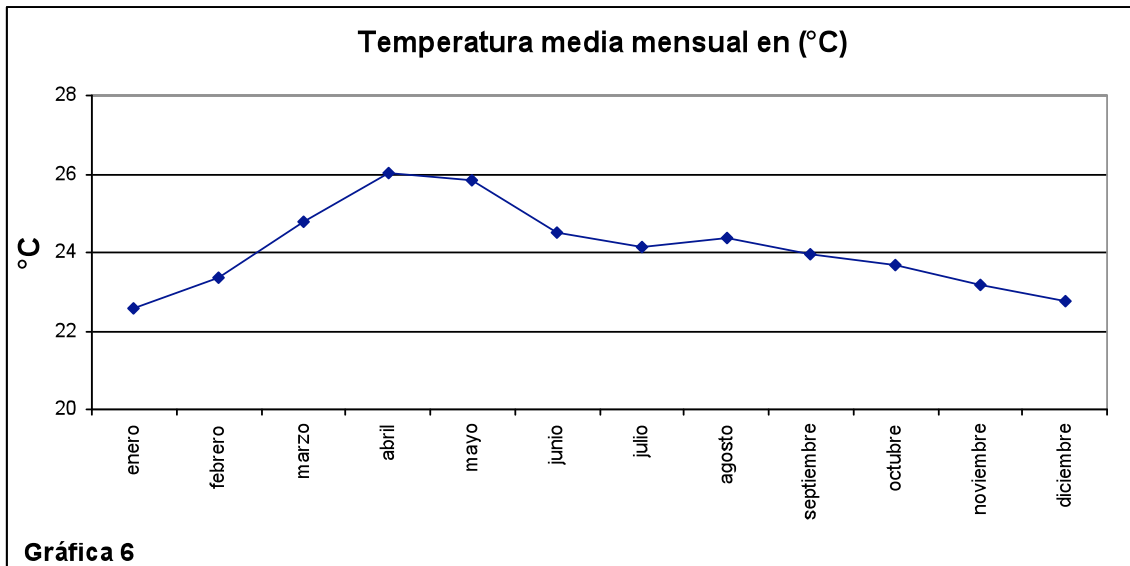


El descenso observado en Ocotal, Somoto, Macuelizo, Santa María y Telpaneca en el primer subperiodo es de -1.64 mm/trimestre, mientras que el segundo subperiodo fue de -0.39 mm/trimestre, en relación a sus valores históricos. Los ascensos observados en Condega en el primer y segundo subperiodo lluvioso son del orden de 0.35 mm/trimestre.

### TEMPERATURA DEL AIRE

La temperatura media anual en los municipios analizados es de 24.1°C. Registrándose los mayores valores de temperatura en los meses de abril y mayo, precisamente a finales del período seco e inicio del período lluvioso, con valores de 26.0°C y 25.8°C (**Cuadro 4**). A escala diaria estos máximos ocurren entre las 13:00 y 15:00 horas local.

En la **Gráfica 6**, se observa que los valores de las temperaturas más bajas, ocurrieron entre diciembre y enero, con magnitudes que oscilan entre 22.7°C y 22.6°C, respectivamente. La disminución en las temperaturas medias, coincidieron con la estación invernal del Hemisferio Norte y con las incursiones de masas de aire frío de procedencia polar propias de la época. A escala diaria estos mínimos ocurren entre las 5:00 y 6:00 horas local

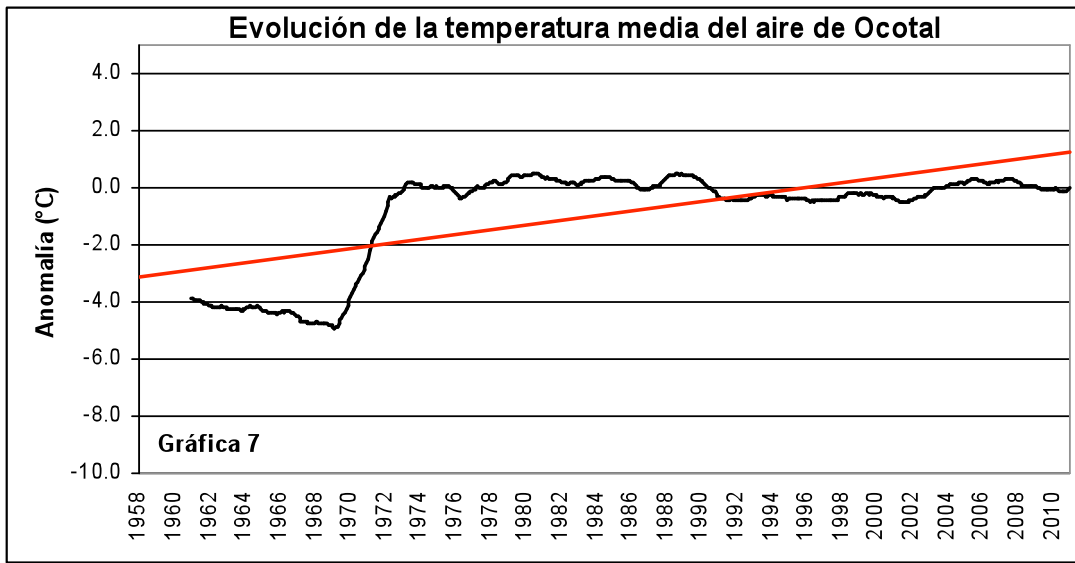


### Tendencia de la temperatura

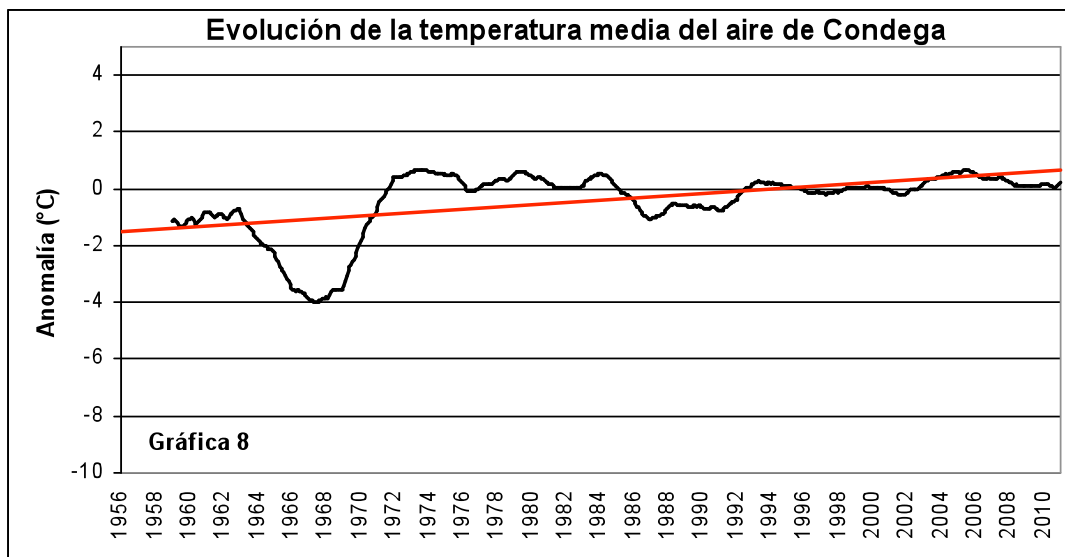
Con los datos estandarizados y suavizados, mediante promedios móviles de cinco años, se analizó la evolución de la temperatura media registrada en Condega y Ocotal, tomando como periodo base 1971 - 2000, estas estaciones fueron consideradas por poseer las series más largas de temperatura para este tipo de análisis.

Otras causas por las que solo fueron consideradas estas estaciones es por que no existen datos de temperatura en los municipios de Santa María, Macuelizo, Somoto, Estelí y Telpaneca, sin embargo, por alto grado de relación que tiene el comportamiento de la temperatura con la altura y por la consistencia que mostraron los datos de temperatura medidos en estos municipios en visitas de campo con las observadas en Ocotal y Condega, es que se tomó a la serie de estas dos estaciones, representativas de los regímenes de temperatura de los municipios antes mencionados.

Por lo tanto, los resultados de la tendencia de Ocotal son válidos para Santa María, Macuelizo, Somoto, Telpaneca y los de Condega para Estelí. En las **Gráficas 7 y 8**, se observa que en Ocotal la tendencia de la temperatura media anual es ascendente, con una tasa de calentamiento de  $0.08^{\circ}\text{C/año}$ .



En las **Gráficas 8**, se observa que en Condega la tendencia de la temperatura media anual es ascendente, con una tasa de calentamiento de  $0.04^{\circ}\text{C}/\text{año}$ .



## HUMEDAD RELATIVA

En el **Gráfica 9**, se muestra el comportamiento de la humedad relativa, en los cuales se observó que los máximos mensuales (82%) se registraron en los meses de septiembre y octubre. El mínimo de humedad relativa ocurrió en el mes de abril (63 %). La humedad relativa media anual es de 74 %.

El comportamiento de la humedad relativa horaria indica que los máximos se registraron entre las 01:00 y las 07:00 horas local. Sin embargo, los mínimos de humedad relativa se presentaron entre las 12:00 y las 16:00 horas locales, debido a que en estas horas ocurren las temperaturas máximas del día.

En el período seco, los valores más bajos de humedad relativa ocurren entre las 12:00 y las 16:00 horas local, en los meses de marzo y abril, llegándose a registrar valores de hasta 50%.

## **EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL**

El promedio anual de evapotranspiración de los municipios analizados es 1,798 mm, se puede deducir fácilmente que los totales anuales de evapotranspiración exceden a los acumulados anuales de precipitación, sobre todo en las localidades de menor precipitación (Somoto y Telpaneca), indicando un déficit de disponibilidad de humedad en estos municipios.

El comportamiento de la evapotranspiración en su marcha anual, se muestra en la **Gráfica 10**, observándose que los máximos mensuales de evapotranspiración se presentan en los meses de marzo, abril y mayo.

En la misma gráfica se aprecia que los mínimos mensuales de evapotranspiración ocurrieron en noviembre y diciembre.

Una de las características en el comportamiento de la evapotranspiración, es que tanto los mínimos como los máximos anuales, coincidieron con el inicio y final, del período lluvioso respectivamente; debido al incremento y descenso de la temperatura.

## **BRILLO SOLAR**

Basados en la **Gráfico 11**, se determinó que los máximos de brillo solar se registran en el período seco; presentándose la mayor cantidad de horas de luz solar en los meses de marzo y abril, con valores de 261.8 y 235.5 horas.

El brillo solar disminuye al inicio del período lluvioso (mayo), para alcanzar en el mes de junio (168.2 horas) el mínimo en su marcha anual, luego inicia un incremento paulatino hasta alcanzar su máximo en marzo.

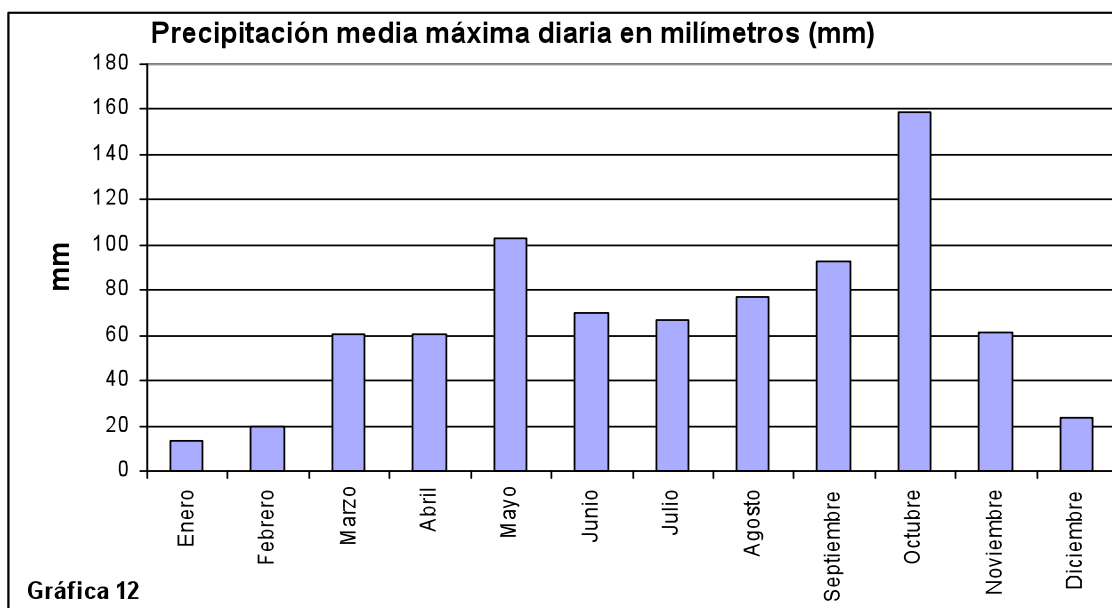
## **VIENTO**

Las velocidades máximas del viento diario se registraron entre las 14:00 y 16:00 horas local en la época seca, presentando promedios de 2.9 a 3.9 m/s. Las velocidades máximas en la época lluviosa ocurren cerca del mediodía con valores que oscilaron de 2 a 3 m/s. La velocidad media anual es de 2.8 m/s.

La dirección del viento que predominó entre Ocotal y Santa María es del Este y Noreste, con una frecuencia de 51 % y 6%, respectivamente. En el sector de Estelí, se observó el predominio de vientos del Este (24%) y del Norte (15%), también se registraron vientos con dirección Noroeste (10%), principalmente en los meses de octubre a diciembre (rosa de viento de Ocotal, INETER 2008).

## PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

En el análisis del régimen de precipitación, es importante tener información de las precipitaciones máximas diarias; por tal motivo en el **Cuadros 5**, se muestra el comportamiento de estos valores en los meses del año, determinándose que las mayores precipitaciones máximas (376 mm y 352 mm), ocurrieron en octubre.



En la **Grafica 12**, se observa que las mayores cantidades de precipitación máxima ocurren en el periodo lluvioso (mayo-octubre) en los meses de Octubre (158 mm) y mayo (103 mm).

El **Cuadro 6**, presenta las precipitaciones máximas absolutas diarias por año de las series climáticas más extensas y los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años, con sus respectivas precipitaciones máximas esperadas.

De este cuadro, se obtuvo que en el municipio de Ocotlán, precipitaciones máximas diarias de 105 mm, podrían ocurrir una vez cada cinco años y de 132 mm una vez cada diez años. Mientras que en los municipios de Santa María y Macuelizo pueden ocurrir precipitaciones máximas diarias de 101 mm, una vez cada 5 años y de 147 mm una vez cada 10 años.

En los municipios de Telpaneca y Somoto, es posible que se presenten precipitaciones máximas de 71 mm una vez cada 5 años y de 84 mm una vez cada 10 años, mientras que el municipio de Estelí se estiman que precipitaciones máximas de 113 mm ocurran una vez cada 5 años y de 143 mm al menos una vez cada 10 años.

Las mayores acumulados de precipitación diaria que se han presentado en los municipios analizados, ocurrieron durante la afectación del huracán Mitch (octubre

1998), registrándose precipitaciones máximas diaria de 197.7 mm en Macuelizo y Santa María, el periodo de retorno de este valor es de 163 años, en Somoto (94.8 mm) y Telpaneca (127.7 mm), estos magnitudes presentaron periodos de retorno de 38 y 57 años, respectivamente. En Ocotol (352.0 mm) y Estelí (271.6 mm) estos valores de precipitación, registraron retornos mayores a 230 años.

## LA SEQUÍA METEOROLÓGICA

Con base al indicador climático Índice de Precipitación Estandarizado (**Cuadro 7**), se determino la intensidad y frecuencia de la sequía en los municipios de Santa María, Macuelizo, Ocotol, Somoto, Telpaneca y Estelí.

Intensidad	Rango del IPE		Intensidad del Déficit (%)
Sequía debil	-0.50	-0.99	20 -30
Sequía Moderada	-1.00	-1.49	30 - 50
Sequía severa	-1.50	-1.99	50 - 75
Sequía extrema	menor	-2.00	> 75

El **Cuadro 8**, contienen la intensidad y la frecuencia de la sequía durante el primer (mayo-julio) y segundo (agosto-octubre) subperiodo lluvioso de cada municipio considerado.

Nombre de la estación	Mayo-Julio				Agosto - Octubre			
	Débil	Moderada	Severa	Extrema	Débil	Moderada	Severa	Extrema
OCOTAL	7	2	3	2	10	5	2	1
TELPANECA	11	2	np	1	5	4	4	np
MACUELIZO - SANTA MARÍA	7	6	2	1	8	5	2	np
SOMOTO	5	6	3	np	7	1	3	1
CONDEGA (Estelí)	10	7	3	np	6	5	4	1

np: no se presentó

De este cuadro resulta que en los municipios indicados, la sequía en el primer subperiodo lluvioso, presenta una probabilidad de 50% de que sea débil, 31% moderada, 12% severa y 8% extrema. Durante este subperiodo, la aparición de estas sequías está vinculada, en primer lugar con el predominio de condiciones Neutras del océano Pacífico y en segundo lugar con el fenómeno El Niño.

Del mismo cuadro, se obtuvo que la sequía en estos municipios, durante el segundo subperiodo lluvioso, registró probabilidad del 52% de que sea débil, 25% moderada, 18% severa y 6% extrema, en su mayoría la ocurrencia de estas sequías estuvieron altamente correlacionadas con la incidencia del fenómeno El Niño.

Una de las causas por lo que las sequías en primer subperiodo no están en su mayoría determinada por la manifestación del fenómeno El Niño, es que los calentamientos de este evento suelen iniciar en su primer año en los meses de mayo y junio, periodo en cual da inicio el acople entre el océano y la atmósfera, consecuentemente la dinámica de los vientos que inhibe el desarrollo de los sistemas productores de lluvia, tienen mayor incidencia en los meses de agosto a octubre, por lo que, las sequías ocurridas en estos meses en su mayoría están relacionadas con la aparición del fenómeno El Niño.

El **periodo de retorno** de las **sequías débiles**, en los dos subperiodos lluviosos es de 1 vez cada tres años, mientras que la **moderada** es de 1 vez cada 10 años, las **sequías fuertes** de 1 vez cada 20 años y las de categoría **severa** 1 vez cada 50 años.

## CONCLUSIONES

La precipitación media anual de los municipios, es de 872 mm; el 48% de las lluvias se registra entre agosto y octubre, el 41% entre mayo y julio, y el 11 % durante noviembre-abril. En la mayoría de las estaciones analizadas el mes más lluvioso es septiembre y el mes más seco es febrero. El período canicular se presenta en todos los municipios en los meses de julio y agosto.

La precipitación máxima diaria, en los municipios ocurrió durante el huracán Mitch (octubre 1998), registrándose máximas diarias de 197.7 mm en Macuelizo y Santa María, el periodo de retorno de este valor es de 163 años, en Somoto (94.8 mm) y Telpaneca (127.7 mm), los periodos de retorno son de 38 y 57 años, respectivamente. En Ocotlán (352.0 mm) y Estelí (271.6 mm) estas magnitudes de precipitación, presentan retornos mayores a 230 años.

La variabilidad natural de la precipitación es de  $\pm 10\%$ . Dentro de este rango se encuentran la tendencia de los dos subperiodos lluviosos de Condega y el segundo subperiodo lluvioso de Ocotlán, Somoto, Telpaneca, Macuelizo y Santa María. Sin embargo, a excepción de Condega, el descenso del primer subperiodo lluvioso en estos municipios es inferior a la variabilidad natural, ya que la disminución en la precipitación es de -23%. Este decrecimiento observado podría estar asociado a un calentamiento regional.

La temperatura media anual en los municipios es de 24.1 °C, los meses más cálidos son abril y mayo, con valores que oscilan entre los 26.0 °C y 25.8 °C, estos valores típicamente se presentan entre las 13:00 y 15:00 horas locales. Las mínimas de temperaturas se presentan entre diciembre y enero, con valores entre 22.7 °C y 22.6°C, estas magnitudes suelen registrarse entre las 5:00 y las 7:00 horas locales.

La tendencia encontrada en los valores de temperatura media anual es ascendente en los municipios de Ocotlán, Macuelizotz, Santa María, Somoto, Telpaneca y Condega, con una tasa media de calentamiento anual del orden de los 0.06°C por año. Lo cual es consistente con los resultados del Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos, sobre el calentamiento actual que está experimentando el planeta.

De acuerdo al Índice de Precipitación Estandarizada en el primer y segundo subperiodo lluvioso la mayor probabilidad es que se presenten sequías débiles con recurrencia de al menos una vez cada tres años. La ocurrencia de sequía en los municipios considerados en su mayoría está determinada, en el primer subperiodo lluvioso por condiciones neutras de la temperatura superficial del océano Pacífico y en el segundo subperiodo lluvioso, con la aparición del fenómeno El Niño. Esta situación podría agravarse si por efecto del calentamiento global aumenta la frecuencia de aparición del fenómeno El Niño.

## RESULTADOS: REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLÁNTICO NORTE (RAAN)

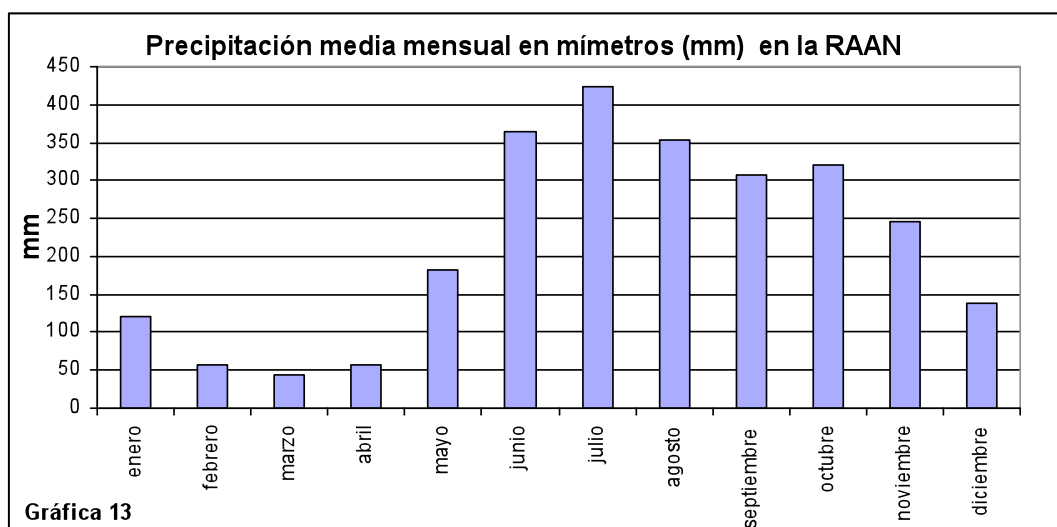
### CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El Clima Monzónico; Am, predomina en la llanura de la Región Autónoma del Atlántico Norte, abarcando el municipio de Bilwi y extendiéndose hasta el triángulo minero, Bonanza y Cabo Gracias a Dios. Se caracteriza por registrar un período lluvioso de 9 ó 10 meses, con precipitaciones promedio anuales de 2,000 mm a 4,000 mm. Las lluvias disminuyen en los meses de marzo y abril. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 25°C y 26°C.

### PRECIPITACIÓN

Del **Cuadro 9**, se obtuvo que la precipitación media de mayo a enero es de 2,499 mm, equivalente al 94% del promedio anual. En el periodo seco en esta región ocurre de febrero a abril, siendo su precipitación media de 159 mm, equivalente al 6% del promedio anual. La precipitación media anual en la RAAN es de 2,624 mm.

En la **Gráfica 13**, se observa que el período lluvioso en la RAAN dura nueve meses iniciando en mayo y finalizando relativamente en enero, los mayores acumulados se registraron en los meses de junio a agosto, siendo julio el mes con mayor acumulado de precipitación (425 mm).



Los fuertes acumulados de lluvia que ocurren en julio, típicamente son generados por una corriente en choro de bajo nivel que impulsa vientos del Sureste cargados de humedad hacia el interior de esta región.

Espacialmente en la RAAN, la precipitación anual se caracterizó por registrar acumulados de precipitaciones que oscilan de 1,863 mm en triángulo minero hasta 3,204 mm en las zonas costeras, tal como se observa en el mapa de isoyetas adjunto.

MAPA DE NICARAGUA  
PRECIPITACION MEDIA ANUAL



LEYENDA

SIMBOLOGIA GENERAL

- CAPITAL DE LA REPUBLICA
- CABECERA DEPARTAMENTAL
- CABECERA MUNICIPAL
- Poblados
- Límites internacionales
- Límites Departamentales
- Costas
- Carretera Panamericana
- Carretera Pavimentada
- Carretera de todo tiempo

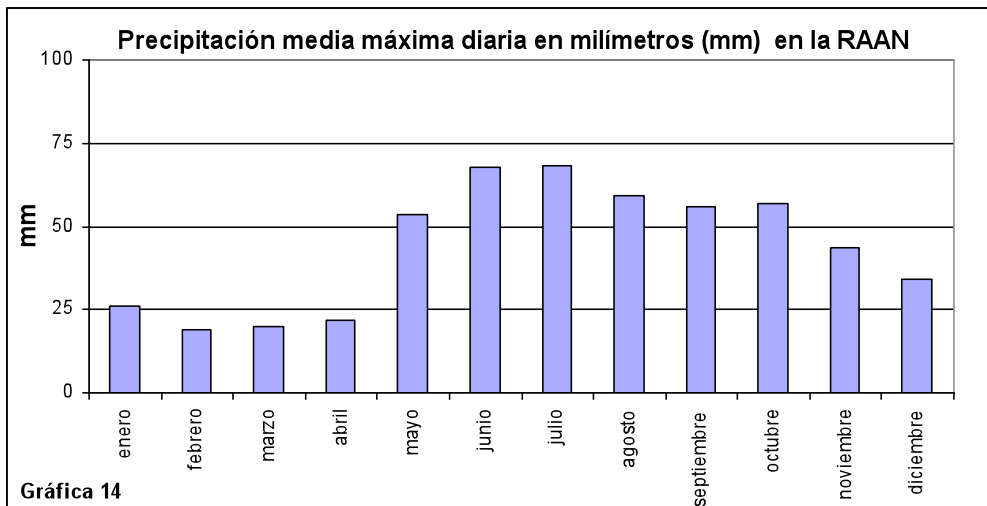
PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm/año)

- |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| < 800       | 1400 - 1800 | 2500 - 3000 | 4000 - 4500 |
| 800 - 1000  | 1800 - 2000 | 3000 - 3500 | 4500 - 5000 |
| 1000 - 1400 | 2000 - 2500 | 3500 - 4000 | > 5000      |

**Precipitaciones máximas diarias**

Para tener conocimiento de la cantidad de precipitación que pueden acumularse en un día en la Región Autónoma del Atlántico Norte, se elaboró el **Cuadro 10**, donde se presenta la precipitación media máxima diaria para cada mes. Presentándose el máximo de precipitación diaria, en el mes de junio (102.5 mm) en Puerto Cabezas.

En la **Gráfica 14** se observa que los mayores acumulados de precipitación diaria ocurrieron en los meses de junio (67.7 mm) y julio (68.3 mm). Este comportamiento está condicionado por los diferentes sistemas meteorológicos (Ondas Tropicales, Ciclones Tropicales y por corriente en chorro) que puedan afectar directa o indirectamente a la RAAN.



Del **Cuadro 11**, se observó que las precipitaciones máximas absolutas diarias que se presentaron en la zona costera de la RAAN, son del orden de los 184 mm, mientras que al interior de esta misma región ocurrieron máximos de 116 mm a 118 mm, estos valores muestran periodo de retorno de 5 años. Precipitaciones máximas de 134 mm en la zona del triangulo minero a 211 mm en la zona costera de la RAAN, presentaron periodos retorno de 1 vez cada 10 años.

La mayor precipitación máxima diaria de la RAAN, ocurrió en el municipio de Bilwi con 274.7 mm, la cual presenta un periodo de retorno de 54 años. El segundo valor más alto se registró en Bonanza con 200.5 mm y muestra un periodo de retorno de 151 años.

### Efectos del fenómeno El Niño y La Niña en las precipitaciones

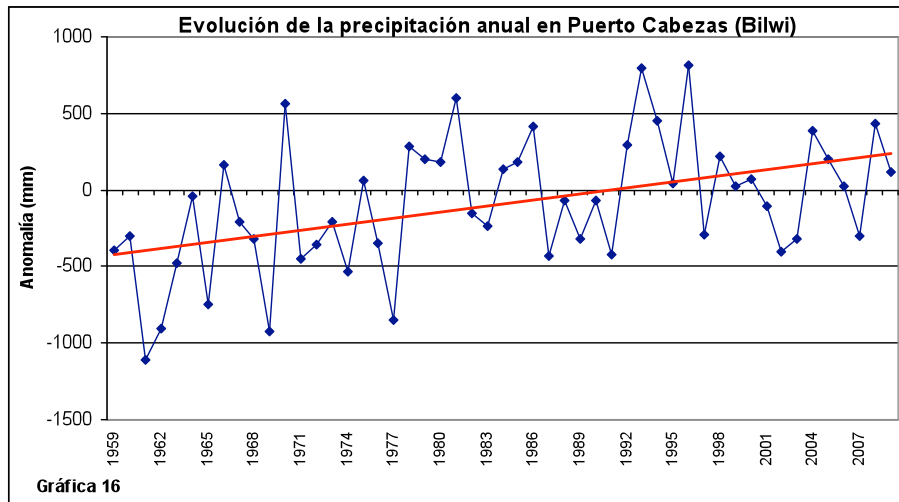
Las precipitaciones durante los años **El Niño**, indican que esta región no presenta déficit de precipitación anual. Debido a que los acumulados anuales que se han registrado en esta región durante el fenómeno El Niño, están en el rango de lo normal ( $\pm 10\%$ ) en relación a su valor histórico anual (2,624 mm).

De acuerdo a la **Gráfica 15**, solamente el mes mayo registró un leve incremento de los acumulados de precipitación en relación a la norma histórica, el resto de los meses presenta cantidades similares a su valor normal.

La precipitación anual más frecuente en años con el fenómeno de **La Niña** es 2,657 mm. Durante la afectación de este fenómeno se han registrado en la RAAN, ligeros exceso de lluvia anual del orden del 5% al 12%, en relación a su valor histórico anual (2,624 mm).

## Tendencia de la precipitación

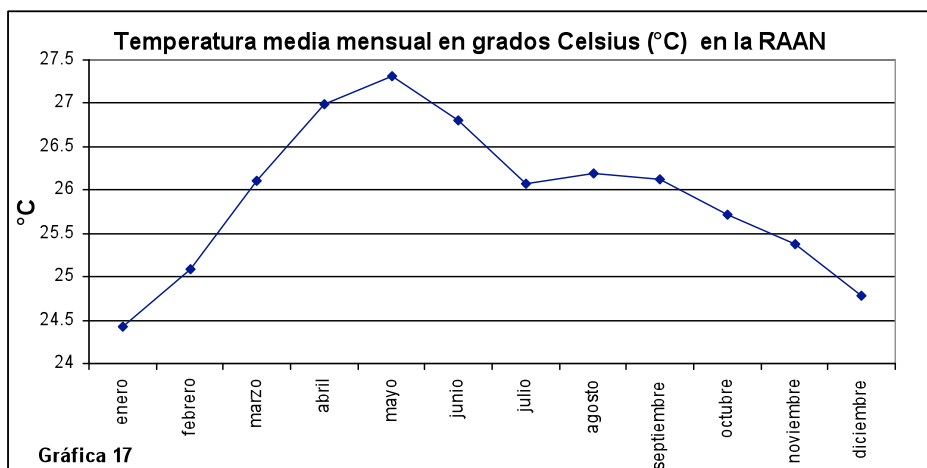
Para este análisis se utilizó los registros anuales de la estación Puerto Cabezas (Bilwi), por la longitud de sus registros y por su alta asociación con los regímenes pluviométricos del resto de la región. El periodo base considerado es de 1971 al 2000. Los resultados del análisis se muestran en la **Gráfica 16**, donde se aprecia claramente una tendencia ascendente de la precipitación anual, este incremento es del 25%.



## TEMPERATURA DEL AIRE

La **Gráfica 17**, contiene el comportamiento de la temperatura media en la RAAN. Se observa que el valor más bajo se registró en enero, 24.4 °C. La máxima temperatura, ocurrió en mayo, 27.3°C.

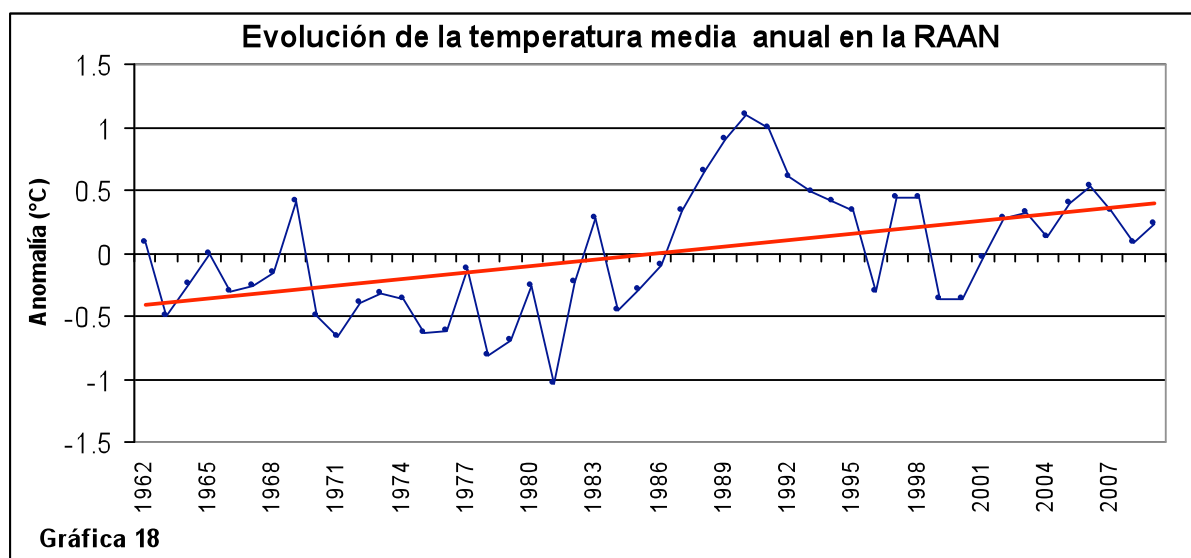
En misma gráfica, la temperatura presenta descensos a partir de mes de julio, hasta alcanzar su mínimo en enero con la afectación de los frentes fríos. Los promedios anuales de la temperatura media del aire en la RAAN oscilan de 25.4 °C a 26.4°C.



## Tendencia de la temperatura media anual

Para este análisis se utilizó los registros anuales de la estación Puerto Cabezas (Bilwi), tomando el periodo base, 1971 - 2000. El resultado de la tendencia en esta estación, es válido para el resto de la RAAN, pues el comportamiento de la temperatura en Puerto Cabezas es representativo del régimen térmico de esta región.

Los resultados del análisis se muestran en la **Gráfica 18**, donde se aprecia claramente una tendencia ascendente de la temperatura media anual a un ritmo de  $0.02^{\circ}\text{C}/\text{año}$ .



## HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

El comportamiento de la humedad relativa en la Región Autónoma del Atlántico Norte, se muestra en la **Gráfica 19**, observándose que el máximo mensual (86%) de la humedad relativa se presenta en los meses de julio a octubre y el menor valor se observa en el mes de abril (72 %). En esta región la humedad relativa media anual es de 82%.

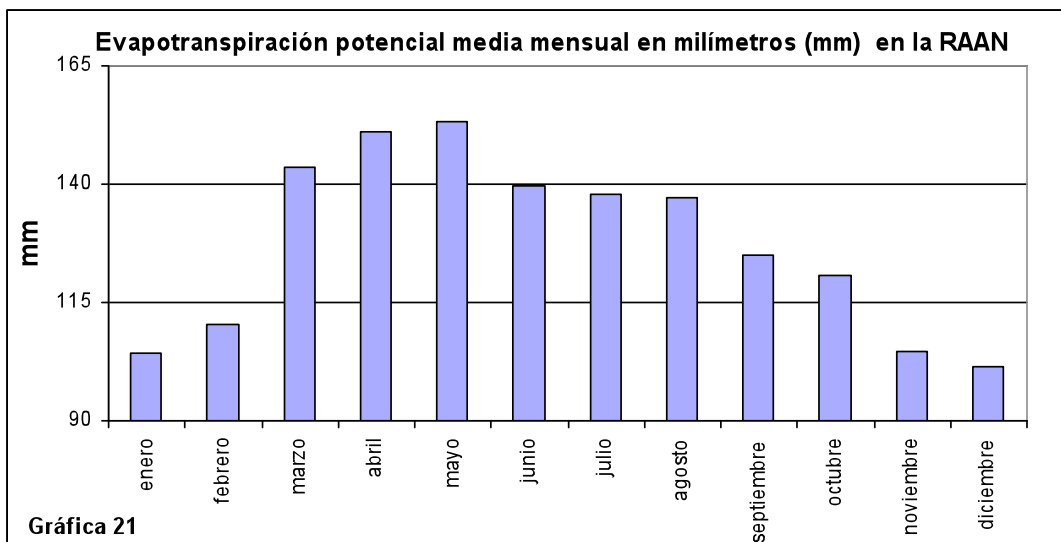
## BRILLO SOLAR

En la **Gráfica 20**, se presenta el comportamiento del brillo solar en la Región Autónoma del Atlántico Norte, registrándose el máximo de brillo solar incidente en marzo con 252.1 horas. El brillo solar medio anual en esta región es de 193.0 horas.

En mayo producto de la ocurrencia de lluvias más intensas y como resultado del incremento de la nubosidad, se presenta una marcada disminución en las magnitudes mensuales del brillo solar incidente, su mínimo anual ocurre en el mes de junio con 149.7 horas, este decrecimiento está asociado a una mayor generación lluvia en la RAAN.

## EVAPOTRASPIRACIÓN POTENCIAL

La **Gráfica 21**, se muestra el comportamiento de la evapotranspiración potencial de la RAAN, en ella se observa que en los meses de noviembre a febrero se registraron los valores más bajos de evapotranspiración, oscilando estos entre 105 mm y 110 mm. En el mes de marzo la evapotranspiración potencial, se incrementa hasta alcanzar su máximo en mayo con 153 mm. El volumen de evapotranspiración media anual que se presenta en la RAAN es 1,529 mm.



## VIENTO

Las velocidades máximas del viento horario se registraron entre las 10:00 y 15:00 horas local. Las mayores velocidades de viento ocurren en los meses de noviembre a enero, coincidiendo con la llegada de los frentes fríos.

Las velocidades del viento a lo largo del año oscilan entre de 2.1 m/s en septiembre a 3.4 m/s en enero. La velocidad promedio anual es de 2.5 m/s.

La dirección predominante del viento en la RAAN es del Este y Noreste, con una frecuencia porcentual de 49% y 18%, respectivamente. También se registran vientos con dirección Norte, principalmente en los meses de octubre a enero, con una frecuencia porcentual variable. Cabe señalar, que las máximas frecuencias del viento con dirección Este - Noreste, se presentan durante la mayoría de los meses del año, con mayor frecuencia de febrero a septiembre (rosa de viento de Puerto Cabezas, INETER 2008).

## PRECIPITACIONES OCASIONADAS POR LOS CICLONES TROPICALES EN LA RAAN.

Para realizar el análisis de las precipitaciones causadas por los ciclones Tropicales, se valoraron las trayectorias descritas por los Ciclones Tropicales que han afectado a la RAAN, así como su intensidad, de tal forma que se obtuvieron tres tipos de trayectoria.



Huracán Felix de categoría 5 sobre la Región Autónoma del Atlántico Norte (3 -5 de septiembre del 2007)

### a.-Trayectoria 1

A este tipo de trayectoria pertenecen aquellos huracanes que muestran un desplazamiento a lo largo de la costa Norte de Honduras o penetran en ese país, así como aquellos que pasan paralelo a la costa del Pacífico nicaragüense y que presentan intensidades superiores a la 4 en la Escala Internacional de Huracanes. Ejemplo (Fifi 1974, Alleta 1982, Mitch 1998, Felix 2007).

### b.- Trayectoria 2

A este tipo de trayectorias pertenecen aquellos Ciclones Tropicales que impactan de manera directa sobre el territorio nacional, describiendo un desplazamiento en el interior del país que va de Este al Oeste, o del Este al Noroeste. Generalmente este tipo de trayectoria son vórtices ciclónicos que han alcanzado las intensidades 2 o 3 en la escala Internacional de huracanes. Ejemplos (Irene 1971, Joan 1988, Bret 1993, Cesar 1996).

### **c.- Trayectoria 3.**

Este tipo de trayectoria es aquella en que el Ciclón Tropical afecta de manera directa a la costa Atlántica nicaragüense, ya sea mostrando una trayectoria del Sudeste al Norte afectando al Nordeste de Nicaragua, (Edith 1971), o aquellos que internándose al territorio muestran una trayectoria paralela al Este de Nicaragua (Gordon 1993, Beta 2005, IDA 2009). Generalmente son ciclones tropicales con intensidad 1 o 2 de la Escala internacional de Huracanes o solo alcanzan la categoría de Tormenta Tropical.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS ACUMULADOS**

**a.-Trayectoria 1.** La cantidad de precipitación que se ha acumulado en los días afectación oscila de 27 mm a 294 mm en sector de Puerto Cabezas y de 144mm en el interior de la RAAN.

**B.-Trayectoria 2.** Acumulados de 52 a 130 mm ocurren en el sector de Puerto Cabezas, sin embargo en el sector del triangulo minero han ocurrido acumulados de de precipitación de 146 mm.

**C.-Trayectoria 3.** Acumulados de precipitación de 164 mm a 265 mm, han sido registros en la zona Puerto Cabezas, mientras que al interior de la región se han presentado magnitudes del orden de los 137 mm.

## **CONCLUSIONES**

La precipitación media anual en la Región Autónoma del Atlántico Norte, es de 2,624 mm. En la mayoría de las estaciones analizadas el mes más lluvioso es julio (425 mm) y el mes con menor precipitación es marzo (45 mm).

La evapotranspiración potencial media anual en la RAAN es 1,529 mm y la precipitación media anual de 2,624 mm, siendo los totales anuales de evapotranspiración inferiores a los de precipitación, sobre todo en las zonas costeras (Bilwi), indicando un exceso de disponibilidad de humedad en esta región, por lo cual, la Región Autónoma del Atlántico Norte no es una región afectada por sequía meteorológica.

En presencia del fenómeno El Niño, se presenta una señal de normalidad de las lluvias, sin embargo con el fenómeno de La Niña la precipitación registra incrementos del 9%, en relación a la precipitación media anual.

La tendencia de la precipitación anual observada en la RAAN es ascendente, siendo este incremento del 25%. Este valor supera la variabilidad natural de la precipitación ( $\pm 10\%$ ), lo que puede estar ligado al calentamiento regional. Condición que podría intensificar la frecuencia de evento extremo como los huracanes, lo cual podría fortalecer el futuro comportamiento ascendente de la precipitación en la RAAN.

En la RAAN, la temperatura media anual es de 26.5°C, mientras que la temperatura media más elevada (27.3 °C) se registra en mayo, al inicio del primer subperíodo lluvioso. No obstante la temperatura media mas baja se presenta en el mes de enero con 24.4 °C.

Los datos de la temperatura media anual en la RAAN, muestran una tendencia ascendente con tasa de calentamiento anual del orden de los 0.02°C por año. Lo cual es consistente con los incrementos de temperatura detectados a nivel global por IPCC.

La precipitación máxima diaria en la RAAN, ocurrió en el municipio de Bilwi con 274.7 mm, la cual presenta un periodo de retorno de 54 años. El segundo valor más alto se registró en Bonanza con 200.5 mm y muestra un periodo de retorno de 151 años. Estos máximos coinciden con la afectación de ciclones tropicales y con la presencia del fenómeno El Niño.

Los máximos acumulados de precipitación diaria registrados en la RAAN, durante la afectación de ciclones tropicales varían de 137 mm en el interior de esta región a 294 mm en las zonas costeras. Aunque no se puede determinar categóricamente cuando un ciclón tropical afectará directa o indirectamente a esta región; existe la posibilidad que de junio a noviembre de cada año, algunos de ellos pudieran afectar y producir precipitaciones iguales o superiores a las precipitaciones máximas absolutas diarias antes de los periodos de retorno presentados, como consecuencia una mayor afectación de huracanes de categoría intensa que podría estar asociado al calentamiento global del planeta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. REYES, L. R. 1970: La Lluvia en Centro América y su Variación Estacional. Seminario de Campina, Brasil.
2. Sian, B. 1997: Comparación entre los índices de Precipitación Estandarizado y otros índices hidrológicos. Centro Argentino de Meteorólogos. Volumen 22-Número 2.
3. REYES, L. R. 1967: Sistemas Sinópticos y locales en Centro América.
4. JANSÁ, JOSE MARIA, 1974: Curso de Climatología. La Habana, Instituto Cubano del Libro.
5. MILLER, A. AUSTIN, 1966: Climatología. Barcelona: Ediciones Omega, S. A.
6. GARCÍA ENRIQUETA, 1988. Modificaciones al sistema de Köppen.
7. WMO / OMM / BMO – N° 182. Vocabulário Meteorológico Internacional.
8. INETER, 2004. Atlas Climático de Nicaragua.
9. INETER, 1997. Catalogo de la Red Meteorológica Nacional.
10. INETER, 2002. Manual de Procedimiento de la Red Meteorológica.
11. WMO, 1975. Drought and Agricultura. Technical Note. N°138. WMO N°392.

## **ANEXO: GLOSARIO, CUADROS Y GRÁFICAS**

## GLOSARIO

1. **SISTEMAS METEOROLÓGICOS:** Se designa de esta forma a los campos de presión atmosférica, sean estos de alta o baja presión y sus respectivas circulaciones, así como a los frentes.
2. **ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT):** Región donde convergen los Vientos Alisios del Hemisferios Norte con los vientos del Hemisferio Sur. Se caracteriza por presentar campos significativos de nubosidad, como muestra de la humedad existente, así como lluvias significativas en dicha región, dicha región varía según la época del año y circunda todo el planeta.
3. **ISOTERMA:** Línea que es el lugar geométrico de los puntos de un sistema que poseen igual temperatura.
4. **ISOYETAS:** Línea que es el lugar geométrico de los puntos de un sistema que poseen igual precipitación.
5. **CICLONES TROPICALES:** Término genérico que designa un ciclón de escala sinóptico no frontal que se origina sobre las aguas tropicales o subtropicales y presenta una convección organizada y una circulación ciclónica caracterizada por el viento de superficie.
6. **ANTICiclÓN SUBTROPICAL:** Serie de núcleos de alta presión, en ambos hemisferios, alineados siguiendo aproximadamente los 35° de latitud. Los ejes de cada cinturón experimentan un débil desplazamiento meridiano anual.
7. **ONDAS TROPICALES O DEL ESTE:** Perturbación en escala sinóptica que se desplaza del este al Oeste, superpuesta a la corriente básica de los vientos alisios. Estos sistemas meteorológicos son acompañados en la mayoría de los casos con mal tiempo.
8. **FRENTES FRÍOS:** Frente que se mueve de manera tal que la masa de aire frío reemplace a la masa de aire cálido. Estos sistemas meteorológicos llegan a latitudes tropicales durante el invierno astronómico pero muy modificado, por lo cual sus efectos son menores a los observados en latitudes medias y altas.
9. **EVAPOTRANSPIRACIÓN:** Conjunto de procesos por los que se efectúa la transferencia de agua de la superficie terrestre a la atmósfera. Estos son la evaporación desde el suelo y desde la superficie de los océanos y la transpiración de la vegetación. Cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera.
10. **DÉFICIT:** Falta o escasez de algo que se juzga necesario. Diferencia negativa entre un valor normal y un valor dado.
11. **ANOMALÍA:** diferencia entre la temperatura o precipitación observada con la temperatura o precipitación promedio ("normal") para determinado periodo. Cuando la temperatura o precipitación es mayor al promedio, se dice que la anomalía es positiva. Cuando es menor al promedio, se dice que la anomalía es negativa.

**Cuadro 1. Características de las estaciones meteorológicas**

<b>Nombre de la estación</b>	<b>Código</b>	<b>Registros años</b>	<b>Latitud Norte gg-mm-ss</b>	<b>Longitud Oeste gg-mm-ss</b>	<b>Elevación msnm</b>
HACIENDA PALMIRA	45 014	1969 - 2007	13° 35' 18"	86° 31' 18"	590
SN SEBASTIAN DE YALI	45 015	1969 - 2007	13° 18' 18"	86° 11' 00"	880
SAN FERNANDO	45 016	1969 - 2007	13° 40' 30"	86° 18' 54"	725
OCOTAL	45 017	1969 - 2009	13° 37' 00"	86° 28' 00"	612
SANTA LEONOR	45 030	1969 - 2007	13° 28' 00"	86° 19' 48"	490
ESTELI	45 031	1969 - 1988	13° 07' 00"	86° 21' 36"	815
MONTAÑUELA	45 036	1971 - 2007	13° 17' 24"	86° 28' 12"	920
EL GUANACASTE	45 037	1969 - 2007	13° 15' 48"	86° 20' 06"	880
MIQUILCE	45 038	1969 - 2007	13° 22' 24"	86° 41' 18"	994
LOS PLANES	45 039	1969 - 2007	13° 46' 48"	86° 33' 06"	1,100
LA SABANA	45 046	1982 - 2007	13° 26' 00"	86° 37' 01"	1,275
DIPILTO	45 047	1984 - 2007	13° 43' 02"	86° 30' 05"	880
SANTA MARÍA	45 059	1995 - 2007	13° 44' 50"	86° 42' 35"	640
SAN RAFAEL DEL NORTE	69 021	1950 - 2007	13° 13' 0"	86° 07' 00"	1,078
LA CONCORDIA	69 037	1961 - 2007	13° 12' 00"	86° 10' 00"	900
EL ESPINO	45 011	1968 - 2007	13° 26' 42"	86° 43' 18"	890
TELPANECA	45 010	1968 - 2007	13° 31' 48"	86° 17' 18"	500
MACUELIZO	45 008	1962 - 2007	13° 28' 36"	86° 36' 00"	700
SOMOTO	45 007	1962 - 2007	13° 28' 30"	86° 35' 06"	720
CONDEGA	45 050	1956 - 2009	13° 20' 22"	86° 23' 07"	560
SAN JUAN DE LIMAY	58 002	1969 - 2006	13° 10' 42"	86° 36' 36"	281
SAN JOSE DE CUSMAPA	58 003	1970 - 2007	13° 17' 12"	86° 39' 12"	1,270
SAN ISIDRO	69 132	1982 - 2009	12° 54' 48"	86° 11' 30"	480
PUERTO CABEZAS	47 002	1959 - 2009	14° 02' 48"	83° 22' 30"	20
BONANZA	53 010	1972 - 2007	14° 00' 54"	84° 35' 36"	180
ROSITA	53 008	1973 - 2007	13° 55' 51"	84° 24' 48"	96
SIUNA	53 003	1972 - 2005	13° 44' 30"	84° 46' 30"	180

**Nota: msnm (metros sobre el nivel del mar).****gg-mm-s (grados, minutos, segundos)**



Localización de las estaciones de la Región Norte

Cuadro 2. Precipitación media mensual en milímetros (mm)													
Nombre de la estación	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Anual
HACIENDA PALMIRA	1	1	7	20	115	115	79	74	138	114	23	3	689
OCOTAL	3	5	13	32	129	155	81	99	150	151	32	6	855
SANTA LEONOR	8	3	6	15	80	123	75	95	109	103	33	19	669
ESTELÍ	4	3	14	23	179	146	63	107	167	132	31	5	873
EL GUANACASTE	12	9	13	15	112	139	95	109	163	147	47	24	887
SANTA MARÍA	5	7	22	27	126	191	113	164	199	199	38	6	1097
EL ESPINO	3	3	15	33	161	162	84	97	210	157	28	7	959
TELPANECA	17	10	11	9	88	126	108	107	148	136	56	22	838
MACUELIZO	4	4	18	42	141	140	98	94	199	204	49	11	1005
SOMOTO	3	3	12	29	137	165	96	99	151	151	38	10	894
CONDEGA	9	6	13	21	115	134	83	94	143	153	37	13	822
RAUL GONZALEZ	3	2	7	18	131	152	76	106	170	169	42	6	881
<b>Promedio</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>126</b>	<b>146</b>	<b>88</b>	<b>104</b>	<b>162</b>	<b>151</b>	<b>38</b>	<b>11</b>	<b>872</b>

Nombre de la estación	Código	Mayo-Julio			Agosto - Octubre		
		Cálido	Neutro	Frío	Cálido	Neutro	Frío
HACIENDA PALMIRA	45 014	4	4	2	8	3	
OCOTAL	45 017	3	6	5	12	5	1
SANTA LEONOR	45 030	4	6	2	7	4	
ESTELI	45 031	1	1	3	5	1	
GUANACASTE	45 037	4	5	4	8	3	
CONDEGA	45 050	7	7	6	10	3	3
SANTA MARÍA	45 059	1	1	1	5	1	
EL ESPINO	45 011	4	2	4	8	3	1
TELPANECA	45 010	5	7	2	8	4	1
MACUELIZO	45 008	5	9	2	11	3	1
SOMOTO	45 007	2	9	3	8	3	1
RAUL GONZALEZ	69 132	4	7	5	12	5	1
Probabilidad		30	44	26	68	26	6

Nombre de Estación	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	ANUAL
Ocotal	22.6	23.6	25.3	26.5	26.5	24.9	24.4	24.7	24.4	24.1	23.4	22.8	24.4
Condega	22.4	23.2	24.7	26.0	25.9	24.4	23.8	24.2	24.1	23.6	22.8	22.4	24.0
Estelí	21.6	22.6	24.2	25.4	25.1	23.7	23.4	23.6	23.0	22.8	22.5	21.8	23.3
San Isidro	23.8	24.1	25.0	26.1	25.9	25.0	25.0	25.0	24.4	24.1	24.0	24.0	24.7
<b>PROMEDIO</b>	<b>22.6</b>	<b>23.4</b>	<b>24.8</b>	<b>26.0</b>	<b>25.8</b>	<b>24.5</b>	<b>24.2</b>	<b>24.4</b>	<b>24.0</b>	<b>23.7</b>	<b>23.2</b>	<b>22.7</b>	<b>24.1</b>

Nombre de la estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
HACIENDA PALMIRA	5	18	42	72	111	84	71	80	84	141	64	10
OCOTAL	13	38	103	118	107	104	98	98	100	352	69	25
SANTA LEONOR	11	8	53	54	77	69	33	107	73	70	28	30
ESTELI	32	6	67	80	168	80	47	79	114	81	53	17
EL GUANACASTE	12	32	90	25	80	70	71	52	69	81	60	27
EL ESPINO	29	31	68	105	90	72	90	123	170	285	59	30
TELPANECA	15	20	83	32	128	60	71	80	91	75	68	41
MACUELIZO	12	32	93	91	135	84	104	106	160	198	176	37
SOMOTO	3	3	10	16	44	43	26	24	35	40	17	5
CONDEGA	5	6	11	16	36	33	24	23	37	44	15	6
SAN ISIDRO	11	25	47	56	159	74	99	73	86	376	68	32
<b>Promedio</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>61</b>	<b>60</b>	<b>103</b>	<b>70</b>	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>93</b>	<b>158</b>	<b>62</b>	<b>24</b>

**Cuadro 6. Precipitación máximas absolutas diarias en milímetros (mm)**

PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS EN (mm)						
AÑOS	45017 Ocotal	45010 Telpaneca	45008 Macuelizo	45007 Somoto	45050 Condega	69132 San Isidro
1957						50.8
1958	90.2				39.4	63.5
1959	102.6				27.9	50.8
1960	97.0				58.4	106.7
1961	51.6				57.2	63.5
1962	50.8			50.8	82.8	50.8
1963	47.0		42.4	47.0	59.7	52.8
1964	50.8		53.3	54.4	61.4	53.3
1965	61.0		75.7	63.5	80.0	73.7
1966	104.1		90.2	70.1	73.7	50.8
1967	54.9		52.8	50.8	135.9	52.1
1968	50.8		81.8	62.7	52.1	153.7
1969	58.9	50.0	67.3	50.3	47.5	48.3
1970	45.1	68.0	77.5	67.6	36.6	40.8
1971	56.0	59.5	63.0	54.6	44.4	41.9
1972	20.4	41.2	43.2	60.1	73.5	27.5
1973	75.1	73.3	57.4	70.0	59.9	50.9
1974	71.7	66.6	78.7	90.7	100.4	84.6
1975	78.6	47.0	93.0	89.0	77.9	61.2
1976	62.4	46.6	64.0	72.1	75.8	44.0
1977	86.0	47.2	64.5	65.8	74.8	47.6
1978	63.7	127.7	94.8	35.0	65.6	88.5
1979	117.6	75.0	72.0	69.6	70.0	69.2
1980	86.1	71.0	58.3	69.2	103.8	88.5
1981	90.5	60.0	49.8	68.7	79.4	46.5
1982	51.6	56.0	68.4	53.9	195.1	85.7
1983	107.3		64.3	70.6	47.5	100.9
1984	92.3	80.4	44.5	67.0	59.1	61.7
1985	40.9	74.0	60.7	44.3	48.3	87.0
1986	52.7	90.4	41.0	50.2	48.0	81.4
1987	56.4		68.1		53.2	74.5
1988	87.8				52.5	49.2
1989	29.3	39.6	70.2		94.8	40.0
1990	71.7	74.0	90.8		55.9	71.7
1991	68.5	67.6	73.2		47.1	74.2
1992	51.3	59.3	92.4	90.4	67.3	30.3
1993	98.1	46.0	120.0	70.5	85.7	104.4
1994	53.5	20.0	30.8	70.2	61.0	40.8
1995	56.8	15.6	60.8	47.1	85.5	65.8
1996	98.2	71.3	90.0	47.0	99.1	73.2
1997	73.5	12.4	160.0	53.4	74.0	54.0
1998	352.0	9.8	197.7		376.1	167.0
1999	59.9	91.1	176.0	38.2	65.6	86.5
2000	35.6	9.8	68.0	55.5	63.4	47.4
2001	99.8	9.8	50.3	57.0	64.2	78.0
2002	47.4	9.8	70.7	65.7	58.8	75.2
2003	67.2	9.8	60.2	53.7	46.0	73.7
2004	45.9	21.6	41.9	47.8	32.3	88.5
2005	73.5	15.2	135.2	94.8	76.6	66.0
2006	45.4	17.8	64.0	50.3	51.0	67.0
2007	62.5	9.8	63.3	68.5	80.1	53.0
2008	72.5				158.8	61.2
2009	74.0				75.6	55.7
Periodo de Retorno en años	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)
5	105	70	101	72	113	86
10	132	87	121	80	143	102
25	165	109	147	90	182	121
50	190	125	166	98	210	135

<b>Nombre de la estación</b>	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	<b>Total</b>
Puerto Cabezas	80	53	56	213	418	445	372	305	385	296	203	201	<b>3,027</b>
Santa Martha	73	20	17	56	154	326	334	276	286	314	269	116	<b>2,240</b>
Siuna	52	39	35	34	135	287	278	283	278	247	121	73	<b>1,863</b>
Puerto Isabel	188	40	38	67	152	362	617	459	372	412	386	110	<b>3,204</b>
Rosita	134	65	64	64	215	387	425	351	288	262	180	156	<b>2,591</b>
Bonanza	134	97	59	71	230	409	445	377	309	298	220	170	<b>2,819</b>
<b>Promedio</b>	<b>110</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>84</b>	<b>217</b>	<b>369</b>	<b>412</b>	<b>342</b>	<b>320</b>	<b>305</b>	<b>230</b>	<b>138</b>	<b>2,624</b>

<b>Nombre de la estación</b>	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Puerto Cabezas	34.3	24.4	19.4	20.9	72.5	102.5	89.5	75.8	64.1	82.0	73.8	50.0
Siuna	11.9	12.5	13.4	12.1	33.1	48.4	50.4	45.6	48.2	42.1	25.7	21.2
Rosita	30.4	17.4	23.7	27.1	54.2	61.9	70.4	56.4	54.9	54.4	36.8	33.0
Bonanza	26.8	20.8	22.8	27.0	55.0	58.1	62.8	59.7	57.0	49.4	37.7	32.3
<b>Promedio</b>	<b>25.9</b>	<b>18.8</b>	<b>19.8</b>	<b>21.8</b>	<b>53.7</b>	<b>67.7</b>	<b>68.3</b>	<b>59.4</b>	<b>56.1</b>	<b>57.0</b>	<b>43.5</b>	<b>34.1</b>

**Cuadro 11. Precipitación máxima absoluta diaria (mm)**

Años	P cabezas	Bonanza	Rosita
1958	123.0		
1959	167.5		
1960	162.5		
1961	83.8		
1962	100.0		
1963			
1964			
1965	130.0		
1966	228.5		
1967	127.0		
1968	142.0		
1969	102.0		
1970	114.0		
1971	106.0		
1972	139.3	59.2	126.0
1973	115.2	100.1	75.8
1974	129.0	67.8	82.2
1975	139.0	104.3	77.3
1976	170.0	123.3	78.5
1977	185.2	82.1	75.3
1978	118.2	80.0	92.0
1979	189.0	89.4	95.7
1980	117.7	160.5	90.8
1981	207.6	96.7	80.7
1982	150.5	86.0	89.5
1983	106.5	80.0	50.0
1984	171.4	57.6	91.6
1985	216.1	72.3	100.0
1986	118.0	200.5	160.7
1987	101.1	106.3	70.0
1988	113.5	103.4	72.9
1989	179.7	119.7	79.8
1990	116.6		
1991	116.2		100.0
1992	255.4	50.1	80.9
1993	144.0	127.3	107.3
1994	258.0	73.5	59.5
1995	92.5	67.7	72.5
1996	144.6	102.6	126.5
1997	116.0	68.9	170.0
1998	181.0	60.8	80.0
1999	95.7	86.4	102.9
2000	104.5	73.0	130.5
2001	243.6	100.3	148.9
2002	134.6	102.8	126.4
2003	105.0	86.0	104.5
2004	274.7	131.6	110.0
2005	151.6	119.7	124.4
2006	196.6	73.5	94.2
2007	148.6	93.9	97.6
2008	175.2		
2009	175.4		
<b>Periodo Retorno en años</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
5	184	116	118
10	211	134	134
25	246	157	154
50	272	174	169

<b>Temperatura media anual en grados Celsius (°C)</b>			
	<b>Puerto</b>	<b>Ocotal</b>	<b>Condega</b>
<b>Años</b>	<b>Cabezas</b>		
1956			23.1
1957			23.6
1958		20.9	23.1
1959		20.5	23.3
1960		20.5	24.3
1961		20.2	22.7
1962	26.6	20.1	23.9
1963	26.0	20.3	21.2
1964	26.3	20.3	21.3
1965	26.5	19.8	20.3
1966	26.2	19.9	20.0
1967	26.2	19.7	21.4
1968	26.4	19.5	21.2
1969	26.9	22.5	24.8
1970	26.0	23.6	25.0
1971	25.8	24.4	24.6
1972	26.1	25.1	25.4
1973	26.2	24.4	25.1
1974	26.1	24.1	24.3
1975	25.9	24.6	24.4
1976	25.9	24.5	24.7
1977	26.4	24.9	25.0
1978	25.7	24.9	24.9
1979	25.8	25.0	24.6
1980	26.2	24.7	24.3
1981	25.5	24.4	24.4
1982	26.3	24.6	24.8
1983	26.8	25.4	25.7
1984	26.1	24.5	23.2
1985	26.2	24.4	23.2
1986	26.4	24.5	23.5
1987	26.8	25.5	24.4
1988	27.2	24.8	23.6
1989	27.4	23.9	23.3
1990	27.6	23.9	24.0
1991	27.5	24.4	24.6
1992	27.1	24.3	25.0
1993	27.0	24.0	24.2
1994	26.9	24.0	24.4
1995	26.8	24.3	24.5
1996	26.2	23.8	23.9
1997	26.9	24.4	24.4
1998	26.9	24.6	25.0
1999	26.1	23.7	23.9
2000	26.1	24.2	24.3
2001	26.5	24.3	24.7
2002	26.8	24.5	24.8
2003	26.8	24.8	25.1
2004	26.6	24.7	25.0
2005	26.9	24.7	24.7
2006	27.0	24.8	24.6
2007	26.8	24.6	24.7
2008	26.6	24.2	24.3
2009	26.7	24.5	24.8

