

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I



TESIS DOCTORAL

**Reconstrucción de la variabilidad pluviométrica en Angola en
el periodo 1979-2003**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Joaquim Adolfo Xavier

Directores

María Belén Rodríguez de Fonseca
Elvira Zurita García

Madrid, 2013

Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I
Universidad Complutense de Madrid

Reconstrucción de la variabilidad pluviométrica en Angola en el periodo 1979-2003

Joaquim Adolfo Xavier

Memoria de Tesis presentada para optar al grado de Doctor

Dirigida por

Dra María Belén Rodríguez de Fonseca

Elvira Zurita García

Madrid, 2013

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo quiero agradecer al Gobierno del Reino de España. España, a través de la Cooperación con el Gobierno de la República de Angola, me ha permitido, entre los años 1997 y 2000, beneficiarme con una beca para el curso de Doctorado en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Este trabajo de tesis, aunque a veces ha resultado bastante arduo, lo considero de gran valía, no solamente para los profesores y científicos, sino también para aquellos curiosos que se interesan por un tema tan actual como **“El Cambio Climático”**.

Quiero expresar mis agradecimientos, de todo corazón, a las profesoras Belén Rodríguez de Fonseca y Elvira Zurita. Esta última, muy especial para mí, ya no se encuentra entre nosotros. Descanse en Paz. Desde el primer momento de mi llegada al Departamento me han dado su apoyo, fundamental para llevar adelante este proyecto.

A Belén Rodríguez, no solamente como directora de la Tesis, sino también como profesora, la considero una persona sin la cual este trabajo de Tesis no hubiera sido posible. Siempre ha encontrado tiempo y dedicación para este trabajo, incluso estando ella misma ocupada con su propio trabajo de Tesis.

También quiero agradecer a los otros profesores de este Departamento, que directa o indirectamente, gracias a sus valiosos consejos, han contribuido sin duda a la mejora de este trabajo de Tesis. Considero que éste servirá de apoyo a los hombres del saber, gobernantes, y estudiantes de todos los niveles, que por primera vez dispondrán en las bibliotecas públicas y privadas de un trabajo de investigación riguroso acerca de la variabilidad climática de Angola.

Como no podría ser de otra manera, también me encuentro enormemente agradecido a muchos becarios de este Departamento (Marta, Iñigo, Roberto y Jorge), así como del personal administrativo y de apoyo técnico (Salvador y Lucía).

También tengo un recuerdo especial para aquellos colegas que, por varios motivos, ya no se encuentran en la Facultad de Ciencias Físicas (Javier, Quique, Irene, Teresa, Alberto).

Por último dedico esta obra, con todo amor y cariño, a mi familia, y a todos los angoleños.

ÍNDICE

Capítulo 1.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

ESTADO DEL CONOCIMIENTO	1
1.1. El sistema climático. Conceptos generales.....	1
1.2. El clima tropical	3
1.2.1 Definición y conceptos de la región tropical	3
1.2.2 La importancia de los trópicos	4
1.3. El clima tropical de África	5
1.3.1. Descripción geográfica del continente africano	5
1.3.2. África meridional	9
1.3.2.1. Descripción geográfica de la región	9
1.3.2.2. La precipitación en el África meridional	11
1.4. Angola	14
1.4.1. Situación geográfica	14
1.4.2. Clima en Angola	15
1.4.3. Principales factores del clima en Angola	18
1.5. Estudios sobre variabilidad de la precipitación en el África meridional.....	24
OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	27

Capítulo 2.

METODOLOGÍA Y DATOS	29
2.1. Elección del modelo	29
2.2. Desarrollo del modelo estadístico de predicción.....	32

2.2.1. Elección de los predictores. Predictores “in situ” y lejanos	32
2.2.1.1. Predictores “in situ”: datos atmosféricos y oceánicos	32
2.2.1.2 Predictores “lejanos”. Índices climáticos.....	33
2.2.2. Modelo de regresión múltiple	35
2.3. Creación de predictores de la precipitación	40
2.3.1. Creación de mapas compuestos	40
2.3.2. Creación de índices a partir de mapas compuestos	41
2.4. Validación del modelo	42
2.5. Breve descripción del análisis de componentes principales	42
2.6. Análisis de significación estadística	46
2.7. Datos de precipitación	47

Capítulo3.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PRECIPITACIÓN EN ANGOLA

3.1. Elección de la estación lluviosa	51
3.2. Estudio de las componentes principales de la precipitación en Angola	56
3.2.1. Estudio de las componentes principales de la precipitación en Angola.....	56
3.2.2. Circulación en superficie asociada a la variabilidad de la precipitación.....	66

Capítulo 4.

DESCRIPCIÓN Y CREACIÓN DE PREDICTORES DEL MODELO

4.1. Índices oceánicos y atmosféricos conocidos.	81
4.1.1. Índices oceánicos conocidos	81
4.1.1.1. El Niño	81
4.1.1.2. Niño 3	83

4.1.1.3. Niño 3-4 (0,1, 2, 3, 4)	84
4.1.1.4. Niño 1+2 (0, 1, 2, 3, 4).....	85
4.1.2. Índices atmosféricos conocidos	86
4.1.2.1 Índice de la Oscilación Cuasi bienal	86
4.1.2.2 Índice de la Oscilación del Sur	88
4.2. Índices oceánicos creados a partir de trabajos de otros autores.....	90
4.2.1.Índices oceánicos	90
4.2.1.1. Índice de centro del océano Índico ecuatorial	90
4.2.1.2. Índice de la corriente cálida de Angola	92
4.2.1.3. Índice de la corriente fría de Benguela	93
4.2.1.4. Índice de la corriente cálida de Agulhas	95
4.2.1.5. Índice del frente Angola-Benguela	97
4.2.1.6. Índice de la dorsal de Angola	99
4.2.1.7. Índices del Atlántico sur tropical	100
4.2.2. Índices atmosféricos	102
4.2.2.1. Índice del anticiclón del Atlántico sur	102
4.2.2.2. Índice de la oscilación del Índico sur	107
4.3. Índices creados a partir de mapas compuestos	108

Capítulo 5.

RECONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS DE ANGOLA	113
---	------------

Capítulo 6

CONCLUSIONES	147
---------------------------	------------

TRABAJO FUTURO	149
-----------------------------	------------

REFERENCIAS	152
--------------------------	------------

ANEXO I	169
APENDICE I : Publicaciones	172
APENDICE II : Indices creados	191

MOTIVACIÓN

La república de Angola posee una importante falta de datos en las series de precipitación y temperatura observados in situ desde 1979 y hasta 2003, debido a la guerra civil que asoló el país durante estas décadas.

Este motivo acentúa el hecho de que existan sólo unos pocos y obsoletos estudios describiendo el clima en la región y su variabilidad, por lo que los mejores del Estado de Arte de la climatología de la lluvia y de su variabilidad es un punto esencial de estudio para el entendimiento del clima tropical reciente.

El periodo sin datos tiene lugar tras el “climate shift” de los 70’s, tras el cual se han documentado cambios importantes en el clima global. A pesar de que Angola poseer recursos naturales, hídricos y agro-pecuarios, la agricultura continúa siendo la base fundamental de la supervivencia de la población y depende del binomio (precipitación –agricultura).

Por este motivo, me propongo hacer un trabajo sobre la reconstrucción de la variabilidad pluviométrica en el periodo 1979-2003. La información obtenida de este estudio será de gran utilidad y constituirá un paso en la mejora del conocimiento de la climatología de Angola y de su variabilidad que dará una contribución científica al cambio climático global.

Capítulo 1. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1. ESTADO DEL CONOCIMIENTO.

1.1. EL SISTEMA CLIMÁTICO. CONCEPTOS GENERALES

El sistema climático se define como un conjunto de componentes cuyas propiedades y procesos establecen el clima y son responsables de su variabilidad. Se trata de un sistema termo-hidrodinámico, compuesto por cinco subsistemas: la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la litosfera y la biosfera. Estos cinco elementos están ligados entre sí, constituyendo un sistema global, en el que las variaciones del estado de uno de los mismos afecta al comportamiento de los otros, desencadenando una reacción cuyos efectos pueden reforzar o retraer la variación original (Peixoto, 1987).

La atmósfera es el subsistema de mayor variabilidad dentro del sistema climático, así como aquél que tiene el menor tiempo de respuesta. En cuanto a los océanos, son la parte más importante de la hidrosfera, siendo la principal fuente de humedad del ciclo hidrológico (evaporación), influyendo decisivamente en las variaciones climáticas, absorbiendo la mayor parte de la radiación solar que alcanza la superficie del globo. En virtud de su masa y del gran valor del calor específico del agua, los océanos representan una enorme reserva de energía, de modo que poseen una inercia mecánica y térmica grande, cuyas escalas temporales pueden ir de algunas horas a meses y años. Las corrientes oceánicas son una parte integrante del ciclo hidrológico. Ellas transportan cantidades enormes de calor de las regiones ecuatoriales (más cálidas) a las regiones polares y por consiguiente más frías (Mcgregor y Nieuwolt, 1998).

1. Los océanos y la atmósfera acumulan e intercambian energía en forma de calor, humedad y momento. Las mayores reservas de humedad obviamente están localizadas en los océanos, los cuales absorben más calor que el continente y la superficie de hielos, almacenando más calor que la Tierra. Este calor es liberado más lentamente sobre el continente lo cual hace que las áreas costeras se mantengan más templadas. Los cambios en el balance energético entre los océanos y la atmósfera juegan un papel importante en el cambio climático planetario.

Por otra parte, la circulación de los océanos está afectada por las variaciones que tienen lugar en la circulación atmosférica. De este modo, la fricción del viento sobre la capa superficial del océano origina las corrientes oceánicas. El viento también mezcla las superficies marinas originando lo que se llama la capa de mezcla, donde existe un pequeño cambio de temperatura vertical (Seager et al., 2001).

Los movimientos verticales por debajo de la termoclina ceden calor que es almacenado en el océano profundo y liberado de vuelta en contacto con la atmósfera. Debido a su capacidad de almacenar cantidades enormes de calor y humedad, los océanos alteran las condiciones atmosféricas, por ejemplo, formando tormentas tropicales sobre corrientes oceánicas cálidas, suministrando la energía para la formación de huracanes. Localmente, el afloramiento (*upwelling*¹) en ciertas regiones costeras, tales como África meridional (sur de Angola y Namibia) proporcionan un contraste entre la temperatura del aire sobre el océano y el continente.

Las variaciones en la circulación general de la atmósfera y del océano están relacionadas con la variabilidad de las condiciones de la superficie terrestre, tales como la temperatura de la superficie del mar, la nieve y el hielo. Estas variaciones, sobre todo en escalas de tiempo interanual e interdecadal, son de gran importancia para la vida animal y vegetal y, especialmente, para la agricultura y otras actividades relacionadas con el hombre.

En este trabajo se van a considerar fenómenos de variabilidad climática interanuales, tales como la Oscilación Cuasi-bienal (QBO), El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) en los trópicos, El Niño del Atlántico, y otros patrones regionales de teleconexión².

¹ Término en inglés para referirse al afloramiento de aguas frías del océano profundo

² Se denomina patrón de teleconexión a una estructura espacial atmosférica que se relaciona con el comportamiento anómalo de variables climáticas en regiones alejadas

1.2. EL CLIMA TROPICAL

1.2.1 Definición y conceptos de la región tropical

Dado que la latitud no es el único factor que determina el clima, los llamados trópicos de Cáncer y de Capricornio no son adecuados para servir como límites de los climas tropicales. En efecto, algunas regiones con características tropicales claras están en latitudes superiores a 23,5°, mientras que otras áreas obviamente no tropicales están mucho más cercanas al ecuador.

Algunos geógrafos reservan el término "*trópico*" para aquellas regiones donde la precipitación es suficiente para la agricultura, sin necesidad de utilizar la irrigación (Gourou, 1953). De esta condición se deriva el término "trópicos húmedos". Sin embargo, es difícil determinar la cantidad de precipitación necesaria para mantener la agricultura sin irrigación. La mayoría de estimaciones varían entre 450 a 600 mm por año (Köopen, 1936).

El mejor medio para determinar los límites climáticos es definir una característica común. Sin duda, la ausencia de una estación fría es la característica climática de las bajas latitudes, como ilustra un antiguo adagio "*donde el invierno nunca llega*" (McGregor y Nieuwolt, 1998).

Sin embargo, definir y delimitar los trópicos atendiendo a la falta de una estación invernal no debe hacerse considerando únicamente un valor límite de temperatura. Así, por ejemplo, el valor de temperatura media de 18° C, utilizado muchas veces en los textos antiguos de climatología, no es aconsejable, porque excluye las altas latitudes tropicales, donde las temperaturas permanecen frecuentemente por debajo de este límite, aun cuando estas áreas son verdaderamente tropicales dado que no experimentan una estación fría.

Un buen indicador de la estación fría es la ausencia de variación anual de temperatura. Esta variación es nula sobre el ecuador térmico, que generalmente está a uno o dos grados del ecuador geográfico, y aumenta con la latitud, aunque presenta una fuerte influencia del continente. Mientras que en las latitudes medias la variación anual generalmente supera al índice de variación diaria de temperatura, en los trópicos sucede lo contrario. Esta es una característica importante de los trópicos, por lo que, frecuentemente, la línea donde los índices de variación diaria y anual son casi iguales se toma como límite extremo de los trópicos.

Para establecer los límites tropicales se utilizan los valores de la temperatura reducidos al nivel del mar, los cuales están sujetos a errores, ya que se basan en un gradiente estándar de decrecimiento de la temperatura con la altitud, siendo estos errores poco importantes, y a cambio tienen la ventaja de que permiten establecer una interpolación fácil a partir de muchos datos de temperatura dignos de confianza. Su forma general es simple y, al aplicarla, aparecen los trópicos delimitados como un cinturón alrededor del ecuador, variando en anchura entre 40° y 60°, estando el 80 % de los mismos sobre la superficie marítima (McGregor y Nieuwolt, 1998).

Los meteorólogos, muchas veces, utilizan como límite alternativo para los trópicos el eje de las células subtropicales de alta presión, el cual viene dado por la línea que divide las circulaciones atmosféricas dominadas por los vientos de este (trópicos) de las dominadas por los vientos del oeste (latitudes medias) (Hastenrath, 1985). Este límite tiene la desventaja de moverse latitudinalmente con las estaciones incluyendo muchas áreas con climas subtropicales, los cuales presentan características típicas tropicales solamente durante el verano, pero donde hay inviernos fríos con temperaturas medias debajo de 18°C para el mes más frío. El límite actual de los trópicos se mueve sobre largas distancias alrededor de una posición media indicada en el mapa por una línea: la línea límite, por consiguiente, tan solo representa una zona de transición y no un cambio repentino del clima (Tarakanov, 1982).

1.2.2 La importancia de los trópicos

Los climas tropicales tienen efectos que abarcan mas allá de los límites de las regiones donde actualmente prevalecen:

- El balance de la radiación tropical y las condiciones resultantes de la temperatura son el gran motor de la circulación general de la atmósfera, y una gran parte del índice hidrológico atmosférico tiene su origen en los trópicos.
- Fenómenos tropicales intermitentes, como el ENSO (El Niño-Oscilación del Sur), ejercen su influencia en el clima sobre grandes áreas, incluyendo muchas zonas de las latitudes medias.

Por ello, el conocimiento de los climas tropicales es de gran importancia, ya que éstos controlan la vida de los seres vivos y las actividades económicas en mayor grado que los climas de las latitudes medias.

Además, los climas tropicales afectan a una población de cerca de 2400 millones de personas, el 45% de la población mundial. La mayoría viven en los trópicos húmedos y casi el 60% de ellos viven en la parte meridional y oriental de Asia.

Muchos de estos países pertenecen al grupo de países desarrollados o en vías de desarrollo, caracterizados por un bajo índice de vida y una fuerte concentración económica en la agricultura y en la producción de materia prima para productos industriales que no fabrican. La pobreza de esos países se ilustra por el hecho de que en 1991, de 82 países localizados en climas tropicales, el 78% tenían una renta per cápita (PNB³) por debajo de 1500 dólares norteamericanos. En una escala global, solamente el 43% de los países se encuentran en esta categoría (McGregor y Nieuwolt, 1998). Otros indicadores de pobreza son el bajo poder de compra, bajo porcentaje en agua potable, calidad de vida muy pobre y gran porcentaje de mortalidad infantil.

Sin embargo, aunque parezca contradictorio, los países tropicales producen muchas materias primas, tales como petróleo, cobre, estaño, bauxita, hierro, uranio y gas natural, y tienen producción industrial (India, Filipinas, Indonesia) y servicios comerciales y financieros (Singapur, Malasia). La agricultura es todavía el principal factor de la economía, sirviendo como base de alimentación de subsistencia, siendo el clima uno de los factores de producción.

1.3. EL CLIMA TROPICAL DE ÁFRICA

1.3.1 Descripción geográfica del continente africano

- El continente africano es el segundo continente más grande del mundo, después de Asia. Los griegos se referían a él como Libia. Cuando los romanos empezaron a explorar el área entre Cyrenaica y Mauritania, fue cuando la zona recibió el nombre de África, derivada de la palabra Aouriga, que quiere decir Afarica aplicada a los habitantes bereberes que habitaban esta área (Griffiths, 1972).
- África está limitada al norte por el mar Mediterráneo, al oeste por el océano Atlántico, al este por océano Índico y al noreste por el mar Rojo. Cubre un área de cerca de 30.300.000 km², aproximadamente el 20,2 % de toda la superficie continental mundial. Su extensión de este a oeste es de 7.200 km y de norte a sur de 8.000 km. De todos los

³ Producto Nacional Bruto

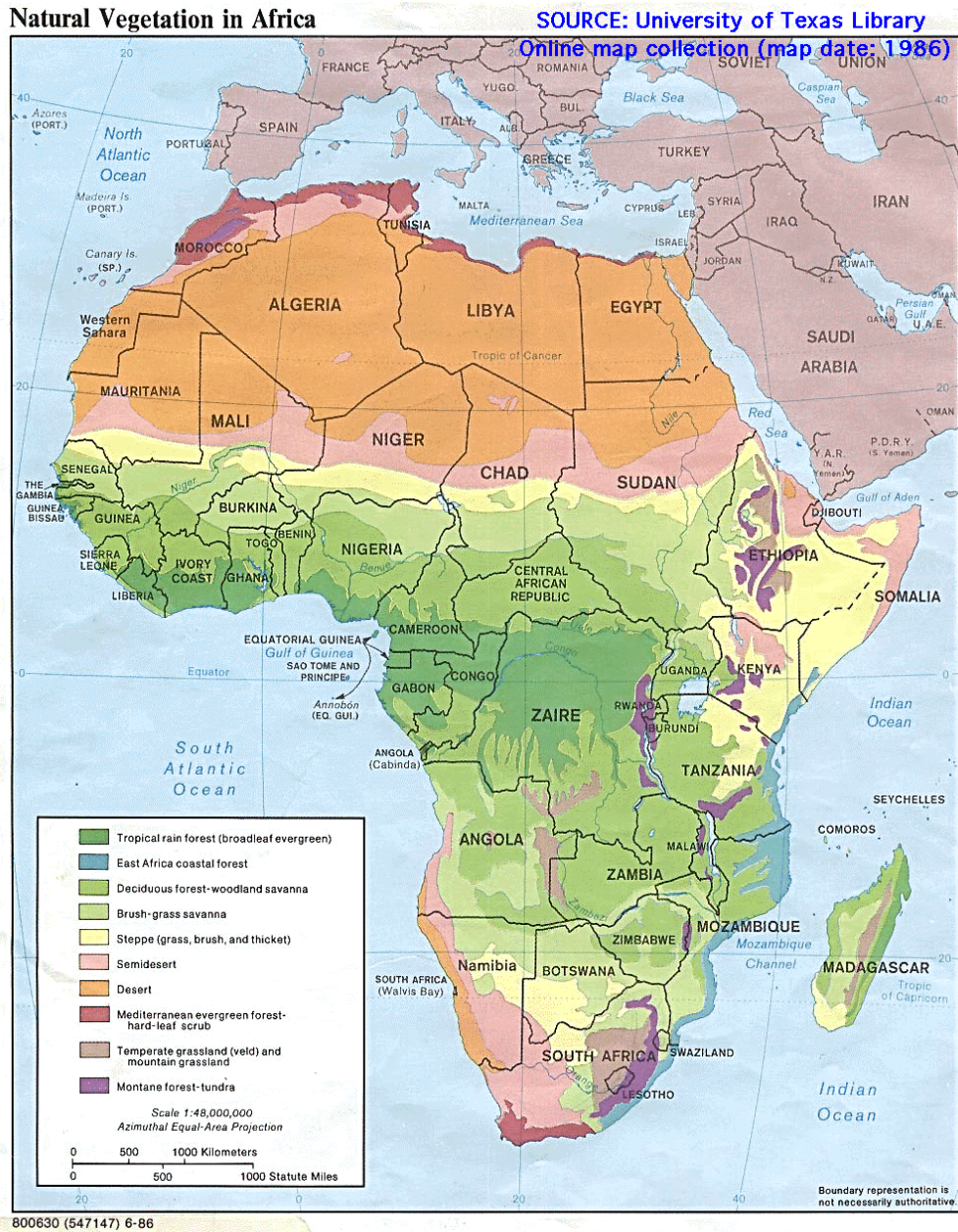
continentes, se trata del más simétrico con relación al ecuador, siendo el Cabo Blanco el punto más al norte (37° N) y el Cabo de Agulhas a 35° S el punto más a sur. El litoral tiene una longitud de 30.539 Km.

- El país más grande es Argelia (2.381.741 km²). Los de mayor población son: Nigeria (107.000.000 de personas), Egipto (64.800.000 de personas) y Etiopía (58.700.000 personas). El punto con mayor altitud está situado en Tanzania, en el África oriental (monte Kilimanjaro, 5895 m). El punto de menor altitud es el lago Assal en Djibouti, también en el África oriental, cerca del cuerno de África, con 156 metros por debajo del nivel del mar.
- Los mayores lagos son el lago Victoria (69.500 km²), el lago Tanganyika, el lago Malawi y el lago Chad. El río Nilo es el más grande, con 6.825 km de extensión. Otros ríos importantes son el Congo (Zaire), el Níger y el Zambeze. El continente africano posee vastos desiertos, archipiélagos e islas, incluyendo el desierto cálido (figura 1.1) del Sahara.
- Podemos diferenciar las siguientes zonas:
 1. África occidental y Sudán Meridional
 2. África oriental.
 3. África ecuatorial.
 4. África meridional, donde se encuentra Angola.
 5. Madagascar.

Las tres cuartas partes del continente se extienden dentro de la zona intertropical, lo que conlleva un clima cálido en gran parte del territorio, con una media anual superior a los 20°C y con escasas variaciones, debidas al régimen de lluvias, salvo en las zonas desérticas donde estas variaciones de temperatura son mucho mayores.

Podemos distinguir 6 zonas climáticas diferenciadas (en el mapa de vegetación de la figura 1.1, los diferentes colores se corresponden con las zonas climáticas):

- *Zonas con clima ecuatorial.*- Con una media anual de 25°C y escasas variaciones de temperatura y con lluvias todo el año que pueden superar los 2.500 mm anuales. Se extiende por la depresión del Congo, a ambos lados del ecuador hasta el lago Tanganyika hacia el este, las costas del golfo de Guinea, costa de Natal (Sudáfrica) y todo el este de Madagascar.



• **Figura 1.1.** Mapa de vegetación de África
(Fuente: Librería virtual Universidad de Texas, EEUU)

- *Zonas con clima tropical húmedo.*- Caracterizada por la alternancia de una estación seca y otra húmeda con menos de 1.500 mm de lluvia al año, pero separadas una de otra en la medida en que la zona se aleja del ecuador. Comprende una franja de unos 450 km de media, que rodea a toda la zona tropical de la depresión del Congo, toda la región de los Grandes Lagos, la costa de Mozambique, la costa de Tanzania y Kenia desde Dar es Salaam hasta Mombasa, la región de Addis Abeba y toda la zona central de Madagascar.
- *Zonas con clima tropical seco.*- Llamado también clima sudanés, se caracteriza por la prolongación de la estación seca, siendo esta más larga cuanto más cerca está del trópico. La sequía se acentúa por los vientos cálidos que soplan del noreste hacia el Atlántico. Las lluvias suelen ser inferiores a los 1.000 mm al año. Comprende una gran franja que rodea a toda la zona con clima tropical húmedo, hasta la altura del río Senegal y lago Chad en el norte del continente y todo el centro y este del sur del continente, así como todo el oeste de Madagascar.
- *Zonas con clima sahariano.*- En estas zonas, con clima también llamado estepario, las lluvias son muy escasas (inferiores a los 500 mm anuales) y durante un corto periodo del año (menos de tres meses) siendo, además, muy irregulares de unos años a otros. Las temperaturas son más elevadas que en las zonas más húmedas llegando a superar los 40° C al final de la estación seca. Comprende las tierras que están dentro de una franja de unos 300 km al norte y sur del desierto del Sahara, toda la costa del mar Rojo comprendida desde el norte de Sudán hasta el extremo sur de Somalia y la mitad suroeste del África austral bordeando los desiertos de Kalahari y Namibia.
- *Zonas con clima de tipo mediterráneo.*- Los veranos suelen ser cálidos y secos, en tanto que los inviernos son no muy fríos y húmedos con una media anual de 18° C de temperatura. Comprende las tierras dentro de una estrecha franja de unos 50 km de los extremos norte y sur del continente.
- *Zonas con clima desértico.*- Con casi nula pluviosidad (por debajo de los 100 mm al año) comprende el desierto del Sahara, el más grande del mundo con sus ocho millones de kilómetros cuadrados, y los desiertos de Kalahari y Namibia. En estas

regiones, las variaciones de temperatura entre el día y la noche pueden alcanzar los 50° C.

1.3.2. África meridional

1.3.2.1. Descripción geográfica de la región

- Fisiográficamente, esta región del continente africano, situada al sur de los 5°S está dominada por una extensa meseta con una altitud media de 1.200 m, que se extiende desde 100 km a partir de la costa atlántica hasta 300 km de la costa del océano Índico, en la parte norte de la región, y hasta cerca de 100 km en la parte sur. En la zona occidental de la meseta sobresalen el sistema montañoso del Dámara, cuya orientación es de norte hacia sur, donde se encuentra la Sierra da Chela en Angola, con altitudes de 2600 m, y la meseta de Kuito (Bié) con altitud media entre 1.000 y 2.500 m. En la parte sureste de la región podemos encontrar la cadena montañosa de Drakensberg, de orientación norte-sur, con altitudes comprendidas entre 2.100 y 3.350 m. Al noreste de la región destaca el macizo montañoso de los grandes lagos y de la región del Rift, con altitudes comprendidas entre 2.400 y 3.500 m, así como los grandes lagos Niassa y Tanganika. En la parte este, la región está dominada por las montañas de Zimbabwe, de pequeña extensión con altitudes máximas del orden de 2.600 m (Ferreira, 1965), (figura 1.2).
- El África meridional está recortada por las grandes cuencas de los ríos Congo, Zambeze, Limpopo y Orange, que divergen desde la meseta del Bié (Kuito) en Angola y de las montañas de Drakensberg en Sudáfrica. La depresión de Orange-Zambeze, entre la cadena del Dámara y Drakensberg, se extiende hacia noreste por los valles de los ríos Zambeze y Limpopo hasta Mozambique, con altitudes que van desde 400 hasta 1.000 m.
- Tanto la naturaleza del suelo como su revestimiento influyen en las condiciones climáticas del África meridional (Ferreira, 1965).
- Podemos encontrar en los desiertos de Kalahari y del Namibe, un suelo arenoso y seco, fuertemente absorbente de la radiación solar incidente y mal conductor del calor, provocando grandes variaciones diurnas de la temperatura.
- En las regiones de la meseta centro-africana, entre las latitudes de 8°S y 16° S en la parte occidental y 20° S en la parte oriental, el revestimiento predominante es de

floresta poco densa y de sávana. La cubierta vegetal absorbe casi toda la radiación solar incidente y también la energía emitida por el suelo.

- Hacia sur de estas latitudes, el revestimiento está diseminado, no diferenciado, característico de las regiones áridas y relativamente secas, pasando gradualmente a estepa arborizada en la zona central de la meseta, a estepa subdesértica en la faja litoral occidental, extendiéndose hasta norte de Namibe (Angola), y a estepa desértica en los desiertos de Kalahari y Namibe.
- En las regiones montañosas del suroeste africano se localizan extensas praderas con pequeñas manchas de espesos bosques.
- La faja costera del Índico presenta vegetación en mosaico del tipo bosque-sávana.
- Al noroeste de Angola y en la cuenca del río Congo el revestimiento de bosques es poco denso o de sávana, relativamente húmedo y con regiones de densos bosques. Estas características pueden apreciarse en el mapa de la figura 1.2

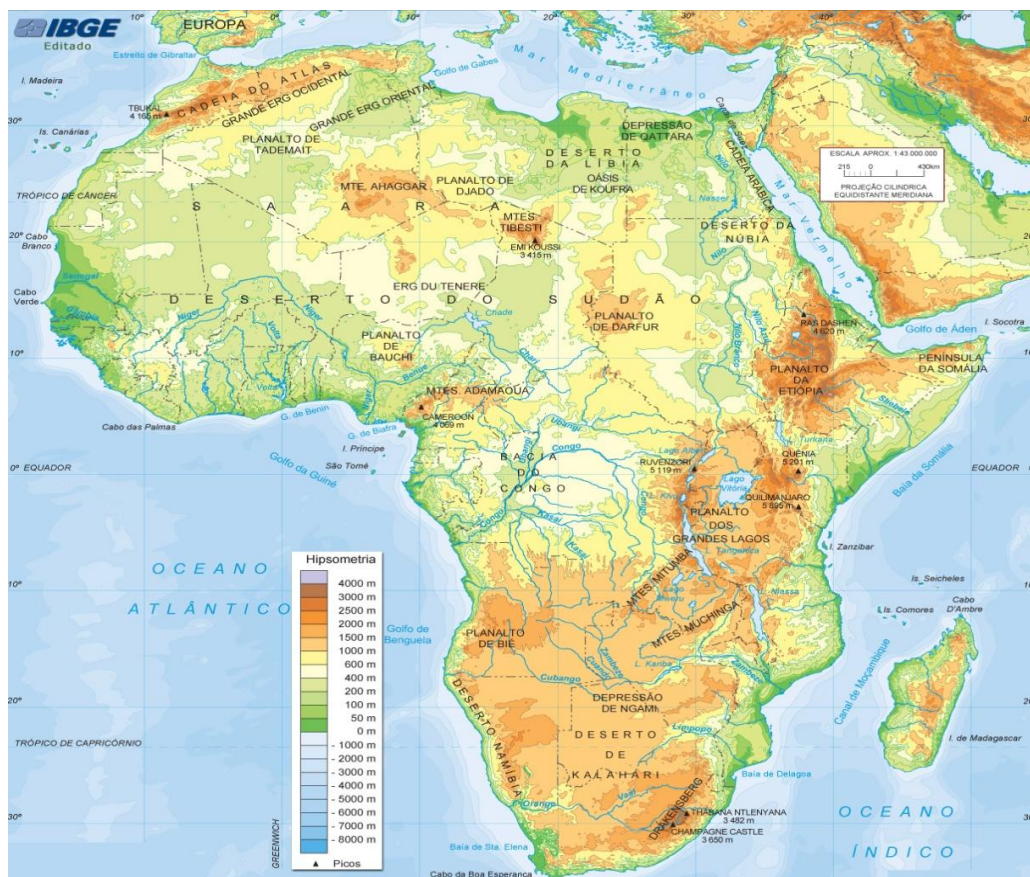


Figura 1.2. Mapa Físico de África (Fuente : Instituto Brasileiro de Geomorfología y Estadística. Rio de Janeiro-Brasil).

1.3.2.2. La precipitación en el África meridional

El principal elemento climático en las regiones tropicales es la precipitación, que consecuentemente es un factor socio-económico predominante en el desarrollo de los países que forman parte de esta región, cuya economía depende del binomio agricultura-precipitación. La región del África meridional cubre una gran extensión, por lo que existen considerables diferencias latitudinales en el clima. El clima del África meridional está altamente influido por:

- La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).
- Las células subtropicales de altas presiones de los océanos Atlántico Sur e Índico Sur.
- Las corrientes oceánicas.

En el mapa de isoyetas se observa un decrecimiento en la precipitación con la distancia al ecuador (figura 1.3). Además, tiene lugar una transición de las distribuciones estacionales de la precipitación, que pasan del tipo bimodal (dos estaciones) a tipo unimodal (una sola estación)

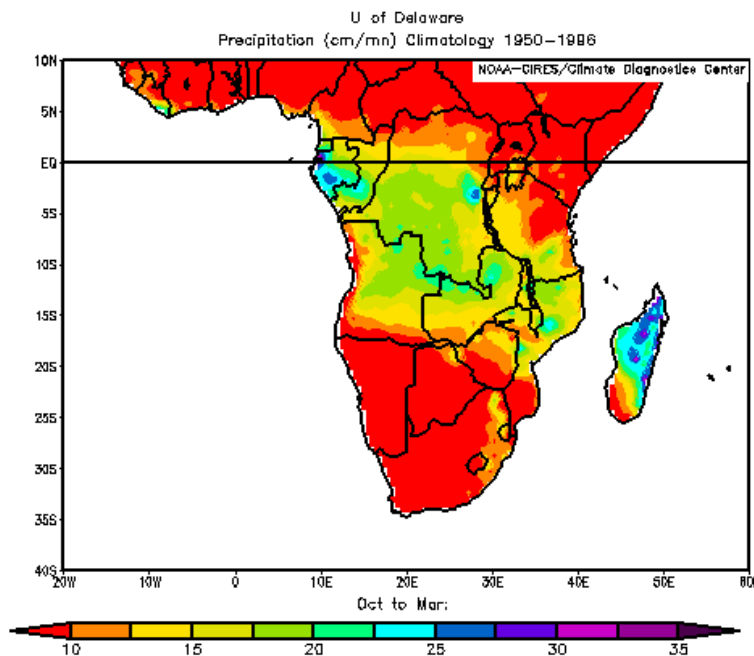


Figura 1.3. Precipitación (cm/mes) / octubre-marzo / 1950-1996 /

Figura realizada con la aplicación de la NOAA del Climate Diagnostic Center.

Datos empleados: Precipitación de la Universidad of Delaware.

- Ambos hechos están estrechamente relacionados con los movimientos estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ), junto con su rama occidental, el *Congo Air Boundary* (CAB), dirigiéndose durante el verano austral en dirección polar (figura 1.4 y figura 1.5).

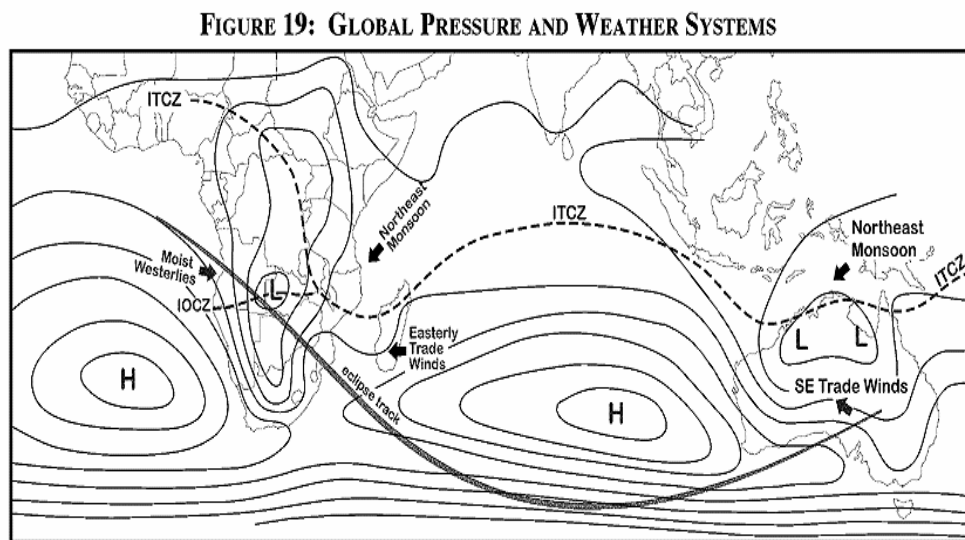
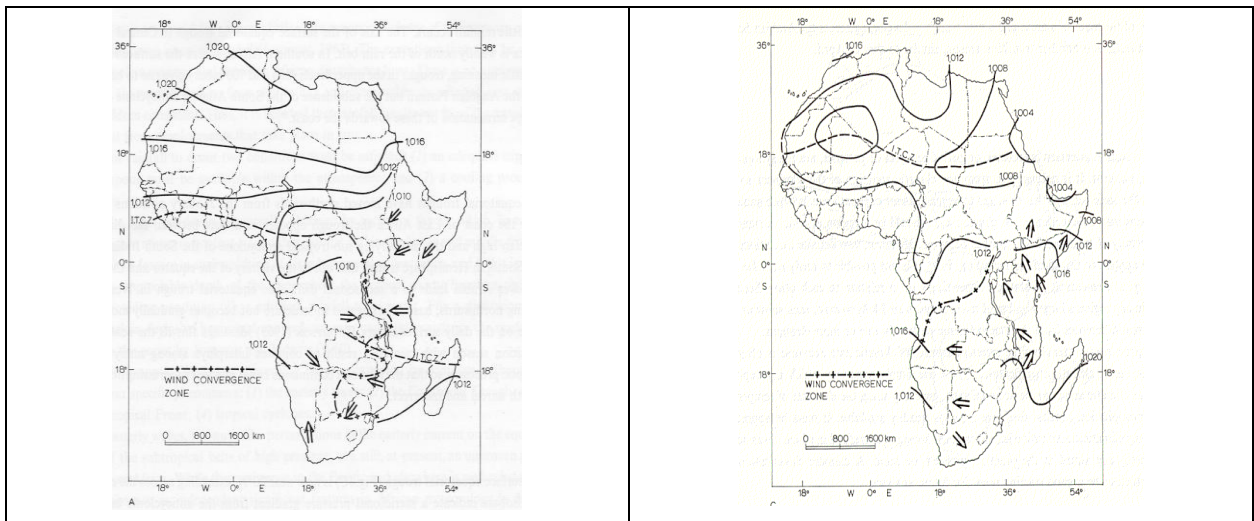


Figura 1.4. Presión media a nivel mar y patrones de tiempo característicos en África Meridional. (Fuente: [http:// eclipse.gsfc.nasa.gov](http://eclipse.gsfc.nasa.gov))

- La corriente fría de Benguela es de gran importancia al "oeste" del océano Atlántico tropical (Ferreira, 1965). En la zona más estrecha del continente africano, la corriente fría de Benguela al oeste y el canal caliente de Mozambique al este, originan diferencias térmicas longitudinales intensas. En el oeste, las temperaturas de la superficie del mar son de 15-20° C durante la mayor parte del año, y su efecto frío estabilizador alcanza casi hasta el ecuador. Esto retiene el movimiento de la ZCIT en su avance hacia el sur durante el verano del hemisferio austral, mientras que en las áreas orientales de la ZCIT se alcanzan los 15° S en enero.
- Por otra parte, la diferencia de temperatura de la superficie del agua afecta con gran intensidad a las masas del aire que se mueven hacia el continente. Al oeste, dichas

masas de aire se originan principalmente en los centros de altas presiones subtropicales sobre el Atlántico meridional, siendo relativamente estables con una capa de inversión en niveles entre 1.000 y 2.500 m. Estas masas de aire aumentan su estabilidad debido a la corriente oceánica, y sólo se producen lloviznas en las áreas litorales de la costa occidental. Este efecto es particularmente intenso durante el invierno del hemisferio austral, cuando la corriente fría de Benguela penetra casi hasta el ecuador, de modo que en Brazzaville, situada a unos 350 km de la costa litoral, se registra una intensa caída de temperatura y prácticamente no se recibe lluvia en este periodo. Otro efecto de esta corriente son las frecuentes neblinas en la región litoral.

- Al este la situación es bastante diferente. De diciembre a enero la zona de convergencia se localiza entre 10° y 20° S y se encuentran tres diferentes masas de aire:
 - Masas de aire del sureste, con origen en la célula de altas presiones subtropicales por encima del océano Índico y la África meridional adyacente, y por consiguiente relativamente seco.
 - Masas de aire de noreste, que pueden ser bastante húmedas e inestables, dependiendo del recorrido que hayan seguido más al norte.
 - Masa de aire del noroeste, que se desplazan con la del Congo Air Boundary (CAB), a menudo muy húmedas, ya que se mueven por encima del río Congo, de vegetación exuberante.



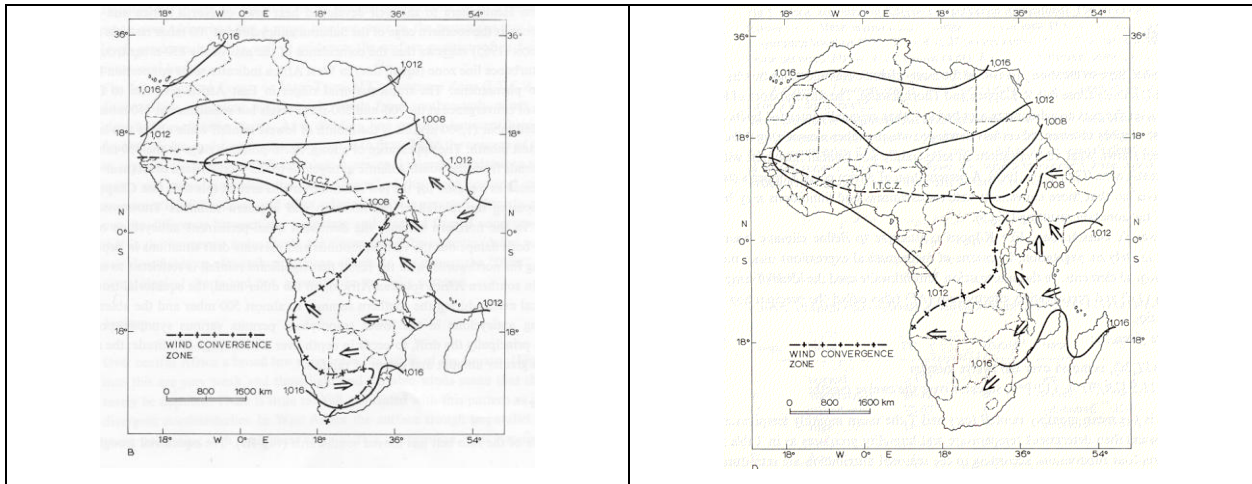


Figura 1.5. Presión media y patrones de flujo para: (a) enero, (b) abril, (c) julio y (d) octubre (Griffths, 1972)

1.4. ANGOLA

1.4.1. Situación geográfica

Angola se encuentra en la región occidental del África austral, entre los paralelos 5° y 18° de latitud sur. Su territorio se extiende entre un litoral de cerca de 1.600 km y 5.000 km de fronteras terrestres, aproximadamente. Limitada al norte y al este con la R.D.Congo (2.511 km), al este con la República de Zambia (1.110 Km), al sur con Namibia (1.376 Km) y al norte con la Republica del Congo Brazzaville (201 Km). Su superficie terrestre es de 1.246.700 km² divididos en 18 provincias. El número de habitantes en 1995 era de 11 millones, y se calcula que será de 20 millones en 2013. (figura 1.6)

Se distinguen tres regiones diferenciadas en el relieve de Angola:

- La llanura litoral: una banda que va desde los 25 km cerca de Benguela, en el sur, hasta los 100-200 km en el norte, en el valle del río Cuanza, al sur de Luanda.
- Las tierras altas: un cinturón de montañas y colinas paralelo a la costa con un rango de distancias de 20 a 100 km hacia el interior. El río Cuanza divide la zona en dos partes. En la zona al norte del río el terreno se eleva gradualmente desde la costa, alcanzando una elevación media de 500 m, con crestas de entre 100 y 1800m. Al sur del río la elevación es más abrupta, y alcanza su máxima altitud en el monte Moco (2620 m), situado en Huambo, y en el Meco (2538 m).

- La meseta central, al este de las tierras altas, con una altura media de entre 1200 y 1600 m, que ocupa el 60% del país. La superficie de la meseta es típicamente plana o con ondulaciones, pero en zonas de la meseta de Benguela y de la meseta de Huila puede alcanzar alturas de 2500 m. Sin embargo, la meseta de Malanje, al norte, raramente alcanza los 1000 m.

Los principales ríos del país nacen en la meseta central y son: el Congo en el norte, el Cuanza en el centro y el Cunene en el sur, desembocando los tres en el Océano Atlántico, y el río Cubango que desciende hacia el sur para morir en el delta del Okavango, en el desierto del Kalahari, en Botswana.

La cuenca del río Cubango, (Okavango en Namibia y Botswana) se extiende por tres estados ribereños: Angola, Namibia y Botswana. Su tránsito se regenera principalmente en Angola, donde los ríos Cubango y Cuito se juntan. A continuación se unen y cruzan la frontera con Namibia/Angola antes de desembocar en tierras húmedas comúnmente conocido por Delta del Okavango (Botswana). Es importante conocer el balance hídrico de estos ríos, para lo cual un correcto conocimiento de la precipitación es fundamental. Wilk, J. et al. (2006) hacen un estudio sobre la ecología y la hidrodinámica del delta del Okavango poco se sabe de lo que pasa en las cabeceras en Angola debido, en parte, a la falta de datos de lluvia de mediciones de flujo durante y después de la guerra civil angoleña de 1975 a 2002. El área de la cuenca, que genera agua al delta es de 165.000 km², de los cuales 82% que corresponden (135.000 km²) se encuentran en Angola. La cuenca del río Cubango se encuentra muy lejos de zonas densamente pobladas y por lo tanto relativamente prístina. Sin embargo, el reasentamiento de las comunidades podría cambiar esta situación.

Además, es probable que se produzcan los acontecimientos futuros para evaluar las condiciones hidrológicas actuales y los impactos de los desarrollos potenciales y el cambio sobre el caudal del río que requiere información hidro-climatológica y geográfica correspondiente con la suficiente resolución espacio-temporal (Wilk, 2006).

1.4.2. Clima en Angola

La República de Angola está situada en la región tropical del Atlántico sur, una característica que hace que su estudio de gran interés. Efectos de clima tropical han ido más allá de los límites de sus fronteras. El balance de radiación tropical y la humedad resultante y condiciones

de temperatura son el gran motor de la circulación general de la atmósfera. Por esta razón, el conocimiento del clima tropical y su variabilidad es crucial para la comprensión de la variabilidad del clima mundial.

El clima de Angola varía de la región norte (Cabinda), con un clima tropical, a la región sur, caracterizada por las condiciones casi desiertas (Namibe). El país sufre la influencia del anticiclón subtropical de Santa Helena y la ZCIT, y está cerca de una zona de alta variabilidad oceánica. La región de afloramiento Angola-Benguela es el foco de un gran número de estudios sobre la variabilidad del Atlántico tropical, porque es la fuente de los llamados Benguela Niños (Florenchie et al., 2003) y recientemente se ha señalado como el origen del llamado Niño Atlántico (Zebiak, 1993; Polo et al., 2008). De este modo, cantidades mínimas de precipitación tienen lugar en la parte occidental del sur del continente, cerca del desierto de Namibe, debido a la presencia de este afloramiento costero.

También las influencias remotas de los océanos Índico y Pacífico se han documentado en la región (Fauchereau et al., 2003). Ropelewski y Halpert (1987, 1989) han señalado una correlación positiva entre la precipitación de África meridional y la Oscilación del Sur. Además, la ubicación cercana de la corriente cálida de Agulhas ilustra las mayores cantidades de precipitación en estas regiones costeras (Jury et al., 2002) y la generación de extensos cúmulos directamente sobre esas regiones.

La variabilidad climática del Atlántico sur es una de las regiones con fuertes sesgos en los modelos de predicción estacional. Esta variabilidad se determina, entre otros, por la posición de la ZCIT, el anticiclón de Santa Helena y las condiciones de anomalías de la temperatura de superficie del mar. Debido a la ubicación de Angola, el conocimiento de la época de lluvias y su variabilidad a lo largo del período de observación es determinante para dar idea a la comprensión del sistema acoplado y, por tanto, la mejora del sistema de predicción estacional.

La principal característica del clima en Angola son sus dos estaciones: la estación de las lluvias y la estación seca, o del *cacimbo*. La segunda es menos calurosa y va desde mayo hasta agosto. La primera, más calurosa, dura normalmente de septiembre a abril (figura 1.6)

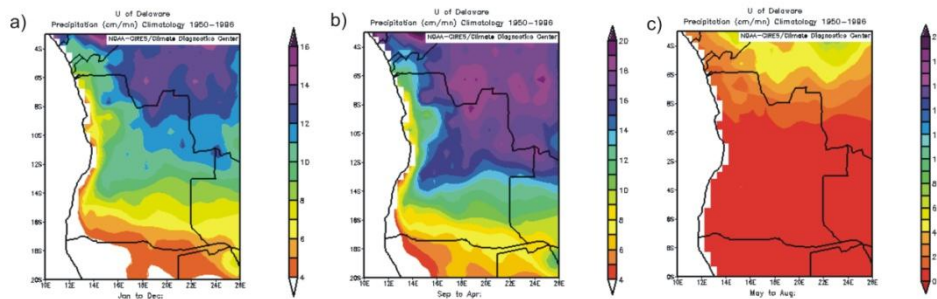


Figura 1.6. Precipitación en Angola en cm / mes: (a) Anual; (b) Estación Lluviosa (septiembre-abril); (c) Estación seca (mayo-agosto).

El clima en Angola se describe a partir de dos regiones climáticas diferenciadas:

- La región costera, relativamente húmeda, con una media anual de precipitaciones por encima de los 600 mm, que disminuye conforme bajamos hacia el sur, desde los 800 mm en el litoral de Cabinda hasta los 50 mm en el sur (Namibe), con una temperatura media por encima de los 23 grados.
- La región del interior, dividida en tres zonas:
 - la zona norte, con alta pluviosidad y elevadas temperaturas.
 - la zona de altitud, en las mesetas centrales, caracterizada por temperaturas anuales medias cercanas a los 18 grados, con temperaturas mínimas acentuadas en la estación seca .
 - la zona sudoeste, semiárida debido a la proximidad del desierto del Kalahari. Las temperaturas son bajas incluso durante la estación cálida. Esta región está sometida a la influencia de las grandes masas de aire tropical continental.

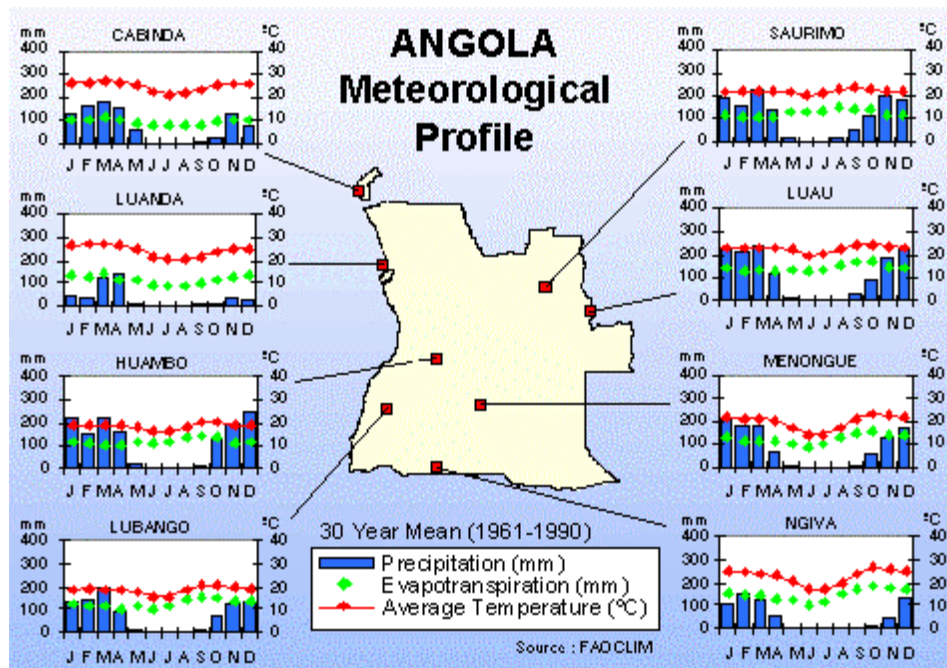


Figura 1.7. Climogramas en diversas localidades de Angola. Fuente: FAO

1.4.3. Principales factores del clima en Angola

La situación geográfica de Angola, en la zona intertropical y subtropical del hemisferio sur, la proximidad del mar, la corriente fría de Benguela y la configuración de su relieve son los principales factores que determinan y caracterizan las dos regiones climáticas referidas. A continuación, vamos a describir los factores no orográficos y los mecanismos de influencia en el clima de Angola.

La corriente fría de Benguela está situada en el límite oriental del Atlántico subtropical, y comienza en el cabo de Buena Esperanza como un flujo hacia el norte, bordeando la costa del oeste africano hacia el ecuador, hasta unos 24°S-30°S, donde se separa de la costa y se dirige hacia el noroeste. Sin embargo, dos ramas de la corriente continúan a lo largo de la costa, y una de ellas alcanza a la corriente de Angola en el llamado frente Angola-Benguela, cerca de 16°S. Dado que es una corriente fría, puede jugar un papel en la moderación de las temperaturas de la zona costera y sobre todo en la estabilización de las masas de aire, influyendo en las precipitaciones. (Walker, 1990; Kostianoy y Lutjeharms, 1999).

La corriente cálida de Agulhas está situada en el límite occidental del Océano Índico Sur, fluyendo al este de la costa africana, desde 27°S hasta 40°S (Gordon, 1985). Anomalías positivas de la temperatura de la superficie del mar en la zona de Agulhas influyen en la capa límite atmosférica, generando fuertes flujos de calor en superficie, aumentando la inestabilidad y los niveles de humedad (Walker y Lindsay, 1989, Walker, 1989, 1990; Jury, 1994; Mason, 1995). Sobre la costa este de Sudáfrica se han encontrado altas temperaturas de la superficie del mar acompañadas de altas precipitaciones: la proximidad de la corriente cálida de Agulhas parece aumentar la precipitación litoral (Walker, 1990; Mason, 1995; Jury et al., 1993), generando la formación cúmulos extensos directamente sobre ella (Lutjeharms et al., 1986).

La parte norte de Angola, incluyendo el enclave de Cabinda, se localiza en la zona ecuatorial de bajas presiones, mientras que la parte sur queda incluida en una zona de transición entre dicha zona y la zona de los anticiclones subtropicales. La región más ecuatorial, donde soplan los vientos alíseos, del sureste en el hemisferio sur, es una zona de bajas presiones y por tanto de convergencia y convección, presentando características de cielos nublados y precipitación abundante. La zona de los anticiclones subtropicales (altas presiones), presenta características de cielo despejado y precipitación deficiente.

La zona de los anticiclones subtropicales del hemisferio sur alcanza su posición más al norte en julio y la posición más al sur en enero (Queiroz, 1955; Ferreira, 1965), (ver figura 1.10).

La zona de altas presiones subtropicales se presenta dividida en varias células anticiclónicas, cuya distribución está relacionada, entre otros factores, con la disposición de los continentes y océanos. Sobre el océano Atlántico surgen en general dos células en el invierno y a veces también dos centros de poca intensidad durante el verano, aunque en este periodo sea más común la existencia de una única célula anticiclónica. Por consiguiente, existe una época del año durante la cual existe un “valle” o “desfiladero” en el Atlántico sur donde se puede generar frentes subtropicales, cuyo paso se observa a menudo en la isla de Tristan da Cunha, pero que no llega a alcanzar el territorio de Angola.

Cuando es verano en hemisferio sur, el territorio angoleño se encuentra totalmente en régimen depresionario, más acentuado al norte y hacia el interior. Esta depresión se forma en los

niveles inferiores, debido al calentamiento de la meseta interior, pero al avanzar el periodo veraniego puede alcanzar niveles elevados. La depresión continental provoca la afluencia de aire tropical marítimo, bastante húmedo, proveniente del océano Atlántico. En la misma zona depresionaria, en el mismo periodo se forma una corriente de aire tropical marítimo con origen en el Índico. De estos dos flujos resulta la modificación del aire tropical continental, que gana humedad en los niveles bajos (figura 1.4), y consecuentemente se inestabiliza. Durante el invierno, a medida que el anticiclón se desarrolla sobre el continente, la masa de aire continental invade todo el territorio de Angola, y solamente en el litoral se podrá encontrar masas de origen marítimo.

De esta manera, en el interior se observan, en general, vientos predominantes del cuadrante oeste durante la época de verano (estación lluviosa), y del este durante el invierno (estación seca). Junto a la costa, los vientos son del oeste todo el año, debido a la influencia de la brisa marítima, aunque por encima de 1 km siguen el mismo comportamiento que las estaciones situadas en el interior (figura 1.8).

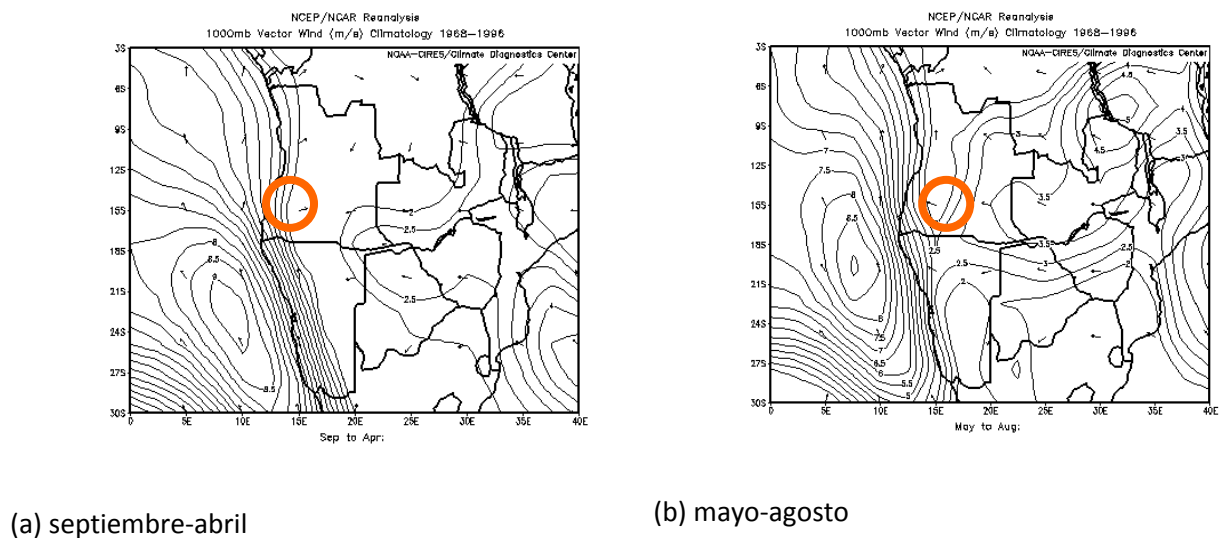


Figura 1.8. Intensidad de viento (contornos) y vector viento (flechas) durante el periodo 1968-1995 (NCEP /NCAR)

Por tanto, el clima de Angola corresponde a la situación de un territorio situado en las zonas intertropical (cálido) y subtropical (temperado-cálido) del hemisferio sur, con las correspondientes alteraciones que resultan de la acción de los factores geográficos y meteorológicos descritos, que en virtud de su frecuencia o intensidad afectan de un modo apreciable el clima. Para mejor comprensión e interpretación del clima de Angola, se divide el país en dos regiones: la región litoral y la región interior.

a) Región litoral

Como hemos dicho anteriormente, la región costera es relativamente húmeda, con una media anual de precipitaciones por encima de los 600 mm, que disminuye a medida que bajamos hacia el sur, desde los 800 mm en el litoral de Cabinda hasta los 50 mm en el sur (Namibe), con una temperatura media por encima de los 23 grados. Una situación típica de la estación lluviosa (de octubre a mayo) es la que se produce cuando el anticiclón del Atlántico sur (también anticiclón de Santa Helena) se encuentra a 30° S, y sobre el continente a 10° S hay una depresión de origen térmico. Bajo estas condiciones, la región litoral de Angola permanece bajo la acción de masas de aire tropical marítimo que va sufriendo fuertes modificaciones a lo largo de su recorrido produciendo vientos flojos o moderados del oeste (figura 1.9).

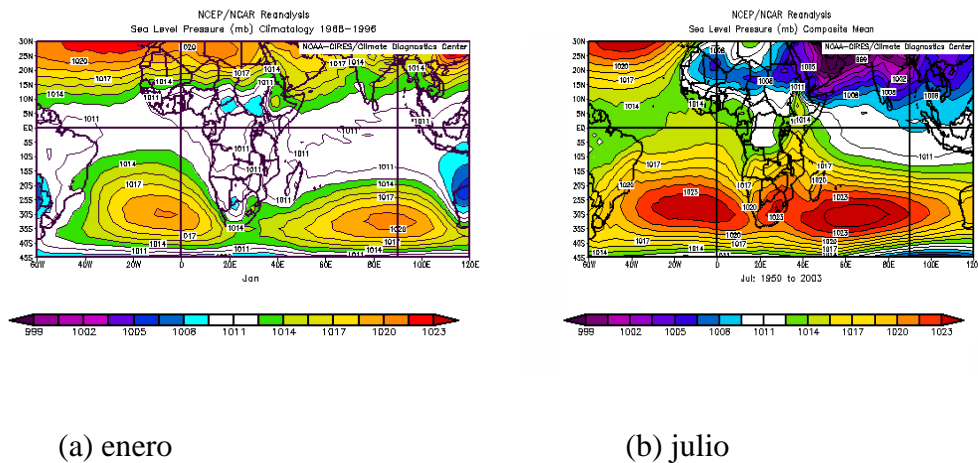


Figura 1.9. Presión en superficie (SLP, 1968-1995) para enero (a) y julio (b). Fuente NCEP /NCAR reanalysis.

Con el desplazamiento hacia el norte del centro de acción del anticiclón del Atlántico sur (a 22° S), las condiciones meteorológicas se van modificando en toda la región litoral (mayo – septiembre) y ésta es invadida por masas de aire tropical estable, aumentando la subsidencia. Además, la estabilidad de las masas de aire se ve reforzada por la presencia de la corriente fría de Benguela (junio–agosto) , que recordemos que fluye de sur a norte llevando agua más fría proveniente de latitudes elevadas. La temperatura permanece muy baja hasta cerca de 16°S, donde empieza a aumentar rápidamente (figura 1.10).

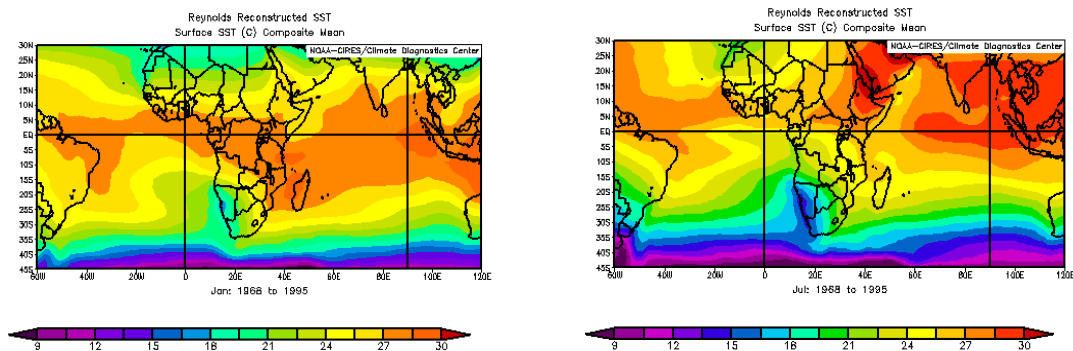


Figura 1.10. Temperatura de la superficie del mar (1968-1995) para enero (a) y julio (b).

Fuente: ERSST .

La distribución de la humedad relativa del aire depende de la cantidad de vapor de agua de la atmósfera, de la temperatura del aire y de la naturaleza de la superficie de la Tierra en la región. En la región litoral los valores de la humedad relativa media mensual son muy elevados, con poca variación durante todo el año, debido a que esta región está permanentemente bajo la acción de masas de aire marítimo.

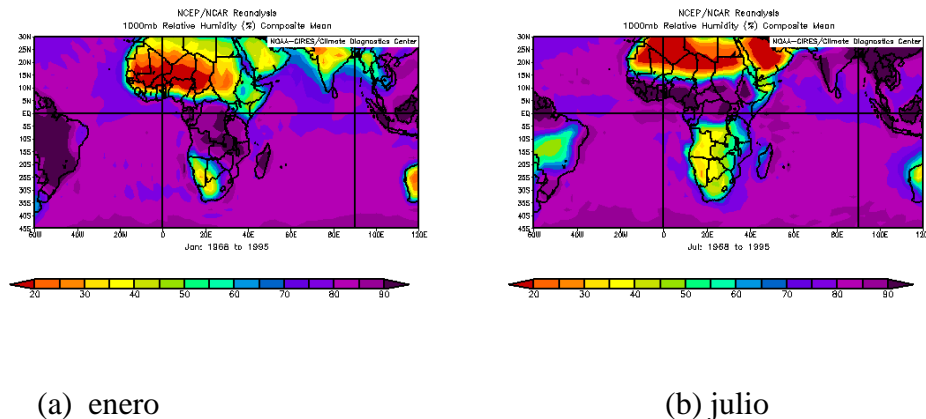


Figura 1.11. Datos de re-análisis humedad relativa (1968-1995) para enero (a) y julio (b). Fuente: reanálisis NCEP-NCAR

b) Región interior

En la región del interior hemos visto que hay que considerar tres zonas:

- la zona norte, con alta pluviosidad y elevadas temperaturas
- la zona de altitud, en las mesetas centrales, caracterizada por temperaturas anuales medias cercanas a los 18 grados, con temperaturas mínimas acentuadas en la estación seca
- la zona sudoeste, semiárida debido a la proximidad del desierto del Kalahari. Las temperaturas son bajas incluso durante la estación cálida. Esta región está sometida a la influencia de las grandes masas de aire tropical continental.

Como hemos explicado en el apartado anterior, de octubre a mayo el anticiclón del Atlántico sur (ó también Anticiclón de Santa Helena) se encuentra a 30° S, y sobre el continente a 10°S hay una depresión de origen térmico. En estas condiciones, la región interior de Angola es invadida por masas de aire ecuatorial, con viento flojo moderado del SW (Congo) y del E/NW en el interior.

Con el desplazamiento hacia el norte del centro de acción del anticiclón del Atlántico sur (a 22° S), y el establecimiento del anticiclón continental sobre el África meridional (mayo – septiembre), los vientos son flojos / moderados del SE / E y las masas de aire tienen

características tropicales.

En cuanto a la humedad relativa, en el interior hay gran diferencia entre las medias mensuales durante el periodo lluvioso y la época seca, siendo en esta mucho más bajos los valores al estar el interior de Angola bajo la acción de una masa de aire continental (figura 1.11).

1.5. Estudios sobre variabilidad de la precipitación en el África meridional

La variabilidad de la precipitación en el África meridional es objeto de estudio debido a su importancia sobre la agricultura, a la naturaleza árida y semi-árida del territorio, así como al alto grado de variabilidad observado a distintas escalas (Harrison, 1984a,b, 1986; Diab et al., 1991; Nassor y Jury, 1997; Parker y Jury, 1999; Jury et al., 1992; Jury, 1997; Nicholson y Kim, 1997; Rocha y Simmonds, 1997; Janowiak, 1988; Landman y Mason, 1999; Goddard y Graham, 1999; Cook, 2000, 2001; Nicholson y Selato, 2000; Nicholson et al., 2001; Tyson, 1986; Cohen y Tyson, 1995; Stocks et al., 1997; Rouault et al., 1997, 2003).

Se ha visto que la variabilidad interanual de la precipitación en el África meridional está intensamente modulada por el fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur (ENSO, Ropelewski y Halpert, 1987, 1989; Hastenrath, 1995) encontrándose las condiciones de periodos secos y cálidos en la mayor parte de la zona asociadas a los episodios del ENSO. Durante el evento cálido del ENSO, la precipitación en los meses de septiembre-octubre sufre un aumento, seguido por un déficit muy grande en los periodos de diciembre a marzo. Una respuesta opuesta es observada en las islas Mascareñas.

El análisis de las componentes principales llevado a cabo por Mason et al. (1994) ilustra la relación entre la variabilidad de la precipitación y el patrón de calentamiento/enfriamiento de los océanos .

El impacto sobre Africa meridional de la aparición intermitente de eventos anómalos en las regiones ecuatoriales del Pacífico (en la región de El Niño) ha sido intensamente estudiado, aunque dicho fenómeno explica solamente una parte de la varianza de la precipitación en África meridional. Reason y Rouault (2012) indican como bajo episodios de Niño hay una disminución de la lluvia en la región nororiental de Africa meridional. Cane et al. (1994) han

encontrado que eventos cálidos de El Niño están relacionados con disminución de la precipitación y la producción de maíz en Zimbawe. Otras investigaciones llevadas a cabo por Tondel y Essam (2011) han llegado a la conclusión de que en el sur de África, el fenómeno El Niño tiende a provocar períodos de sequía prolongados entre los meses de enero y marzo durante la época lluviosa, cuando las precipitaciones son más críticas para los cultivos y de este modo, acontecen condiciones precarias para el pastoreo y la demanda de mano de obra agrícola. Las zonas más afectadas son generalmente la mitad sur de los países de África austral, por ejemplo, Malawi, Mozambique, Zimbabwe, Lesoto, Sudáfrica, Swazilandia, Botswana e Namibia. Por otro lado, en Tanzania, como en el este de África, El Niño está asociado generalmente a precipitaciones superiores a normal entre los meses de octubre y diciembre, beneficiando la producción de cultivos por encima de lo normal.

Eventos similares dramáticos han sido observados en el sur de África en las costas de Angola y Namibia y han recibido el nombre de Benguela Niños (Florenchie et al., 2003; Arntz et al., 2006), encontrando que los Niños de Benguela son generadas por eventos específicos de estrés de viento en la parte occidental central del Atlántico ecuatorial. Richter, et al. (2010), al contrario de los investigadores anteriores, han dado la importancia relativa de las influencias locales y remotas en el desarrollo de los Niños Benguela usando las observaciones y un modelo de circulación general acoplado capaz de simular la variabilidad interanual en el Atlántico tropical. Aunque estudios anteriores han puesto de relieve el papel de las ondas de Kelvin ecuatorial, el presente estudio encuentra que anomalías en los vientos meridionales a lo largo de la costa suroeste de África contribuyen de manera sustancial. Tanto las observaciones y salida de los modelos indican que la temperatura superficial del mar a lo largo de la costa suroeste de África responde con rapidez a los cambios en la fuerza del viento meridional. Estas anomalías en los vientos forman parte de un debilitamiento a escala de cuenca del anticiclón subtropical de Santa Helena que se extiende hasta el ecuador. El hecho de que el debilitamiento comience tres meses antes del pico del evento, podría tener algún potencial predictivo. Los resultados también indican la estrecha correlación existente entre Niños del Atlántico y los Niños de Benguela, que en las observaciones podrían resultar de las grandes anomalías de tensión del viento asociadas al anticiclón debilitado.

Las áreas claves de temperatura de superficie del mar que se cree ejercen el mayor efecto sobre la precipitación sobre Sudáfrica incluyen: el océano Índico tropical central y occidental, el océano Atlántico sureste, y el giro subtropical de Agulhas. Walker (1990), Reason y Lutjeharms (1998) y Reason y Mulenga (1999) han hallado que las frías temperaturas de superficie del mar del suroeste de océano Índico muchas veces se asocian con las condiciones de sequía sobre el África meridional. Sin embargo, la respuesta atmosférica a las anomalías de SST en estas regiones no siempre es consistente, debido a que se superpone la influencia del ENSO que se propaga hacia la región a través de los vientos superiores (Jury et al., 1994).

Cretát et al. (2012), han investigado la influencia sobre algunos modos de variabilidad climática espacio-temporal sobre África del sur en el periodo de la estación lluviosa en diciembre, enero y febrero de 1971 a 1999. Todos los análisis se han basado directamente en áreas de precipitación en lugar de procesos atmosféricos y dinámicos encontrando que las anomalías secas son más frecuentes en los años de El Niño con una correlación de 0.75 entre El ENSO y un debilitamiento y cambio regional de la circulación de Walker y la corriente en chorro subtropical. Por otro lado, estos autores sugieren la importancia de la baja presión térmica.

Nicholson y Amin (2013), han examinado los mecanismos que controlan la variabilidad de las precipitaciones anuales en África ecuatorial occidental durante la época lluviosa en el periodo de octubre a diciembre. Solamente, en dos regiones (en el este en la cuenca del Zaire, y al oeste en la zona litoral de Angola) se ilustran relaciones opuestas con las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM), la presión a nivel del mar (SLP) y una circulación atmosférica E/W. También han encontrado que las condiciones de humedad (secas) en la cuenca oriental del río Zaire están asociadas con el fenómeno de El Niño (La Niña). En Angola se ilustra el inverso.

Por otro lado, las células de circulación sufren un gran impacto de este a oeste en virtud de un acoplamiento muy fuerte entre el viento zonal la TSM y la SLP. Además, el cambio de intensidad de las células zonales (Walker) también desempeñan un papel importante. La variabilidad de las células tanto en magnitud y localización parece ser modulada por teleconexión forzando desde el océano Pacífico a través de un puente atmosférico. Sin

embargo, el sector oriental es afectado sobre todo cuando se producen cambios sincrónicos en el océano Atlántico.

Polo et al. (2008) y Rodriguez-Fonseca et al. (2009) han encontrado como después de los años 1970, los eventos de Niño en el Pacífico vienen precedidos por eventos de signo contrario en el Niño del Atlántico, siendo el mecanismo de puente atmosférico y, por tanto, el cambio en la célula de Walker, el encontrado para explicar esta teleconexión.

OBJETIVOS DE LA TESIS

El objetivo primordial de esta Tesis ha sido el de mejorar el conocimiento de la variabilidad de la lluvia en Angola desde mediados del siglo XX, teniendo en cuenta la falta de datos observacionales durante el periodo 1979-2003. En este contexto, los objetivos específicos han sido:

1. Comprender el régimen de lluvias y su variabilidad a lo largo del periodo con datos disponibles procedentes de observaciones (desde los años 1940 hasta finales de los años 1970)
2. Determinar los factores principales tanto atmosféricos como oceánicos que explican la variabilidad de la lluvia en la región, en base a los datos disponibles.
3. Calcular índices representativos de estos factores, para ser usados como predictores de un modelo de regresión múltiple de la lluvia, definido para cada una de las estaciones disponibles.
- 4 . Aplicar el modelo para reconstruir la lluvia durante el periodo 1980-2003 in el que una terrible Guerra Civil acabó con las observaciones en la región.
5. Analizar la variabilidad de la lluvia en la región y compararla con otros estudios en regiones cercanas.

Capítulo 2. METODOLOGÍA Y DATOS

En este capítulo se va a resumir la metodología empleada para la realización de los cálculos que componen los resultados que se muestran en la Memoria, así como los datos empleados para la realización de

Como ya se ha mencionado anteriormente, uno de los **objetivos generales** de este trabajo es la **determinación de un modelo** elaborado a partir de diversas variables predictoras para ajustar los datos que se tienen de la precipitación en Angola durante el período pre-guerra y poder reconstruir, a partir de dicho modelo, los datos de precipitación hasta la actualidad, así como su variabilidad. Otro de los objetivos es el **estudio de la variabilidad de la lluvia** tanto en el período con datos disponibles como en el período reconstruido.

Dada la complejidad de aplicar un modelo físico que reproduzca los procesos responsables de la precipitación en Angola, se ha optado por aplicar una técnica estadística que pueda reproducir cuantitativamente las relaciones cualitativas entre el comportamiento de la precipitación y diversas variables atmosféricas y oceánicas.

Para la elaboración de este modelo se han considerado datos de re-análisis del National Centre for Environmental Prediction (NCEP), bases de datos de precipitación sobre mallas regulares, datos de temperatura de la superficie del mar, índices oceánicos diversos y las observaciones de precipitación correspondientes a las estaciones disponibles en este estudio.

2.1. ELECCIÓN DEL MODELO

Dentro de los modelos de aproximaciones estadísticas, basados en la relación existente entre las variables climáticas locales y las variables a gran escala, se pueden distinguir las técnicas puramente empíricas y las semi-empíricas (Giorgi y Mearns, 1991).

En las aproximaciones empíricas, se obtiene información sobre patrones climáticos futuros analizando climas recientemente pasados, utilizando como fuentes los registros instrumentales recientes. Pero estos métodos no proporcionan una buena predicción cuantitativa, aunque sí cualitativa, de las distribuciones climáticas regionales.

En las aproximaciones semi-empíricas, se utilizan términos no empíricos, como pueden ser los derivados de las predicciones de los modelos de circulación a gran escala (GCMs⁴) correspondientes a variables que, a su vez, se relacionan empíricamente con variables superficiales locales. Dentro de este tipo de aproximaciones se pueden distinguir tres tipos:

- El primero consiste en corregir los errores debidos a la baja resolución de los GCMs añadiendo las diferencias entre las simulaciones anómalas (clima perturbado) y las de control, a los datos observados en una determinada región (Terjung et al., 1984). Pero este método puede conducir a resultados falsos, ya que los efectos de los forzamientos a meso-escala dentro de una celdilla son variables y, además, probablemente no-lineales.
- Otra técnica que suele emplearse es la interpolación directa de los resultados de los GCMs a otra malla más fina; sin embargo, este método puede conducir a homogeneidades espaciales que se alejan de la realidad.
-
- El segundo tipo de aproximaciones consiste en desarrollar relaciones de regresión entre series de variables superficiales observadas durante un cierto periodo en distintas estaciones, en una región determinada, y las correspondientes series de valores medios. Estas relaciones se aplican a los resultados de las variables superficiales obtenidas por un GCM sobre la región seleccionada, obteniéndose la información climática en superficie en cada una de las estaciones (Kim et al., 1984; Giorgi et al., 2001; Wilby et. al., 2004; Wilks, 2006; Meehl et.al., 2007).
-
- El tercer tipo de técnicas semi-empíricas es el que utiliza los principios de **Pronóstico Perfecto (PP, Perfect Prognosis)** o los de **Estadísticas de los resultados de los modelos (MOS, Model Output Statistics)**. Ambas técnicas se utilizan en los modelos de pronóstico para mejorar las predicciones de las variables en superficie. Se basan en la construcción de relaciones estadísticas entre las variables en superficie (predictandos) y las variables que pueden ser estimadas mediante los modelos (predictores). La diferencia entre ambos métodos radica en el origen de las variables en juego. En el caso de la técnica PP, tanto los predictores como los predictandos son observaciones (variables empíricas). En la técnica MOS, los predictandos son observaciones, mientras que los predictores provienen de los resultados de los modelos numéricos de predicción.

⁴ GCM: Acrónimo del término inglés *Global Climate Model*

En cuanto a la aplicación de las relaciones obtenidas en ambos métodos, se realiza de la misma manera, sobre los resultados de los modelos, con el fin de estimar las variables en superficie (Glahn y Lowry, 1972; Klein y Glahn, 1974; Klein, 1982).

Estas técnicas estadísticas ofrecen resultados satisfactorios, si bien deben tenerse en cuenta varias consideraciones, como es su validez exclusiva para las predicciones realizadas dentro del dominio de los datos utilizados para su desarrollo, la necesidad de disponer de series de datos suficientemente amplias como para que los resultados sean significativos, o la necesidad de hallar la relación entre las variables a gran escala y a escala regional, dependiendo de la variable que se vaya a elegir, pues no existe ninguna garantía a priori de que exista tal relación.

Podría hablarse de un cuarto modelo semi-empírico, basado en la clasificación del tiempo atmosférico. Una versión de este método es la técnica estadístico-dinámica que utilizó (Heimann, 1986; Alleroft y Glasbey, 2003; Gneiting et al., 2006) para estudiar las características regionales de los campos de viento. Consiste en separar en distintas situaciones típicas las diferentes condiciones de tiempo atmosférico que pueden derivarse tanto de datos observados como de simulaciones de modelos atmosféricos (parte estadística), asignando a cada día (o mes) el tipo de situación que le corresponde, efectuándose a continuación una simulación con un modelo regional (parte dinámica). El clima estimado se obtiene ponderando los resultados de las simulaciones regionales en virtud de la frecuencia de las distintas situaciones a gran escala (sinópticas).

De estas posibles técnicas, se ha optado por elegir la de Pronóstico Perfecto (**PP**) para deducir la ecuación de regresión del modelo estadístico.

- Aunque las técnicas empíricas son las más sencillas, ya que se basan en una interpolación espacial directa, tienen el gran inconveniente de presuponer una homogeneidad espacial que no siempre existe, como ocurre en el caso de la zona aquí estudiada .

Aunque las técnicas MOS y PP son formalmente similares, en la última se introducen menos errores, dado que se trabaja con datos del análisis de observaciones, que vienen a

ser las “mejores predicciones” que podrían obtenerse con el modelo meteorológico considerado.

2.2. DESARROLLO DEL MODELO ESTADÍSTICO DE PREDICCIÓN

2.2.1. Elección de los predictores. Predictores in situ y lejanos.

La tarea más crítica en el desarrollo de las técnicas estadísticas de “regionalización” (“*downscaling*”) consiste en la elección de las variables que se van a utilizar como predictores en la ecuación de regresión múltiple.

Para determinar qué variables influyen en la variabilidad de la precipitación en Angola, se han empleado predictores de distinto origen:

1. Datos de variables atmosféricas y oceánicas “in situ”.
2. Índices oceánicos y atmosféricos *conocidos*, ampliamente empleados en la bibliografía.
3. Índices creados para este estudio a partir de la técnica de “*mapas compuestos*”, descrita en el apartado 2.3.

2.2.1.1. Predictores “in situ”: datos atmosféricos y oceánicos

a) Datos atmosféricos

Se trata de medias mensuales procedentes de la base de datos del re-análisis del NCEP⁵ (Kalnay et al., 1996). Todos estos datos corresponden al período 1948-2000 y están distribuidos en una malla global de 2.5°x2.5° latitud-longitud.

Aunque los datos del re-análisis (ERA-15, Uppala et al., 2005) del Centro Europeo de predicción a plazo medio (ECMWF⁶) son más realistas, sólo cubren el período 1979-1994, mientras que los correspondientes al NCEP (Kalnay et al., 1996) cubren el período que se

⁵ Siglas de National Center for Environmental Prediction

⁶ Siglas de European Centre for Medium Range Weather Forecast

pretende emplear para reconstruir los datos y del que están disponibles estaciones (1948-2003)⁷.

Las variables *in situ* consideradas son:

1. Humedad relativa (Hp).
2. Altura del Geopotencial (Zp).
3. Temperatura del aire (Tp)
4. Velocidad del viento meridional (vp)
5. Velocidad del viento zonal (up)
6. Velocidad del viento vertical (wp)

Donde “p” designa cada uno de los niveles de presión empleados: 925 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 300 hPa, 200 hPa, 100 hPa

Por otro lado se han empleado datos en superficie de:

7. Presión al nivel del mar (SLP)
8. Temperatura del aire a 2 metros (T2)

De cada una de estas variables se toma, como predictores de una determinada estación, las variables correspondientes en los cuatro puntos de la celdilla en la que se encuentra la estación.

b) Datos oceánicos

También se han empleado medias mensuales de la temperatura de la superficie del mar (SST) procedentes de la base de datos COADS⁸ distribuidos a lo largo de una malla de 2° x 2° latitud-longitud.

2.2.1.2. Predictores “lejanos”. Índices climáticos.

Se define “*índice climático*” como la serie temporal que resume el comportamiento de una determinada región de la atmósfera terrestre o del océano. Los índices que se han elegido como predictores del modelo se describen en el capítulo 4.

⁷ Aclaración: cuando este trabajo se llevó a cabo no existían datos del reanálisis ERA40. Esto sería un tema a desarrollar en el futuro.

⁸ Comprehensive Ocean Atmospheric Data Sets

a) índices oceánicos y atmosféricos conocidos.

- ***Índices de El Niño***

Los índices de El Niño en las regiones 1-2, 3, 4 y 3-4 se han obtenido a través de la página web de El Niño de la *Administración Nacional del Océano y la Atmósfera* de los Estados Unidos (NOAA⁹)

<http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/>

- ***Índice de la Oscilación del Sur***

El índice de la Oscilación del Sur (SOI¹⁰) se han obtenido asimismo a través de la página web de El Niño de la *Administración Nacional del Océano y la Atmósfera* de los Estados Unidos (NOAA)

<http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/>

- ***Índice de la Oscilación Cuasi-bienal***

El índice de la Oscilación Cuasi-bienal (QBO¹¹) se ha obtenido a través de la página web del Departamento de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Washington de los Estados Unidos.

http://tao.atmos.washington.edu/data_sets/qbo/

- ***Índices oceánicos y atmosféricos creados para este estudio.***

En el capítulo 4 se enumeran y explican otros índices empleados, creados para este trabajo, así como la importancia del fenómeno que describen sobre la precipitación en Angola.

La metodología para la creación de estos índices se explica en el apartado 2.3.

Los datos empleados para su cálculo se han tomado de las bases de datos descritas en el apartado 2.2.1.1.

⁹ National Oceanic and Atmospheric Administration

¹⁰ Southern Oscillation Index.

¹¹ Quasi-biennial Oscillation.

2.2.2. Modelo de regresión múltiple

Una vez elegidos los predictores, se trata de obtener la contribución de los mismos a la precipitación en cada una de las estaciones del estudio. Para ello existen distintas opciones basadas en el denominado modelo de regresión multilínea de error normal (Neter et al., 1990, Peña, 1995, von Storch y Zwiers, 2001).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Se supone que m variables independientes de predicción (predictores), x_1, x_2, \dots, x_p , ejercen algún tipo de influencia sobre una variable de respuesta Y (dependiente o predictando). El término ε_i representa el error aleatorio no observable asociado con cada Y_k . El modelo se llama de error normal porque supone que los términos error, σ_i , son variables aleatorias independientes que siguen una distribución $N(0, \sigma^2)$ para $i = 1, 2, \dots, n$. El cumplimiento de esta suposición es fundamental, puesto que entonces cada y_i también está normalmente distribuida con $N(Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi}, \sigma^2)$, lo cual va a determinar los procedimientos de estimación de los parámetros σ_k , a los que denominaremos b_k .

Representación matricial de un modelo de regresión lineal múltiple

El desarrollo de estimadores de mínimos cuadrados es similar al del modelo de regresión simples, una vez que el modelo se haya expresado en forma matricial.

Las observaciones vendrán dadas por el vector n -dimensional Y , cuyo i -ésimo elemento es Y_i , y por la matriz X , de $n \times (k+1)$ elementos, dada por:

$$\begin{matrix} x_{11} & \cdots & x_{k,1} \\ x_{1,2} & \cdots & x_{k,2} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{1,n} & \cdots & x_{k,n} \end{matrix} \quad (2.2)$$

Sea B el vector de dimensión $k+1$ formado por los parámetros estimados del modelo: b_0, b_1, \dots, b_k . Entonces, la expresión en forma matricial del modelo vendrá dada por:

$$Y = X B + E$$

El estimador por mínimos cuadrados de B se calcula mediante:

$$B = (X'X)^{-1} X' Y \quad (2.3)$$

Que expresa matricialmente las ecuaciones para obtener los parámetros. Los estimadores b_k presentan una distribución normal, de media:

$$E(b_k) = \beta_k \quad (2.4)$$

y varianza:

$$\sigma^2(b_k) = \sigma^2 (X'X)^{-1} \quad (2.5)$$

Y la variable $(\beta_k - b_k) / \sigma(b_k)$ tiene una distribución N (0, 1).

Pero no conocemos $\sigma^2(b_k)$, dado que no conocemos σ^2 . Entonces, la estimación de σ^2 se obtiene a partir de las diferencias entre los valores observados, Y_i , y los valores calculados por el modelo \hat{Y}_i . Estas diferencias se denominan *residuos*. En forma matricial:

$$e = Y - \hat{Y} \quad (2.6)$$

Y el estimador insesgado de la varianza de los términos de error viene dado por el cociente entre la suma de los cuadrados de los residuos y el número de grados de libertad (número de datos menos número de coeficientes calculados)

$$\sigma^2 = \frac{1}{n - p - 1} e' e (X'X)^{-1} \quad (2.7)$$

Por tanto, la variable $(\beta_k - b_k) / s(b_k)$ sigue una distribución t con n-p-1 grados de libertad. Esto nos sirve para contrastar la bondad de cada parámetro de la regresión individualmente, siendo la hipótesis a contrastar $H_0: \beta_k = 0$, es decir, que la variable X_k no contribuye a explicar la variable Y.

Sin embargo, cuando las variables independientes están correlacionadas entre sí, lo que ocurre en el caso de las variables atmosféricas, estos testes por separado no son útiles, dado que la

correlación entre dos variables (por ejemplo X_1 y X_2) puede llevar a aceptar la hipótesis H_0 ($\sigma_1=0$ y $\sigma_2=0$) aun en el caso de que ambas variables contribuyeran a explicar las variaciones de Y .

Descomposición de la variabilidad. Bondad del ajuste.

Para evitar este efecto, conviene realizar un test global de la regresión, que nos dé una medida de la bondad del modelo. Para ello necesitamos descomponer la variación total VT:

$$\sum(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum e_i^2 \quad (2.8)$$

$$VT = VE + VNE$$

como suma de la variación explicada por la regresión (VE) y la variación no explicada (VNE). En forma matricial:

$$VT = Y'Y - n \bar{Y}^2 \quad (2.9)$$

$$VNE = Y'Y - B'X'Y \quad (2.10)$$

Las sumas medias de cuadrados se obtienen dividiendo por los grados de libertad correspondientes (tabla 2.1).

Se pretende contrastar la hipótesis $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_{p-1} = 0$ frente a la alternativa H_1 : no todos los σ_k son igual a 0.

Sabemos que $VE / (p-1)$ es un estimador de la varianza de Y , en cualquier caso, mientras que $VNE / (n-p)$ es un estimador de la varianza de Y sólo bajo la hipótesis H_0 , y en otro caso es un estimador por exceso. Entonces el cociente de estas varianzas estimadas, sigue una distribución F de parámetros $[(p-1), (n-p)]$. El estadístico del test viene dado por:

$$F = \frac{VE/(p-1)}{VNE/(n-p)} \quad (2.11)$$

Si el valor obtenido es mayor que el valor que toma la distribución $F_{(p-1), (n-p)}$ para un nivel de significación σ , denominado “*valor crítico*”, entonces se acepta la hipótesis H_1 de dependencia entre Y algunas de las X_i .

$$F > F(1-\sigma, (p-1), (n-p)) \quad \text{valor crítico } \sigma \quad \text{no todos los } \sigma_k \text{ son igual a 0.}$$

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Sumas medias de cuadrados
Regresión	VE	p-1	VE / (p-1)
Error	VNE	n-p	VNE / (n-p)
Total	VTT	n - 1	VT / n-1

Tabla 2.1. Descomposición de la variación total del modelo.

(VE: Varianza explicada; VNE: Varianza no explicada; VTT: Varianza total)

Selección del Modelo de regresión. Regresión paso a paso.

Cuando se dispone de un conjunto grande de variables explicativas es necesario definir un procedimiento operativo para seleccionar el bloque de variables independientes que van a intervenir en el modelo. En este trabajo se ha elegido la *regresión paso a paso (stepwise regression)*. Esencialmente, el método consiste en ir introduciendo progresivamente las variables, atendiendo al grado de significación del test de regresión, con la particularidad de que al incluir una nueva variable la permanencia de todas las que ya están en el modelo es revisada. El procedimiento consiste en:

3. En primer lugar se calculan todas las regresiones simples para cada una de las p-1 variables independientes iniciales. Se elige la variable cuyo $F^*(X_j)$ sea mayor, y se introduce en el modelo si supera el *valor crítico* del estadístico. Supongamos que la variable elegida es X_k .
4. Una vez introducida X_k , se computan todas las regresiones de dos variables, siendo una de ellas X_k . Como se ha comentado anteriormente, cuando dos variables independientes están correlacionadas entre sí, la variación de Y explicada por una de ellas puede quedar

enmascarada por la presencia en el modelo de la otra. Para evitar esto, se define un nuevo estadístico :

$$F^* = \frac{VE(X_j / X_k) / 1}{VE(X_k, X_j) / (n-3)} = \frac{VE(X_k) - VE(X_k, X_j)}{VE(X_k, X_j) / (n-3)} \quad (2.12)$$

donde en el numerador aparece la “reducción” de la “varianza no explicada” que se origina cuando se introduce la variable X_j , estando ya la variable X_k en el modelo. Nótese que ahora el número de grados de libertad del numerador es $1 = (n-2)-(n-3)$. Este estadístico, F^* , se distribuye según una F de parámetros $[1, (n-3)]$.

Con este procedimiento se puede medir el “efecto neto” de la introducción de una variable cuando ya existe otra que está correlacionada con ella .

Entonces, se añade la variable cuyo valor F^* , siendo el más elevado, supere el *valor crítico* correspondiente.

5. Para cada variable añadida, se examina si alguno de los predictores ya elegidos puede ser eliminado, lo que ocurrirá en el caso de su aportación a la explicación de la variación de Y quede asumida por la nueva variable.

Sea X_L la variable añadida en el paso anterior. Para comprobar si la variable X_k puede permanecer en el modelo se calcula

$$F^* = \frac{VE(X_k / X_L)}{VE(X_k, X_L) / (n-3)} = \frac{VE(X_k) - VE(X_k, X_L)}{VE(X_k, X_L) / (n-3)} \quad (2.12)$$

Cuando la iteración del método esté más avanzada, habrá que calcular tantos valores de F^* como variables hayamos introducido en el modelo. La variable a eliminar será aquella cuyo F^* , siendo el más pequeño, no supere el *valor crítico*.

2.3. CREACIÓN DE PREDICTORES DE LA PRECIPITACIÓN

En este apartado se va a explicar el método de creación de índices atmosféricos u oceánicos, que serán empleados como predictores del modelo, a partir de los mapas compuestos.

2.3.1. Creación de Mapas compuestos

Un *mapa compuesto* es un mapa de los valores medios de una variable calculados a partir de periodos correspondientes a anomalías extremas de dicha variable, también denominados episodios de alto / bajo índice.

A partir de las series de precipitación anómala mensual en Angola para las distintas localizaciones (tabla 1, capítulo 3) y durante la correspondiente estación lluviosa, se han calculado los mapas compuestos tanto de variables atmosféricas como oceánicas correspondientes a casos opuestos de anomalía. La metodología a seguir en la elaboración de estos mapas ha sido la siguiente:

- Cálculo de la anomalía estandarizada de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa correspondiente a cada localización.
- Selección de los años con anomalía positiva / negativa en una determinada estación de Angola. El conjunto de años con anomalías positivas (negativas) constituyen los llamados episodios de alto índice (bajo índice).
- Elección de una variable oceánica (generalmente la temperatura superficial del mar, SST) o de una variable atmosférica para un nivel de presión determinado (de 1000 mb a 100 mb).
- Cálculo de la media estacional de la variable elegida en la estación lluviosa durante el período de disponibilidad de datos de precipitación en Angola, y posterior cálculo del campo de anomalías.

- Representación del mapa atmosférico (u oceánico) anómalo medio durante los años con pluviosidad anómala positiva (negativa) seleccionados en el paso 2.

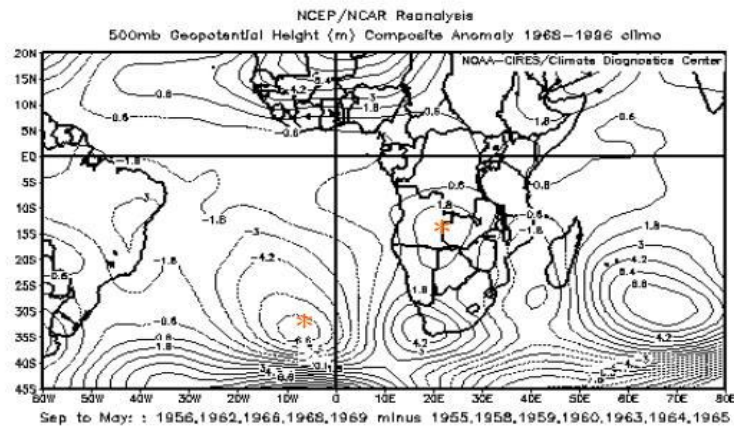
De esta forma, se podrá definir el comportamiento atmosférico y oceánico correspondiente a los casos de alta y baja pluviosidad.

2.3.2. Creación de índices a partir de mapas compuestos

Se han creado mapas compuestos atmosféricos y oceánicos correspondientes a los casos de índice alto (bajo) de la precipitación en la región angoleña. A partir de estos mapas se pueden localizar regiones cuyo comportamiento sea definitivo en la caracterización de la precipitación. De este modo, y siguiendo la definición de índice climático se han creado índices según la siguiente metodología:

- Se construyen los mapas compuestos atmosféricos correspondientes a los casos de “alto índice” menos los de “bajo índice”.
- Se localizan los centros de acción de la variable atmosférica (u oceánica) responsables del cambio en el régimen anómalo de precipitación.
- Se crea el índice como la suma de los valores de las series temporales en los centros de acción multiplicados por el coeficiente que aparece en el mapa compuesto sobre dicho centro.
- Así, a modo de ejemplo, en la figura 2.1, aparece sobre un mapa compuesto creado y, señalada con una estrella roja, la localización de los centros de acción y, a continuación, el algoritmo para calcular el índice asociado a dicho mapa.

Esta metodología fue empleada por Wallace y Gutzler (1981) a la hora de definir índices de teleconexión atmosférica. En el siguiente capítulo se van a describir los distintos índices creados a la hora de caracterizar la pluviosidad anómala de las distintas regiones de Angola.



$$\text{Ind5} = 1.8 \text{ z500}(15^{\circ}\text{S},20^{\circ}\text{E}) - 6.6 \text{ z500}(35^{\circ}\text{S}, 8^{\circ}\text{W})$$

Figura.2.1. Anomalía de Z500 para 1968-1996. Definición del Índice (Ind5)

2.4. VALIDACIÓN DEL MODELO

Con objeto de llevar a cabo la validación del modelo obtenido para reproducir los datos, se han dejado los últimos años en los que se tienen observaciones en superficie sin utilizar en la construcción del modelo (5 -10 años dependiendo de la longitud de las series). Esto nos permite analizar la capacidad del modelo para reproducir la realidad, lo que cuantitativamente se realiza con el test estadístico que se explica en el apartado 2.5.

2.5. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Otra forma de validar el modelo es comprobando su variabilidad mediante el uso de Análisis en Componentes Principales antes y después de la reconstrucción. Esta técnica también es fundamental a la hora de estudiar los cambios en la variabilidad en diferentes periodos.

La idea principal del Análisis de Componentes Principales (PCA¹²) es reducir los grados de libertad del comportamiento de una determinada variable, en un número menor de direcciones que sean capaces de explicar su variabilidad original. También se emplea para describir una serie de datos correspondientes a un gran número de variables mediante un número pequeño de ellas que expliquen el máximo posible de la variabilidad presente en los datos. Es decir, tiene por objeto transformar un conjunto de variables, a las que llamaremos originales, en un nuevo conjunto de variables denominadas componentes principales. Esta metodología también se conoce como análisis de Funciones Empíricas Ortogonales (EOF¹³),

En este apartado se ofrece una breve descripción del método de PCA, basada principalmente en los trabajos de Jolliffe (1986) y Preisendorfer (1988).

Considérese una serie de datos $N \times T$ correspondientes a los valores de una cierta variable Y en N puntos de un dominio espacial y en diferentes T instantes temporales (meses, años, estaciones lluviosas, etc.). Las anomalías de dicho campo respecto a su valor medio temporal pueden representarse como los elementos $Y(ny, nt)$, con $ny = 1, 2, \dots, N$ y $nt = 1, 2, \dots, T$. De esta forma, cada fila ny de la matriz constituye un vector \vec{f}_{ny} conteniendo las T observaciones a lo largo del tiempo correspondientes al punto ny . Del mismo modo, los valores de cada columna componen un vector \vec{f}_{nt} que define el comportamiento de las anomalías de la variable en el instante nt sobre los N puntos, es decir un mapa del conjunto de N puntos espaciales para el tiempo nt .

El problema a resolver es el de encontrar una base ortogonal en un nuevo espacio vectorial $\{\vec{e}_m\}_{m=1, \dots, M}$, de modo que cada vector \vec{e}_m sea una combinación lineal de los vectores $\{\vec{f}_{ny}\}_{ny=1, \dots, N}$, siendo $M < N$. Por tanto, el nuevo conjunto $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \dots, \vec{e}_M$ de vectores, llamados *Funciones Empíricas Ortogonales*, representan de la forma más concisa y óptima el conjunto de vectores $\vec{f}_1, \vec{f}_2, \dots, \vec{f}_M$ originales. Consecuentemente, el valor de Y en un punto ny en el instante nt viene dado por:

$$Y_{ny}(t) = \sum_{j=1, M} P_j(nt) e_{nyj} \quad (2.1)$$

¹² Acrónimo del término inglés *Principal Component Analysis*.

¹³ Acrónimo del término inglés *Empirical Orthogonal Functions*.

siendo $e_{ny,j}$ la componente ny -ésima del vector \vec{e}_j y $P_j(nt)$ la correspondiente componente principal.

El análisis en funciones empíricas ortogonales tiene la ventaja de poder comprimir los datos de manera que, en un orden decreciente, cada una de las EOFs obtenidas puede explicar la máxima fracción posible de la varianza temporal. A su vez, las funciones empíricas ortogonales están asociadas a las llamadas componentes principales, de forma que aquéllas resultan de la proyección de estas últimas en el campo Y . De esta manera, el valor de la EOF m -ésima en cada punto representa la contribución de dicho punto a la variabilidad del campo Y asociada al citado modo m . La Figura 2.2 muestra un esquema que resume gráficamente el contenido de este tipo de análisis.

Cálculo de los EOFs

Para encontrar el conjunto de M vectores $\{\vec{e}_m\}_{m=1, \dots, M}$ (con $N \gg M$) hay que resolver la ecuación matricial:

$$\frac{1}{T} \sum_{nt=1}^T [\vec{f}_{nt} \vec{e}_m]^2 = \vec{e}_m^t C \vec{e}_m \quad (2.2)$$

$$\text{con } C = \frac{1}{T} Y Y^t$$

Donde la matriz C es una matriz real simétrica, denominada **matriz de varianza-covarianza**, cuyos elementos diagonales son las varianzas de Y en cada punto.

En la resolución de (2.2) se obtiene una ecuación del tipo:

$$(C - \lambda I)e = 0 \quad (2.3)$$

donde I es la matriz identidad de orden M .

Esta expresión indica que cada valor característico o autovalor, λ_m , tiene asociado un vector solución \vec{e}_m característico de la matriz C . La resolución del determinante $|C - \lambda I|$ lleva a una función algebraica de grado M en λ , conocida como polinomio característico.

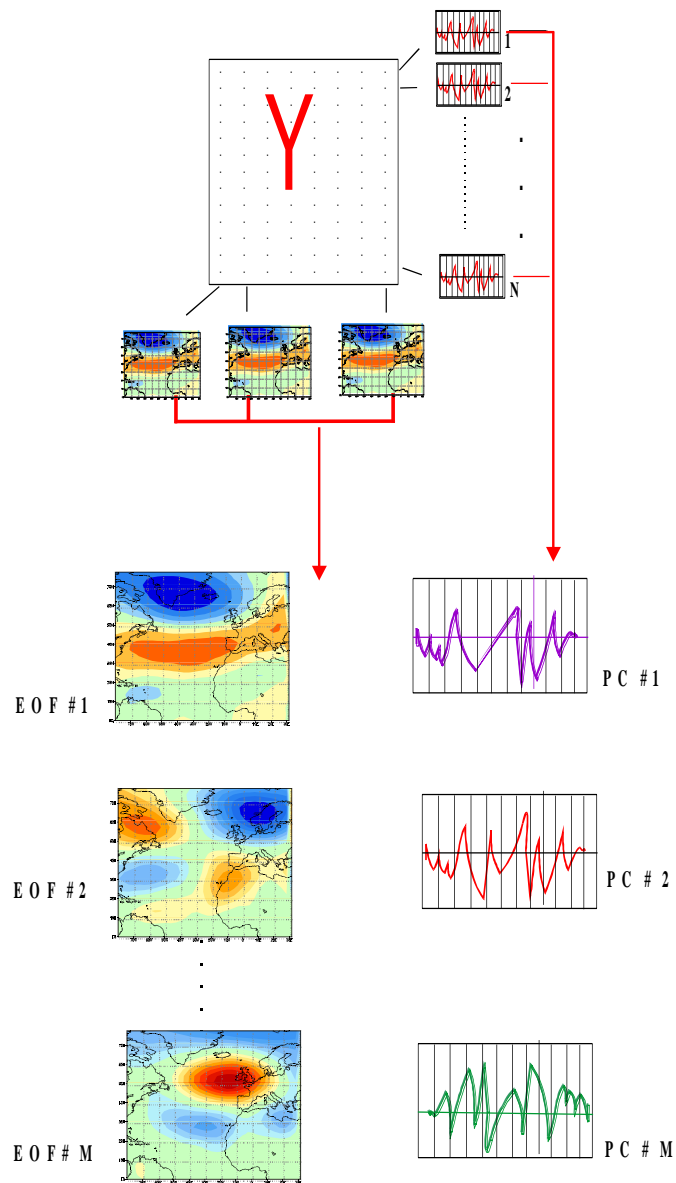


Figura 2.2. Esquema del método PCA aplicado en climatología. Un campo espacio-temporal Y puede verse como N evoluciones temporales o como T estructuras espaciales. El análisis de las componentes principales permite pasar a un conjunto de M evoluciones temporales (PCs), que son una combinación lineal de la contribución temporal de cada punto del dominio espacial a la variabilidad del campo, y M funciones empíricas ortogonales (EOFs), de forma que el valor de la EOF m -ésima en cada punto es la contribución de dicho punto a la variabilidad asociada con el modo m (tomada de la Tesis Doctoral de Belén Rodríguez-Fonseca, 2001)

Las M soluciones $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_M$ son reales y positivas ya que C es simétrica y definida positiva. Además, por ser C simétrica, su traza¹⁴, que representa la varianza total, es un invariante bajo cambios de base y por tanto, igual a la suma de los auto-valores. Esto quiere decir que cada auto-valor λ_m explica una fracción de toda la varianza del campo, con valor

$$\frac{\lambda_m}{\sum_{i=1}^M \lambda_i}.$$

Además, los auto-valores están en orden decreciente de modo que $\lambda_1 \gg \lambda_2 \gg \lambda_3 \gg \dots \gg \lambda_m$.

Así, el primer auto-vector \vec{e}_1 , asociado con el primer auto-valor λ_1 , explica la mayor fracción de la varianza total del campo. El conjunto de los M auto-vectores independientes y mutuamente ortogonales obtenidos se normalizan para convertirlos en unitarios y poder ser tomados como una base orto-normal $\{e_1, e_2, \dots, e_M\}$ en el espacio vectorial de orden M .

La información acerca del comportamiento temporal de la estructura espacial indicada por cada EOF está dada por las llamadas Componentes Principales, de modo que el campo Y de anomalías puede expresarse como una combinación lineal de los distintos modos (ecuación 2.1).

Las funciones empíricas ortogonales se construyen para representar de forma óptima la varianza de un determinado campo, y constituyen una excelente herramienta para comprimir la información dada por un número elevado de datos en una serie de componentes que explican la mayor parte de la varianza del conjunto de tales datos (von Storch y Navarra, 1999).

2.6. ANÁLISIS DE SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA

Frecuentemente el análisis de los campos empleados en climatología (ya sean campos generados a través de modelos como a partir de observaciones) requiere del estudio del grado de significación de las conclusiones obtenidas, ya que éstas son fruto de la estadística. Altas correlaciones y covarianzas entre dos campos con bajo nivel de significación estadística

¹⁴ Suma de los elementos de la diagonal principal de una matriz.

siempre llevan a la duda de si realmente hay evidencia suficiente como para creer en la relación establecida entre dichos campos.

En particular, el grado de significación de los coeficientes de correlación calculados tanto para los mapas de correlación como para la evaluación de las relaciones entre predicciones se ha establecido haciendo uso del conocido test escalar de Student, tal como se detalla a continuación.

Sean dos conjuntos cualesquiera de datos X e Y, de dos poblaciones normalmente distribuidas (o vecinas a la normalidad), compuestos por $N < 100$ datos cada uno.

El estadístico:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{N-2}$$

sigue una distribución de Student de parámetro N-2 en el caso de que las dos variables sean independientes (hipótesis nula). Las tablas de Fisher proporcionan directamente, en función de N, el valor que debe alcanzar r para ser significativo a un nivel de $\alpha = 0.05$, $\alpha = 0.01$, ... (Arléry et al., 1973)

2.7. DATOS DE PRECIPITACIÓN

α) Datos observados de precipitación

Para este estudio se han empleado datos observados de las medias mensuales de precipitación del *Anuario de Observaciones Mensuales del Servicio Meteorológico de Angola*, compilados del archivo de datos del Instituto de Meteorología de Portugal en aquellas estaciones en las que se disponía de una serie más larga de datos, como podemos observar en la Tabla 2.2. Estos datos van a constituir la variable dependiente a la hora de crear el modelo de regresión.

Estaciones	Coordenadas	Período	Altura(m)
Bié	12° 23' S - 16° 57' E	1953-70	1702
Cabinda	05° 33' S - 12° 11' E	1951-80	20
Dundo	07° 24' S - 20° 40' E	1951-80	776
Huambo	12° 48' S - 15° 45' E	1951-80	1701
Lobito	12° 22' S - 13° 32' E	1951-70	20
Luanda	08° 49' S - 13° 13' E	1951-80	44
Lubango	15° 54' S - 13° 31' E	1951-80	1763
Lwena	11° 47' S - 19° 55' E	1951-73	1357
Malange	9° 33' S - 16° 22' E	1951-80	1144
Mavinga	15° 50' S - 20° 21' E	1951-73	1188
Menongue	14° 40' S - 17° 42' E	1951-73	1348
Namibe	15° S - 12° 09' E	1951-80	45
Ngiva	17° 04' S - 15° 43' E	1941-60	1150
Saurimo	09° 35' S - 20° 24' E	1954-73	1096
Uíge	07° 35' S - 15° 00' E	1956-74	826

Tabla 2.2: Relación de estaciones de observación en Angola.

Estaciones de Angola desde 1950-1980

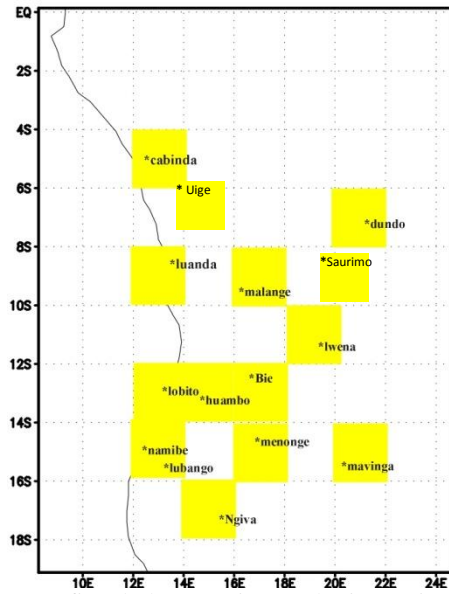


Figura 2.3: Distribución geográfica de las estaciones pluviométricas de observación del Servicio Meteorológico de Angola empleadas en el estudio. El nombre e información geográfica de las estaciones aparece en la Tabla 4.

b) Datos de precipitación de otras bases de datos

Se ha hecho uso de medias mensuales de precipitación acumulada procedentes de la base de datos Legates y Willmott (LW), elaborada en la Universidad de Delaware (EEUU) y que cubre la totalidad del globo de forma regular, con una resolución horizontal de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (Legates y Willmott, 1990).

Esta base de datos se ha creado interpolando las observaciones de 26.858 estaciones distribuidas irregularmente por todo el planeta sobre una malla de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ latitud-longitud, utilizando la versión esférica del algoritmo de Shepard. Dada la casi nula densidad de estaciones de observación sobre el área de Angola, parece recomendable la reconstrucción de las series de datos disponibles.

Capítulo 3. ESTUDIO PRELIMINAR DE LA PRECIPITACIÓN EN ANGOLA

En este capítulo se resume la información preliminar de la que se parte procedente de los datos disponibles de precipitación observada en Angola.

En primer lugar se representará la precipitación mensual media en cada estación pluviométrica con el fin de delimitar los meses que componen la estación lluviosa, ya que el estudio de variabilidad y reconstrucción de la precipitación se va a llevar a cabo únicamente para los meses que componen dicho periodo temporal.

A continuación, tras calcular la anomalía mensual de precipitación durante la estación lluviosa, se llevará a cabo el cálculo de las componentes principales de dicha variable, tanto con datos observados en las distintas localizaciones, como con datos de precipitación procedentes de diversas bases de datos. Finalmente, se crearán los mapas compuestos correspondientes al geopotencial en superficie (1000 hPa) y a la SST para casos de alta y baja pluviosidad en cada una de las estaciones con el fin de conocer las causas que provocan dichas anomalías de precipitación.

3.1. ELECCIÓN DE LA ESTACIÓN LLUVIOSA

En el capítulo anterior se han descrito las estaciones pluviométricas empleadas en este estudio. Antes de comenzar a analizar las causas que provocan la aparición de períodos anómalamente lluviosos o secos durante la estación de lluvias del territorio angoleño, y con el fin de elaborar una buena base de predictores, hay que determinar los meses que componen dicha estación lluviosa.

Para ello, en la Figura 3.1 se muestran los diagramas de barras de la precipitación mensual media (en mm) en cada una de las estaciones de Angola durante los 12 meses del año. Puede verse la forma de U de dicho diagrama, típico de regiones tropicales, en las que existe una estación seca y una lluviosa.

Normalmente las estaciones lluviosas de países tropicales van precedidas de un mes de lluvias medias antes del cambio brusco de posición de la ZCIT. El criterio elegido para la determinación de la estación lluviosa ha sido la selección de meses comprendidos entre los dos saltos más bruscos en el diagrama de precipitación. De esta forma, regiones tropicales como Bié o Dundo poseen una estación lluviosa de Octubre a Abril, mientras que regiones costeras cerca del afloramiento de agua fría de Benguela (Luanda) poseen una estación lluviosa corta (Marzo, Abril) o compuesta por un sólo mes como es el caso de Namibe, cerca del desierto que lleva su nombre.

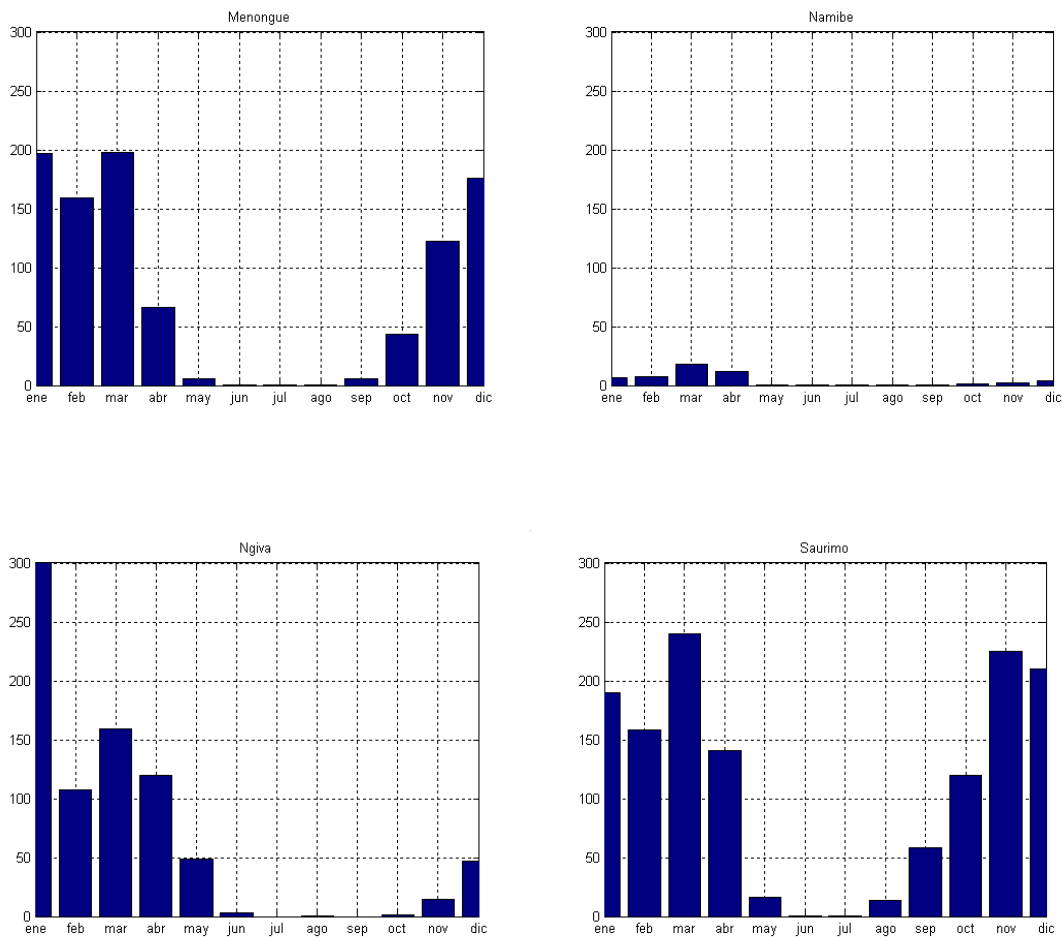


Figura 3.1 (a): Precipitación media mensual (en mm) durante los 12 meses del año en las estaciones de Menongue, Namibe, Ngiva y Saurimo.

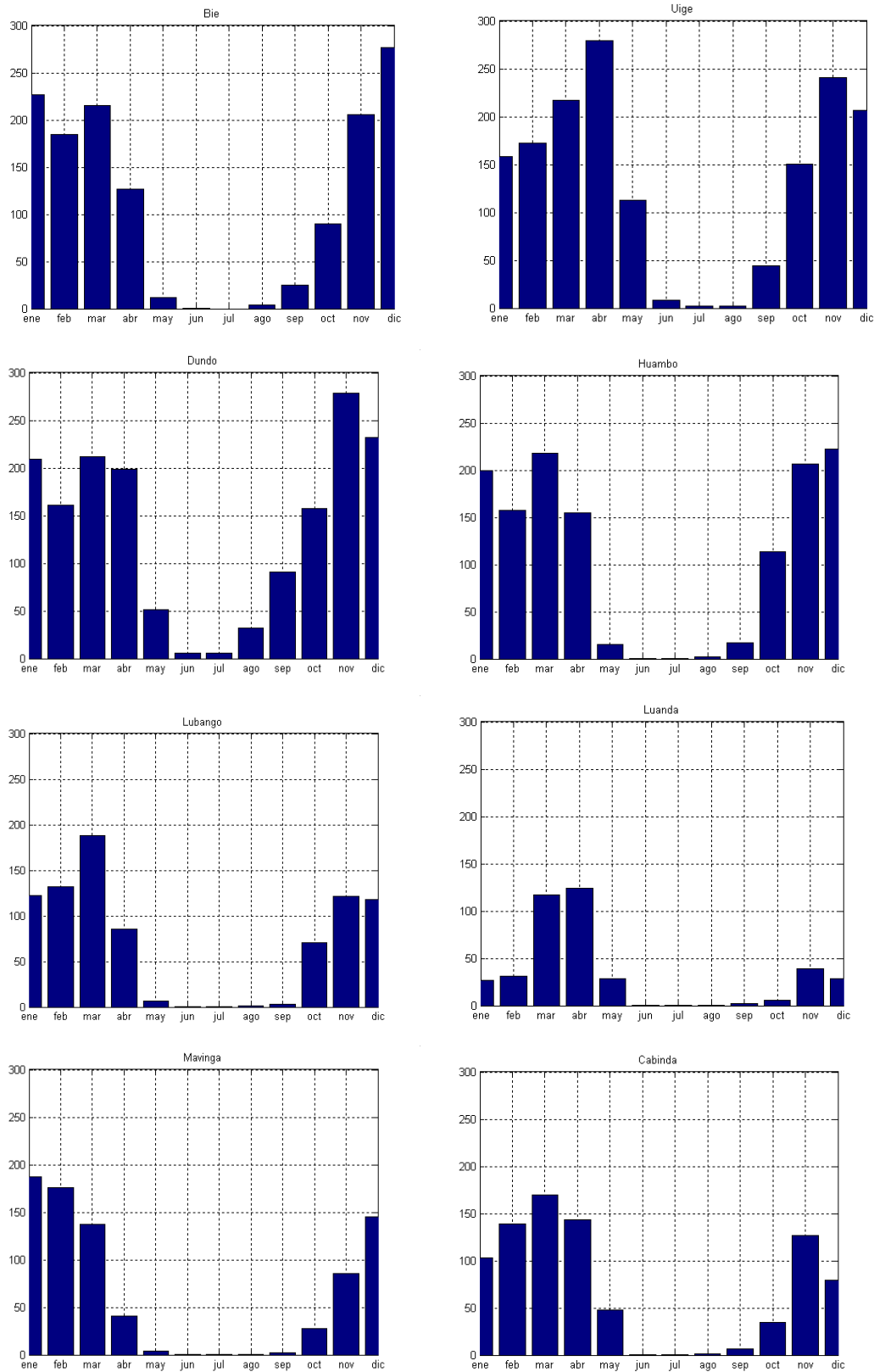


Figura 3.1 (b): Precipitación media mensual (en mm) durante los 12 meses del año en las estaciones de Bie, Uige, Dundo, Huambo, Lubango, Luanda, Mavinga y Cabinda.

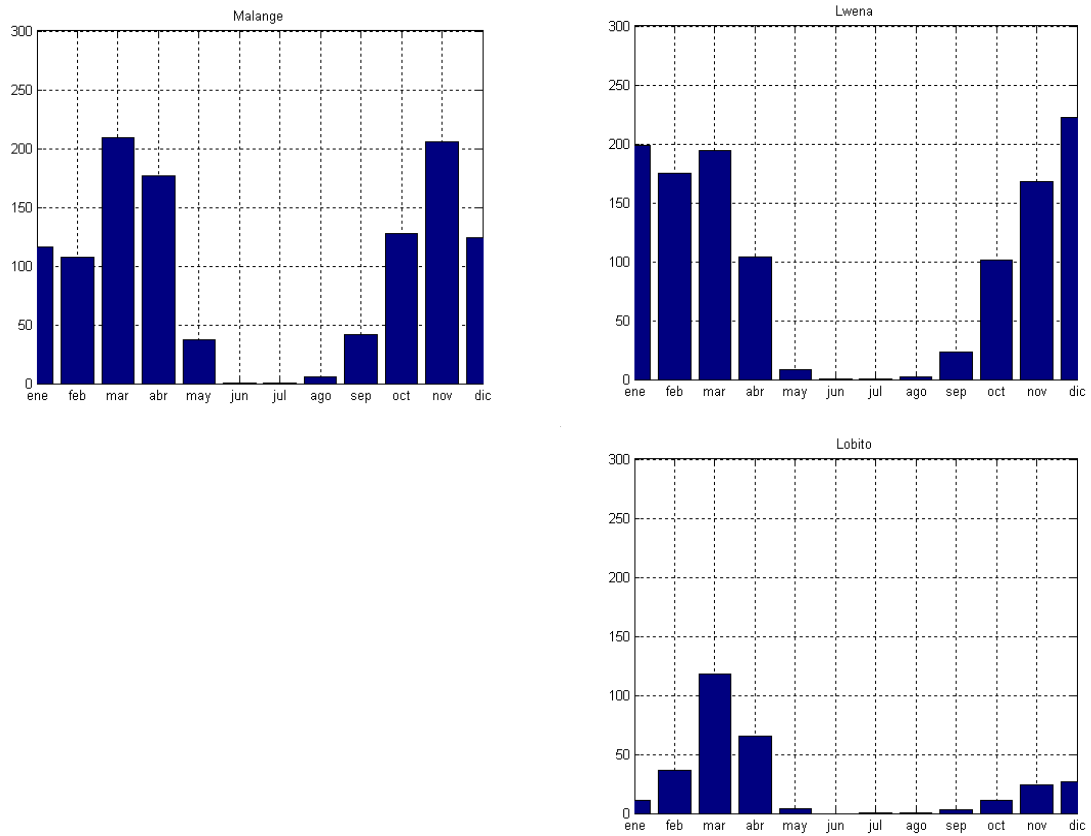


Figura 3.1(c): Precipitación media mensual (en mm) durante los 12 meses del año en las estaciones de Malange ,Lwena, y Lobito.

La Tabla 3.1 indica los meses elegidos como estación lluviosa para cada estación de estudio.

Estación	Período de Lluvias	Estación	Período de Lluvias
Bie	Octubre-Abril	Dundo	Octubre-Abril
Huambo	Octubre-Abril	Saurimo	Octubre-Abril
Menongue	Octubre-Abril	Malange	Octubre-Abril
Luanda	Marzo-Abril	Lwena	Octubre-Abril
Lobito	Marzo-Abril	Lubango	Noviembre-Marzo
Namibe	Marzo	Mavinga	Noviembre-Marzo
Uige	Octubre-Abril	Ngiva	Enero-Abril
		Cabinda	Noviembre-Abril

Tabla 3.1: Relación de estaciones empleadas en el estudio junto con la secuencia de meses elegida como estación lluviosa

3.2. ESTUDIO DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES DE LA PRECIPITACIÓN EN ANGOLA

Con los datos disponibles de precipitación en las estaciones elegidas, se ha calculado la anomalía de precipitación estandarizada durante la estación lluviosa correspondiente a cada una de las localizaciones de Angola. Asimismo se ha calculado dicha anomalía para las bases de datos de precipitación de la Universidad de Delaware y del re-análisis del NCEP/NCAR (capítulo 2) con el fin de comparar resultados en una malla regular. Dado que la estación lluviosa no está compuesta por la misma secuencia de meses en cada localización, y con el fin de poder llevar a cabo el cómputo de las componentes principales, se ha tomado como estación lluviosa a aquella compuesta por los meses de septiembre a mayo (SONDEFMAM) ya que de este modo se engloban las secuencias lluviosas de la mayoría de las estaciones. De este modo se tiene un mayor número de datos que garantice una significación estadística (Xavier et al., 2003).

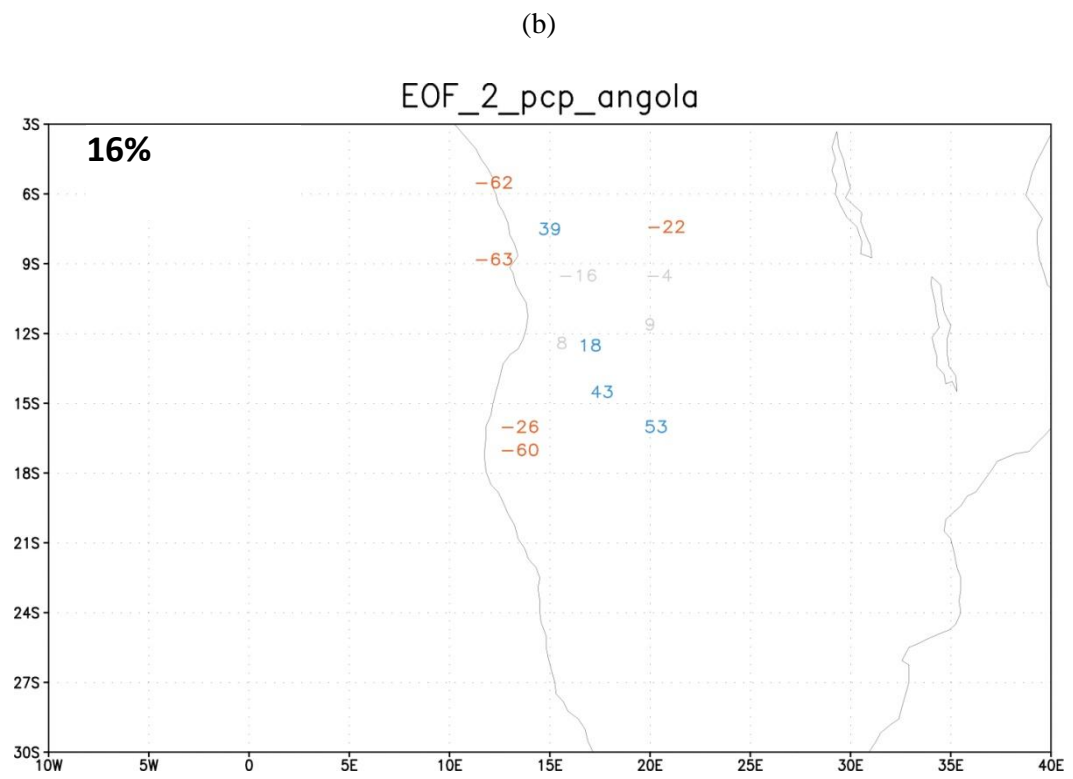
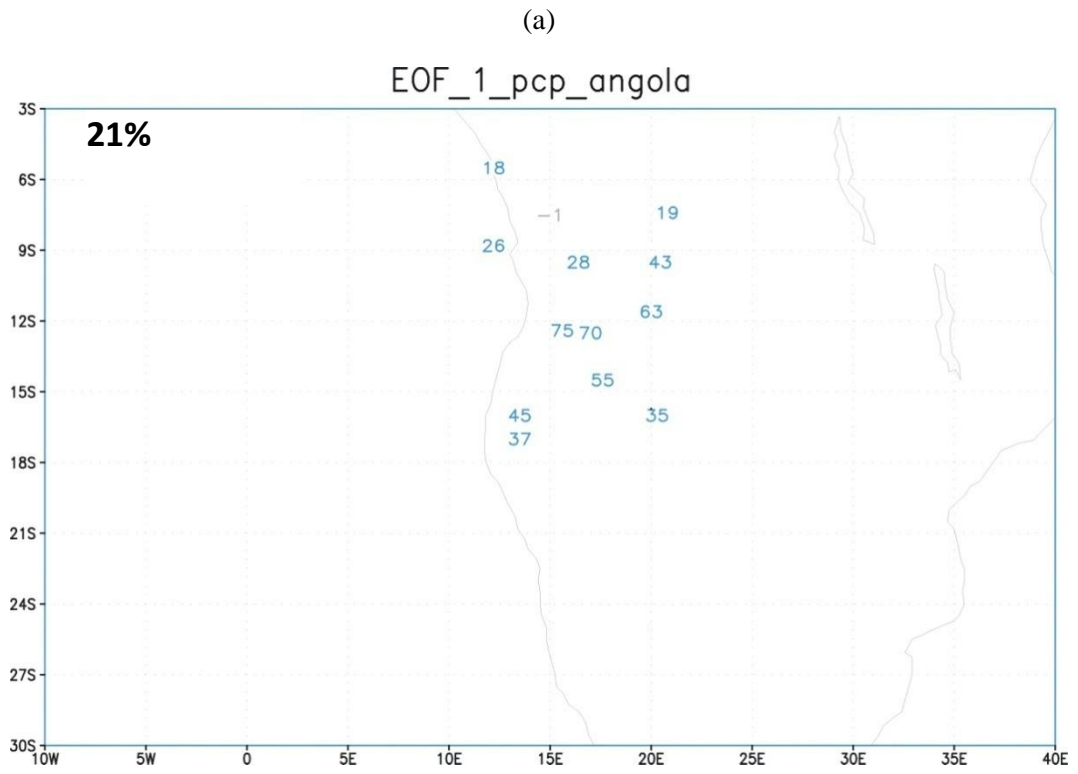
3.2.1. Estudio de las componentes principales de la precipitación en Angola

Como estudio preliminar se ha realizado un análisis en componentes principales (capítulo 2) de la precipitación anómala en Angola durante la estación de lluvias.

a) Componentes Principales de la precipitación observada

En la Figura 3.2 se muestran los mapas correspondientes a las tres primeras componentes principales de la precipitación observada durante el período 1953-1977, período en el que existen observaciones disponibles en todas las localizaciones, y para la estación de septiembre-mayo.

El conocimiento de los factores que afectan al clima en Angola y que fueron enumerados en la Introducción, hace pensar que los resultados obtenidos del Análisis en Componentes principales de la precipitación en Angola son coherentes para las cuatro primeras componentes principales.



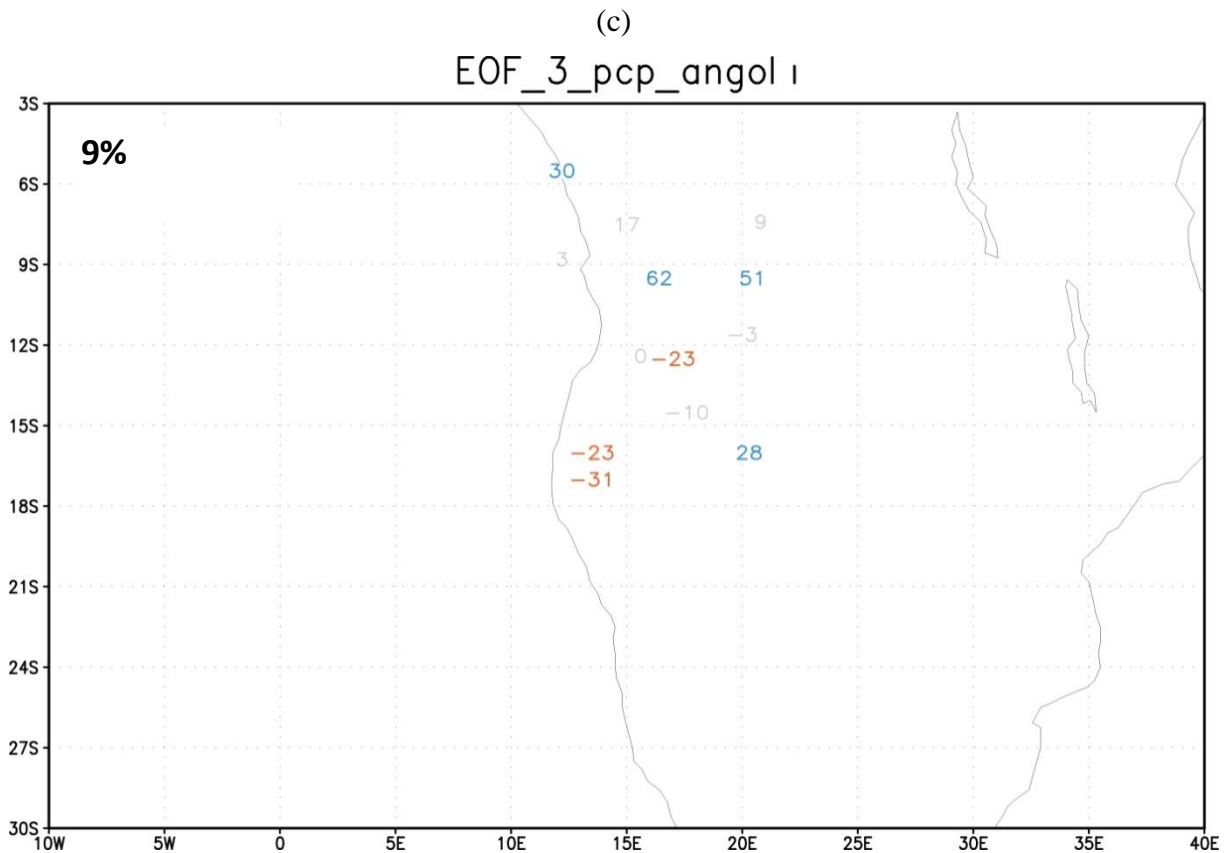


Figura 3.2 Primeras tres componentes principales de la precipitación observada en los diversos observatorios de Angola durante la secuencia septiembre-mayo del período 1953-1977. Los resultados aparecen en forma de correlación significativa (*100 y evaluada con un Test-T) en azul (positiva) y rojo (negativa), de cada componente principal con la serie de precipitación asociada a cada punto. Aquellos puntos sin significación estadística aparecen en gris. En el margen inferior se muestra el porcentaje de varianza explicado por cada modo. (a) primera componente principal, (b) segunda componente principal, (c) tercera componente principal.

En la figuras 3.2 (a) puede verse como la primera EOF indica un mismo comportamiento de la precipitación en Angola, al existir un mismo signo del coeficiente de correlación en todo el mapa. Este primer modo explica un 21% de la variabilidad pluviométrica de la estación lluviosa y evoluciona con un perfil que coincide con el de la orografía y con el de la media pluviométrica del país, de modo que las regiones más altas son aquellas en las que se producen las mayores anomalías pluviométricas. La evolución temporal de la componente principal asociada a este primer muestra una gran variabilidad pluviométrica tanto intra-anual

como inter-anual sobre Angola. Este primer modo recuerda mucho al mapa de precipitación media mostrado por Silveira (1967) y que pone de manifiesto la presencia de fenómenos de gran escala.

En cuanto al segundo modo, también es importante (ya que explica un 16% de la variabilidad) y está representando una estructura dipolar que distingue el comportamiento pluviométrico del norte-noroeste de aquel del sur-sureste. Este distinto comportamiento podría estar unido a las fluctuaciones de la zona de convergencia intertropical que hace que entren masas de aire tropical continental transportadas por los vientos alisios por el noreste de Angola (y afectando al noroeste de Angola) y masas de aire tropical marítimo procedente por el sureste atlántico (Ferreira, 1965). Este tipo de oscilación asociada a movimientos de la ZCIT ya ha sido documentada para otras regiones.

El tercer y cuarto modo sólo explican un 9% y su comportamiento dipolar, con línea nodal coincidiendo con la orografía, hacen sospechar que sus causas puedan estar unidas a factores más locales o a la diferente influencia del Indico.

Sin embargo, debido a la poca fiabilidad de los datos disponibles durante el periodo 1980-2002, y antes de llevar a cabo la reconstrucción de los datos, este estudio se ha repetido teniendo en cuenta datos procedentes de otras bases de datos de distinto origen:

- Datos de la Base de Legates y Willmot
- Re-análisis NCEP

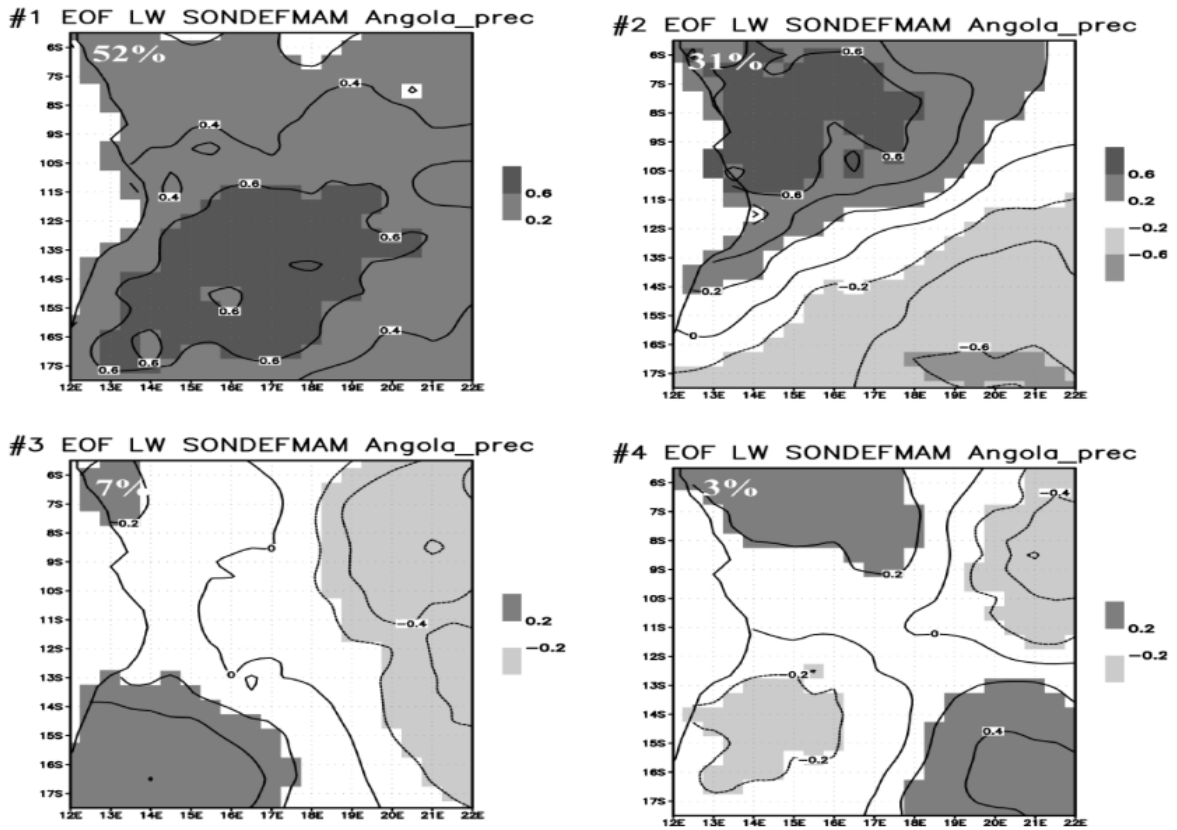


Figura 3.3: Representación de las cuatro primeras funciones empíricas ortogonales (en forma de mapas de correlación) de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa (de septiembre a mayo) de 1950-1980 según los datos de la universidad de Delaware. El porcentaje de varianza explicado por cada modo se indica en el margen superior izquierdo de cada mapa.

Para un primer estudio de los datos observados disponibles (de 1950-1980) se han tomado los de las series de LW (figura 3.3) con el objeto de poder analizar la distribución espacial de las principales EOFs (funciones empíricas ortogonales) de la precipitación en Angola. Los datos de esta base correspondientes a los puntos de malla de las observaciones se correlacionan con un coeficiente mayor de 0.8 en todos los casos. Se observa en general como la estructura espacial de las tres primeras componentes principales mostradas en la figura 3.3 coincide con aquellas calculadas con los datos observados (figura 3.2). Sin embargo, el porcentaje de varianza explicado por cada uno de los modos es distinto. En concreto los dos primeros modos explican según LW más del 80% de la variabilidad, mientras que las observaciones sólo llegan a explicar un 37% de la misma. El origen de los datos de LW, procedente de

interpolaciones numéricas, puede ser la causa de este cambio en el porcentaje de variabilidad ya que el proceso de interpolación puede filtrar frecuencias altas en la señal de precipitación, las cuales aparecen en los datos observados y llevan a la aparición de un mayor número de modos para explicar la variabilidad.

b) Re-análisis NCEP

En la figura 3.4, aparece la estructura espacial de las tres primeras EOFs calculadas con los datos de precipitación mensual del re-análisis NCEP. Los resultados coinciden con los obtenidos para la base de datos LW e indican la fiabilidad de los patrones encontrados, si bien de nuevo el porcentaje de varianza es mayor en este caso, pudiéndose atribuir a las mismas razones dicha variación.

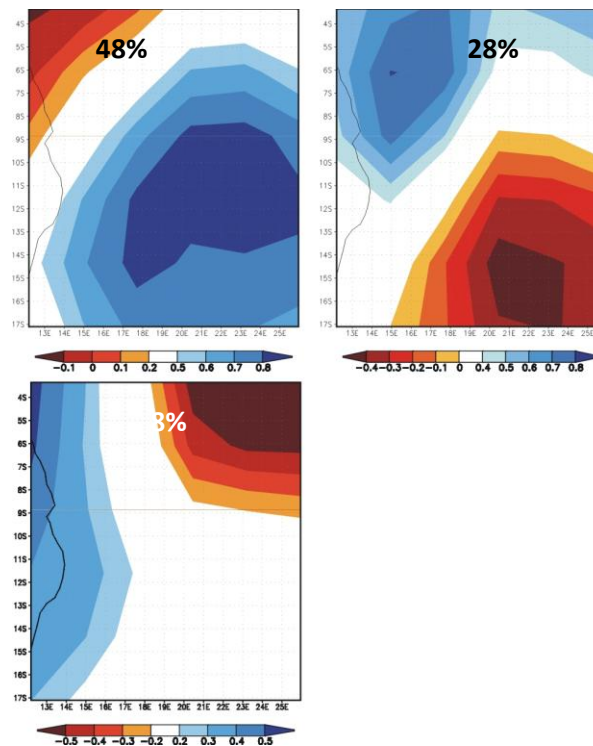


Figura 3.4: Representación de las tres primeras funciones empíricas ortogonales (en forma de mapas de correlación) de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa (de septiembre a mayo) de 1948-1980 obtenidas con la base de datos NCEP

Gracias a estos mapas, se va a poder estudiar el régimen de circulación general dominante en las estaciones lluviosas de cada región con el fin de aclarar la falta de información climatológica que existe sobre Angola y poder ayudar en un futuro a la creación de predictores de la precipitación que ayuden a reconstruir las series que faltan. Para ello se ha realizado un mapa compuesto de las componentes principales de la precipitación obtenida anteriormente sobre distintos campos atmosféricos y oceánicos.

En la figura 3.6 se presentan los mapas compuestos para a un alto índice de la primera componente de la precipitación observada calculados para la precipitación anómala (a), la SST anómala (b) y altura de geopotencial anómala (Z1000).

Estos mapas nos aportan información acerca de las causas que provocan un aumento de la precipitación en todo el territorio angoleño, tal y como señala el primer modo EOF (figura 3.2 (a)).

Se observa como el primer modo de precipitación se relaciona con un mismo comportamiento de la lluvia en toda la región de África meridional (figura 3.6), de forma que un aumento de la precipitación está unido a un enfriamiento del océano Índico y a un calentamiento del océano Atlántico. La relación entre la lluvia en África meridional y los cambios en la temperatura del Índico y del Atlántico sur han sido señalados en un artículo de Hoerling et al., (2006) empleando series de datos de modelos y observaciones, pero sin considerar casi datos en la región de Angola (ver Figura 3.5 y Hoerling et al., 2006).

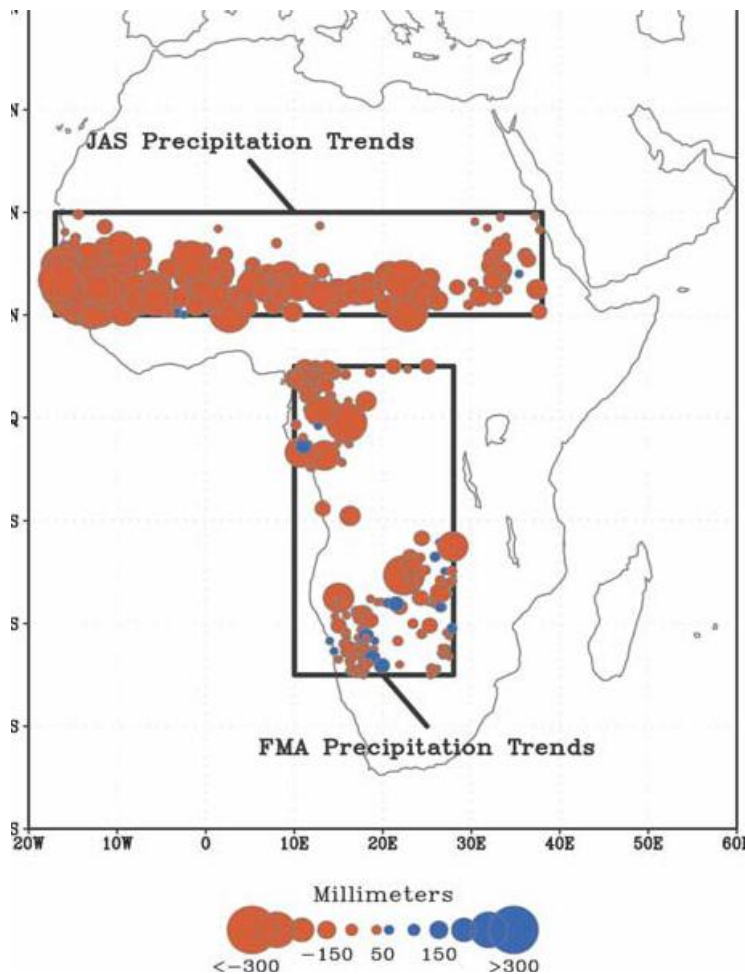


Figura.3.5. Se ilustran las tendencias de las precipitaciones estacionales durante el periodo 1950-1999, en el norte (julio, agosto y septiembre) y sur de África febrero, marzo y abril). Los círculos rojos indican las tendencias y los círculos azules indican las sequías con base en las observaciones climáticas globales con menos de 40 años de mediciones. De Hoerling et al., 2006

Puede observarse como el primer modo está a su vez ligado a cambios en el campo del geopotencial en superficie sobre la región continental de África meridional. Se observa como un debilitamiento del enfriamiento que acontece en esta región, posiblemente unido a la aparición de Niños Benguela (Ritcher et al., 2006)

En cuanto al segundo modo, aparece un enfriamiento tanto del Atlántico sur como del Índico en relación con un gradiente de lluvia noreste-suroeste en el que no sólo la depresión sobre el continente tiene un papel importante, sino también la posición relativa de los anticiclones subtropicales del Índico y del Atlántico sur.

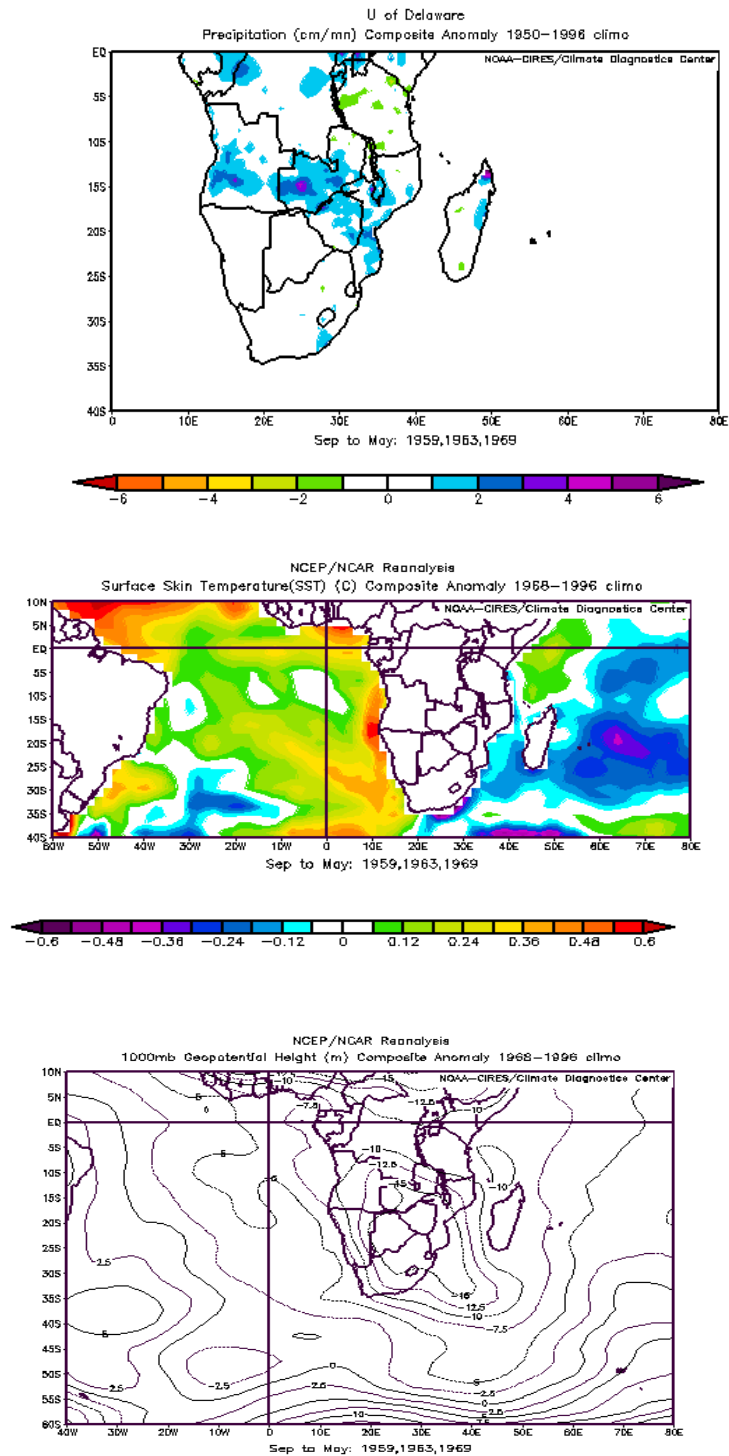


Figura 3.6 (a) Mapas compuestos de la PCA1-Precipitación, para precipitación, SST y Z1000 anómalo

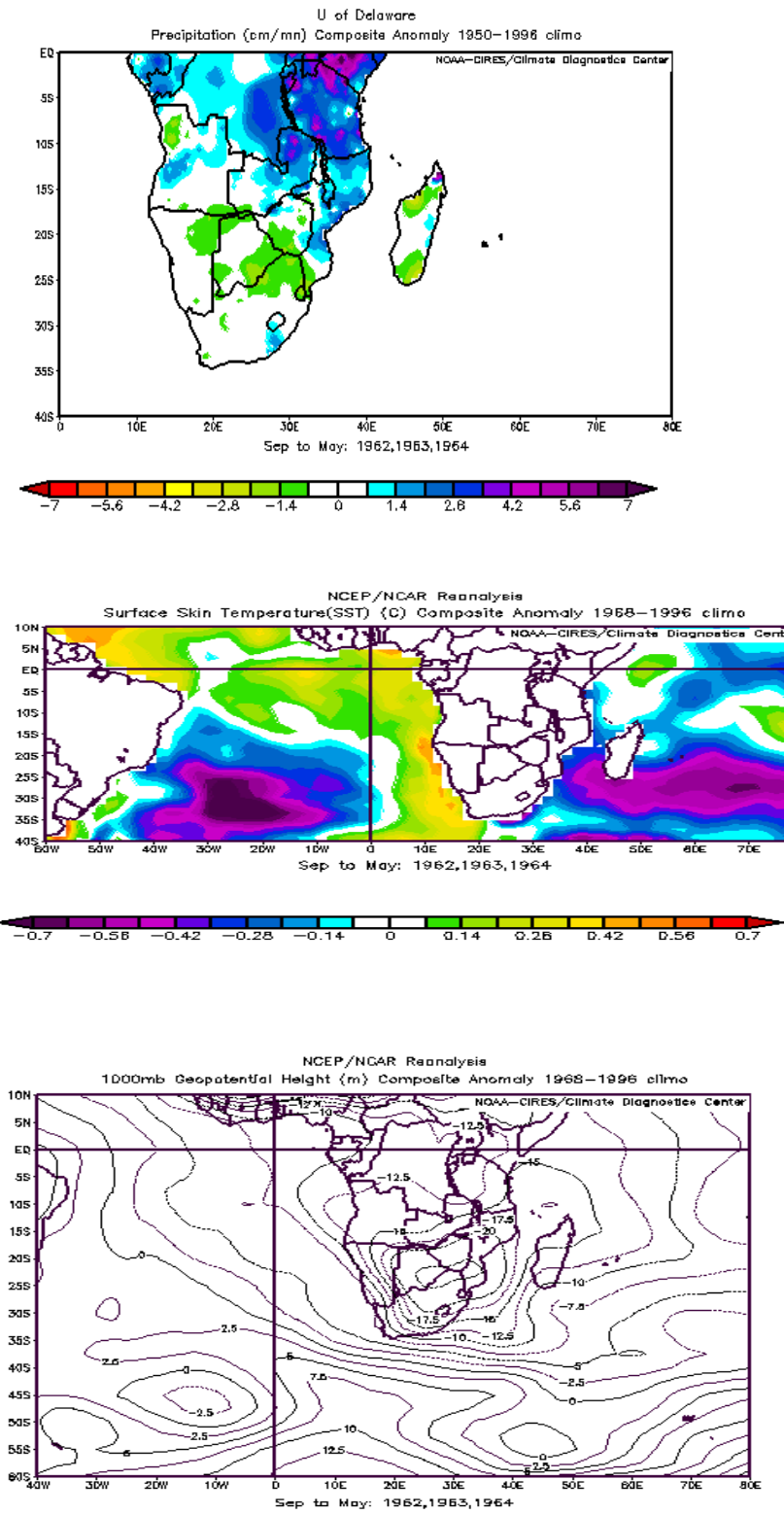


Figura. 3.6 (b) Mapas compuestos PCA2-Precipitación, SST y Z1000 anómalo durante la estación lluviosa

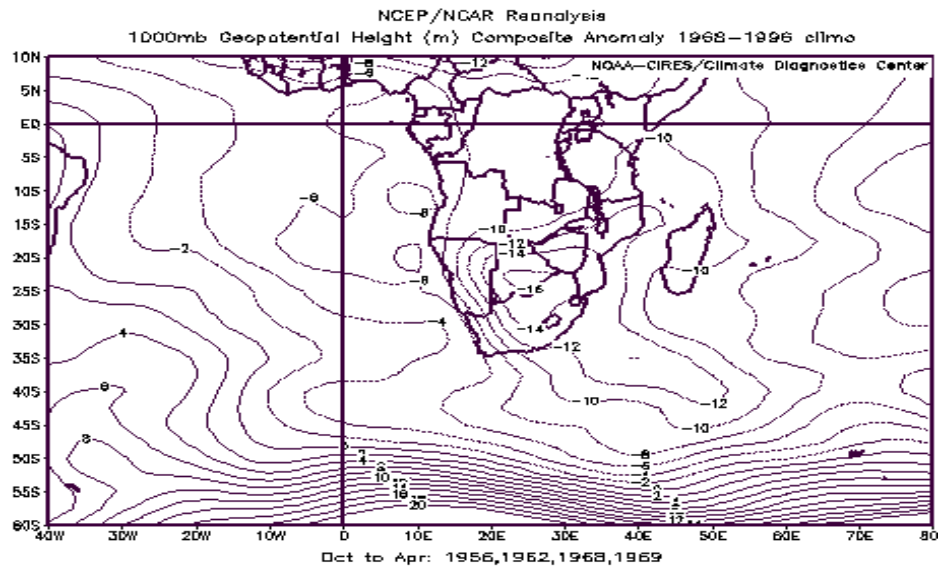
3.2.2. Circulación en superficie asociada a la variabilidad de la Precipitación

Se han estudiado los mapas compuestos de la anomalía del geopotencial en superficie para los casos de anomalías positivas y negativas de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa en las estaciones principales de medida (Figura 3.7).

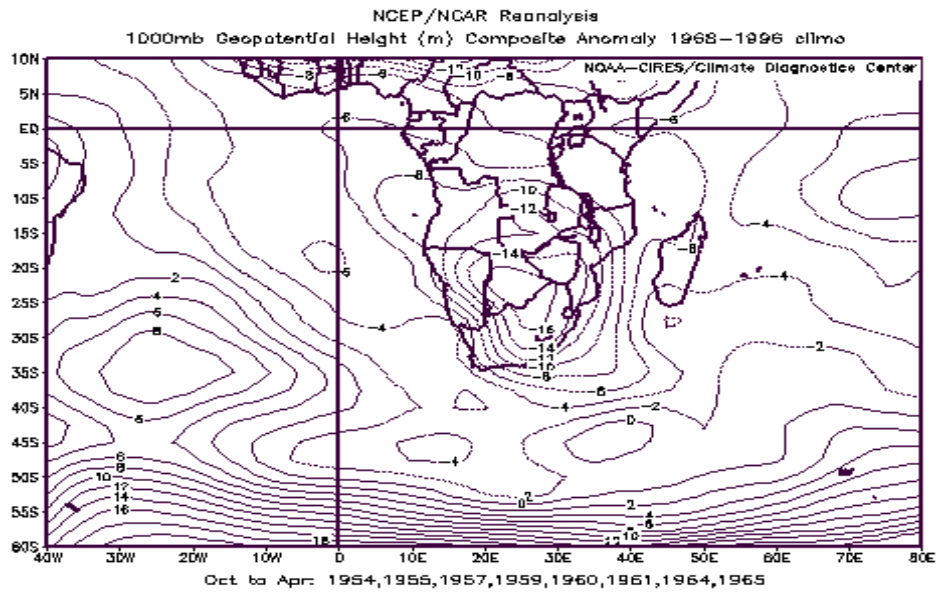
Los resultados que se infieren de estas representaciones nos dan una idea de los patrones de circulación en superficie que afectan al clima de Angola. En algunas localizaciones los patrones de circulación son los mismos, ya que estas estaciones se encuentran bajo la influencia de las mismas estructuras de presión. Estas estructuras involucran a la posición relativa de los anticiclones subtropicales de los océanos Índico y el Pacífico así como a la intensidad de la depresión que se aparece sobre el continente en la estación lluviosa. Sin embargo, la influencia de los océanos Atlántico o Índico es distinta según la localización.

Esta clasificación de patrones anómalos será también de gran ayuda a la hora de interpretar los resultados que se infieran de nuestro modelo de regresión, así como a la hora de definir nuevos índices.

La figura 3.7 muestra resultados preliminares con objeto de conocer cuáles son los factores atmosféricos fundamentales. Así en las estaciones del Norte (Cabinda y Uíge), aunque tanto en casos de alta como de baja precipitación el anticiclón de Santa Helena se fortalece y el anticiclón del Índico se debilita, la posición de los centros anómalos de ambos anticiclones se encuentra desplazada hacia el norte y hacia el continente africano en los casos de precipitaciones anómalas positivas, lo cual indica un mayor gradiente de presión. Además, en el caso de Cabinda, aparece un mínimo relativo anómalo frente a su costa, lo cual explica este aumento de las precipitaciones. En las estaciones del centro-norte litoral, como son Luanda y Malange, se muestra una situación similar, mientras que en las estaciones del centro y norte del interior (Dundo, Saurimo y Lwena) las anomalías de precipitación se encuentran más influidas por la baja del interior, que se encuentra más desplazada hacia el nordeste. En las estaciones del centro-sur (Bié, Lobito y Huambo), la posición relativa de la baja sobre el continente y el centro positivo del anticiclón subtropical del Atlántico sur es determinante en estos casos, con una menor influencia del océano Índico.

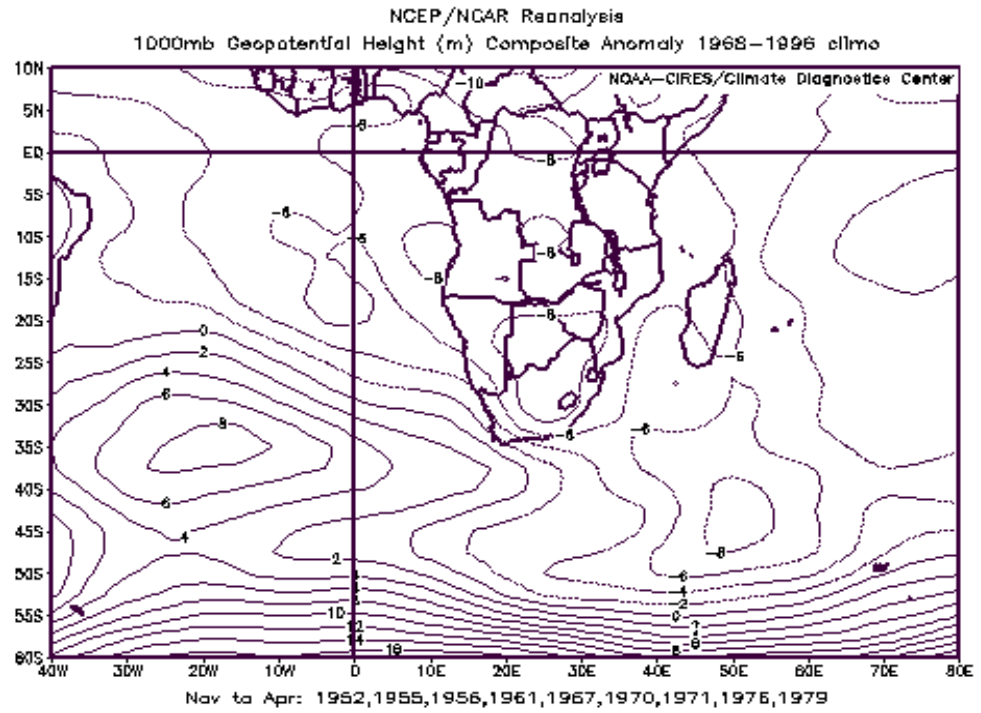


BIE_alto

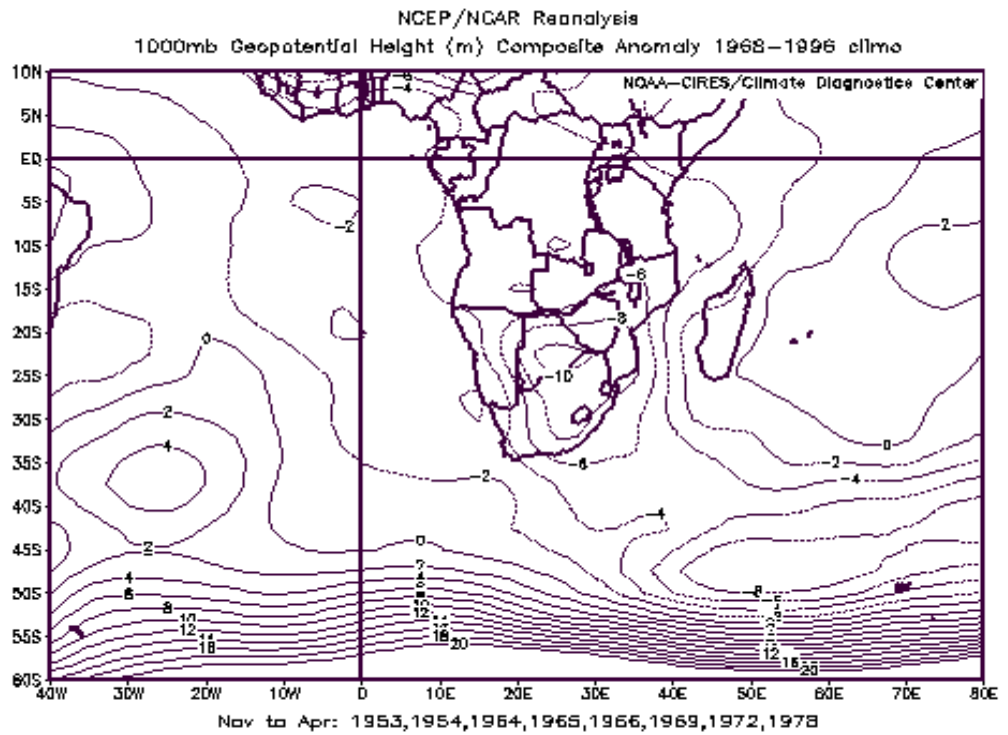


BIE_bajo

Figura 3.7. Mapas compuestos del geopotencial anómalo en 1000 hPa durante los años en los que la precipitación en las diferentes estaciones de Angola, durante la estación lluviosa, ha sido superior a la media.

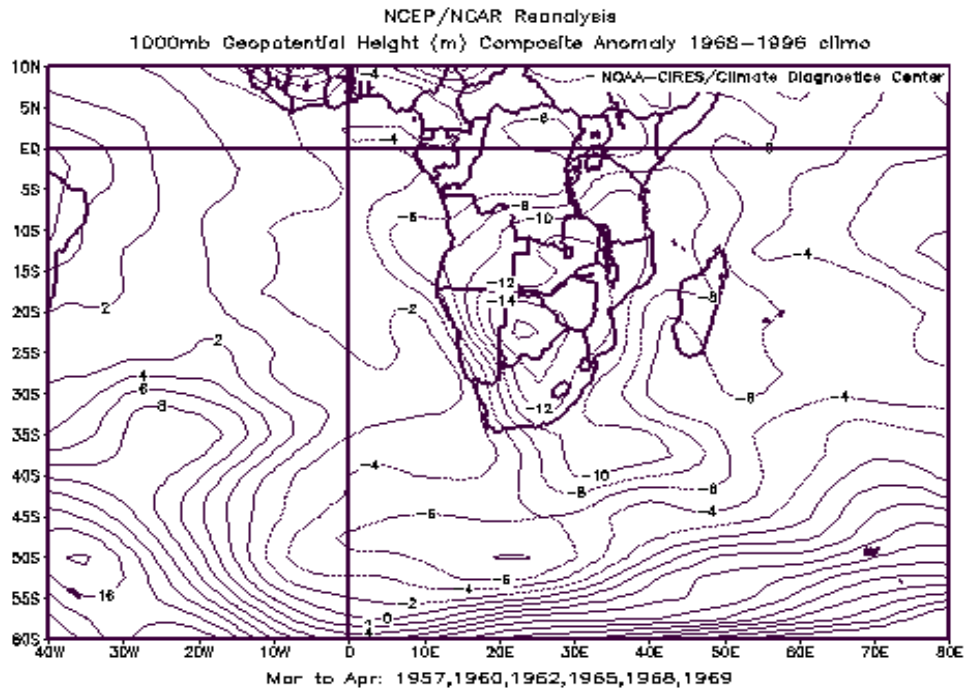


CABINDA_alto

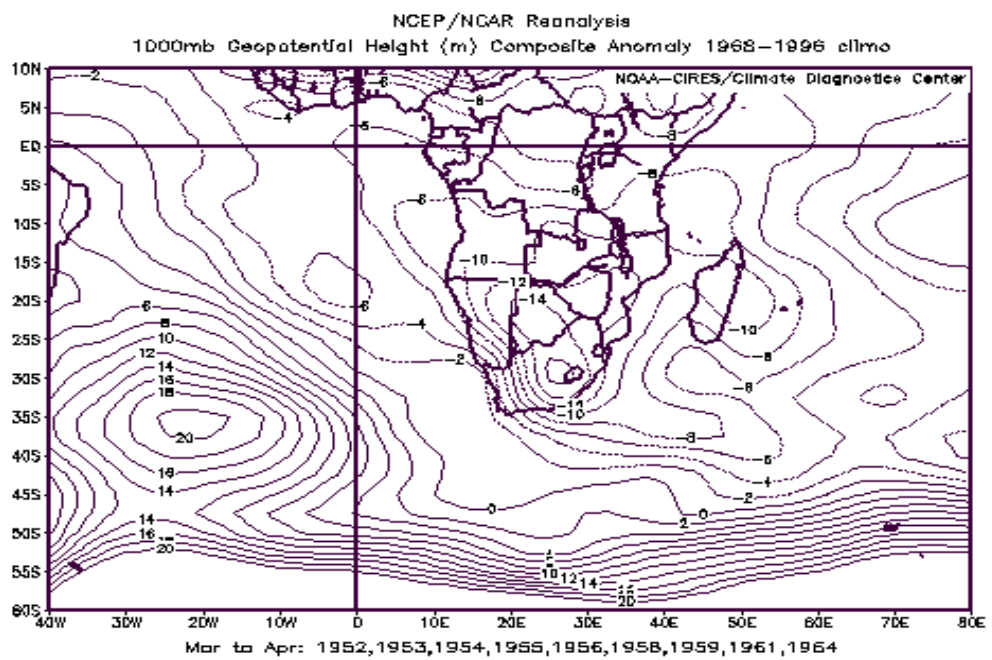


CABINDA_bajo

Figura 3.7 continuación (para Cabinda)

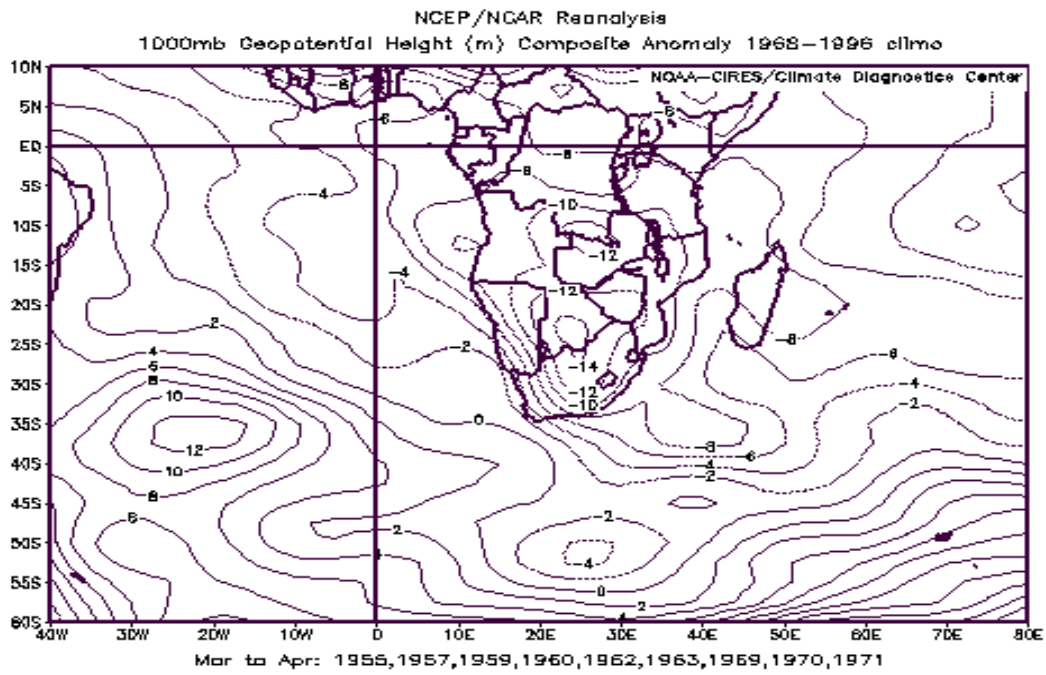


LOBITO_alto

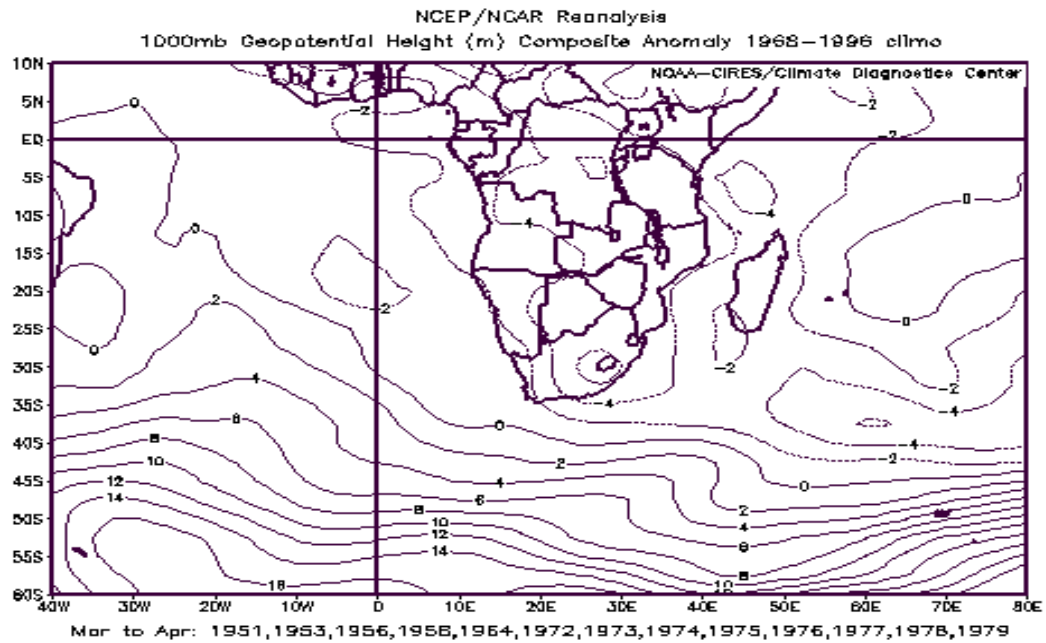


LOBITO_bajo

Figura 3.7 continuación (para Lobito)



LUANDA_alto



LUANDA_bajo

Figura 3.7 continuación (para Luanda)

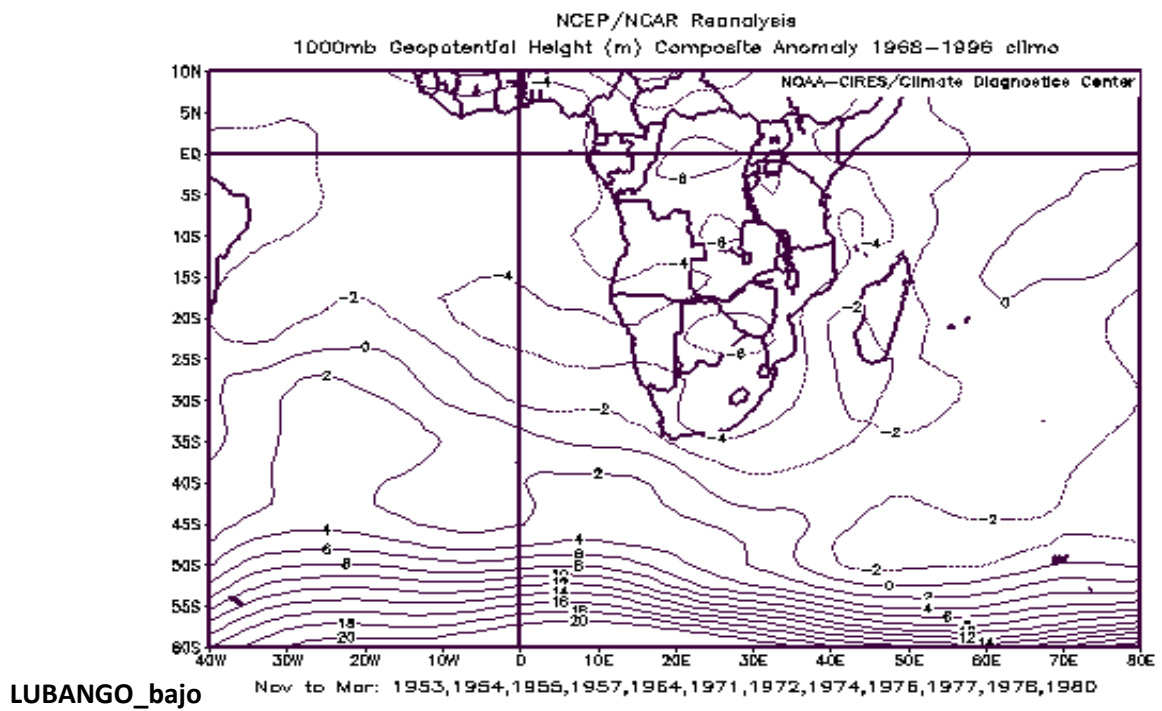
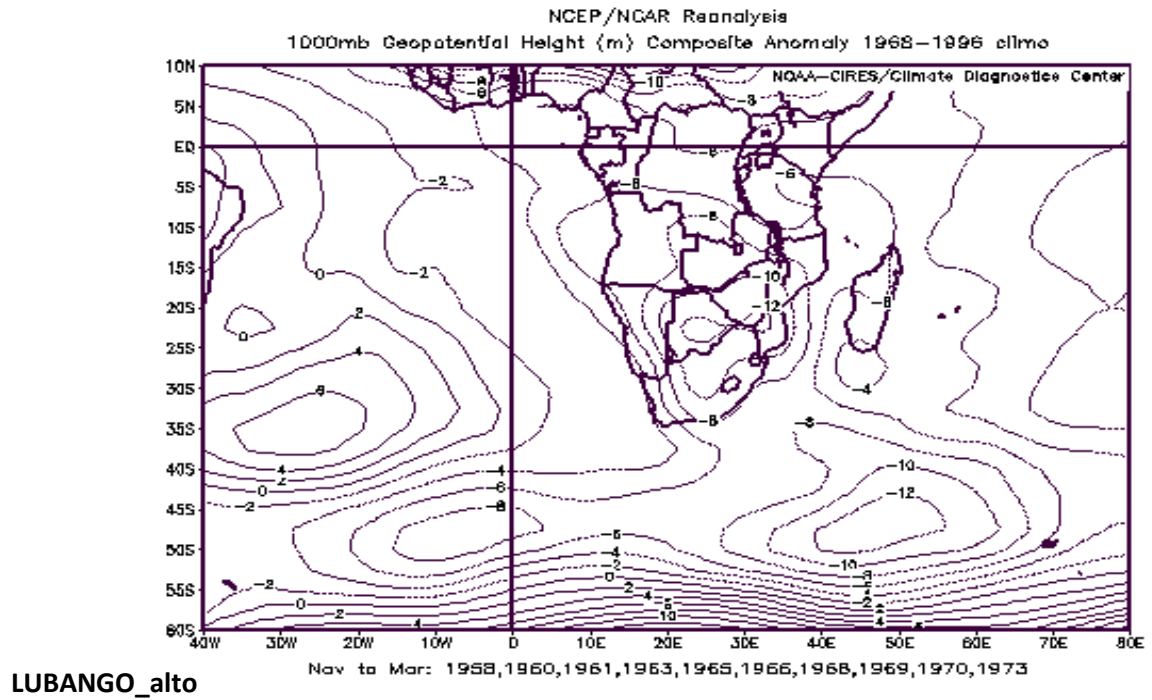


Figura 3.7 continuación (para Lubango)

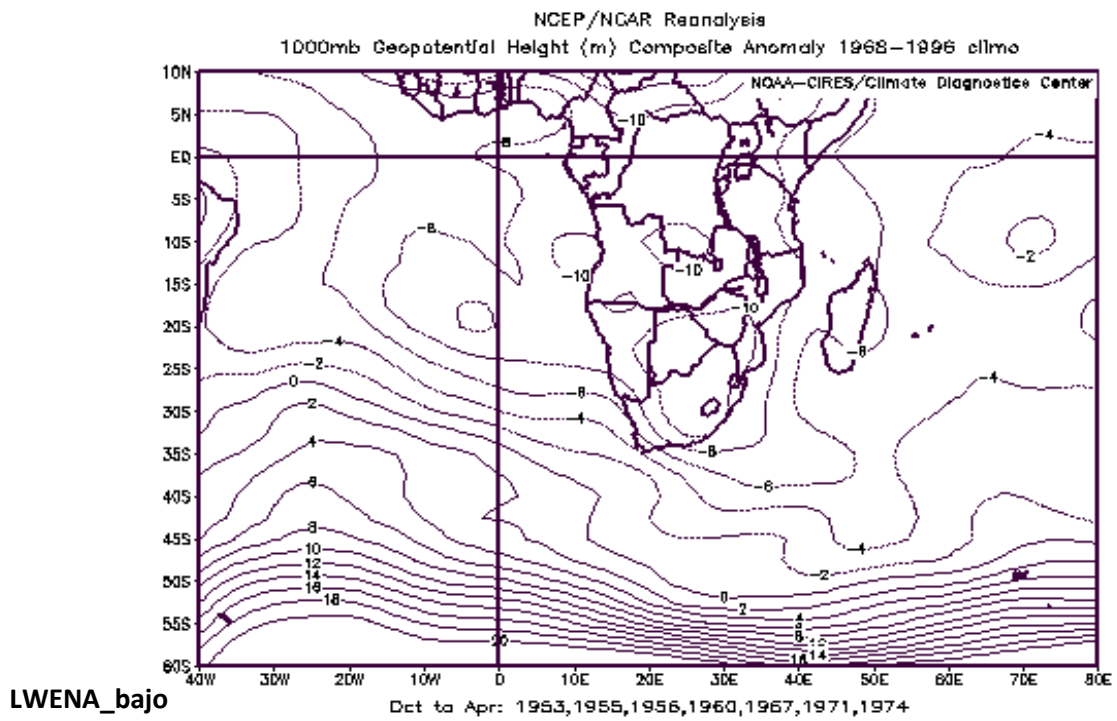
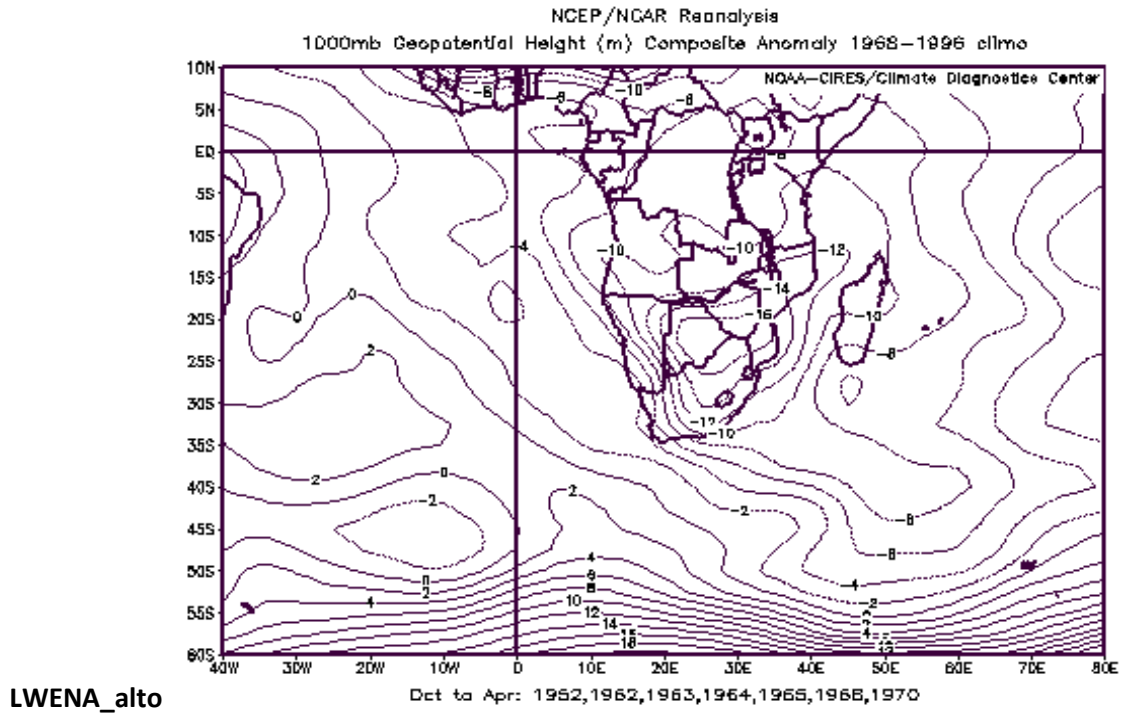


Figura 3.7 continuación (para Lwena)

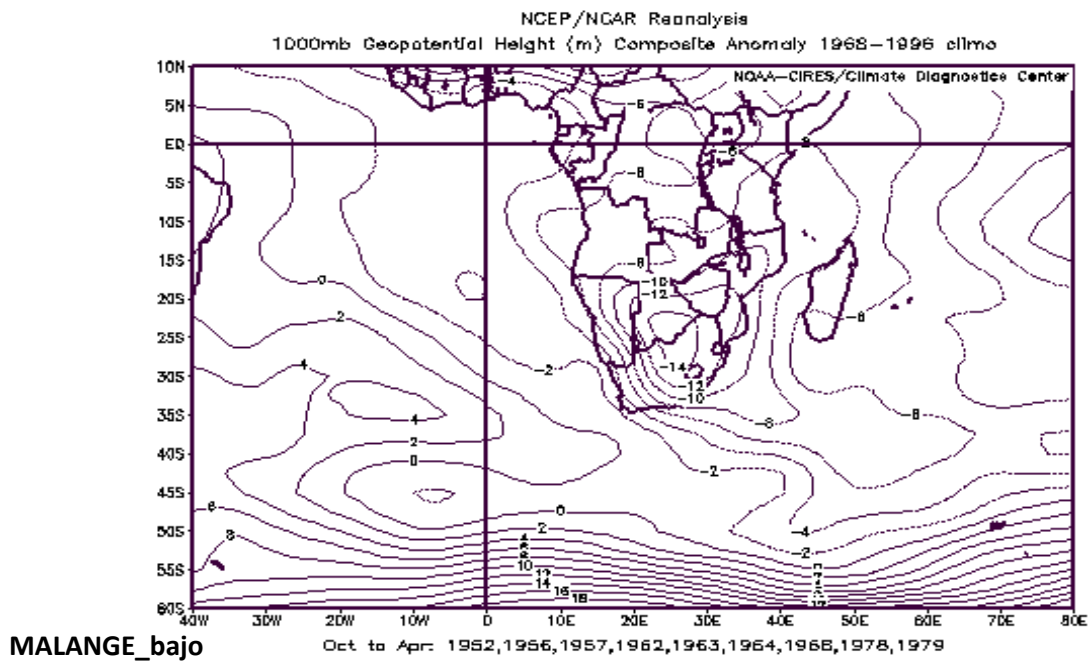
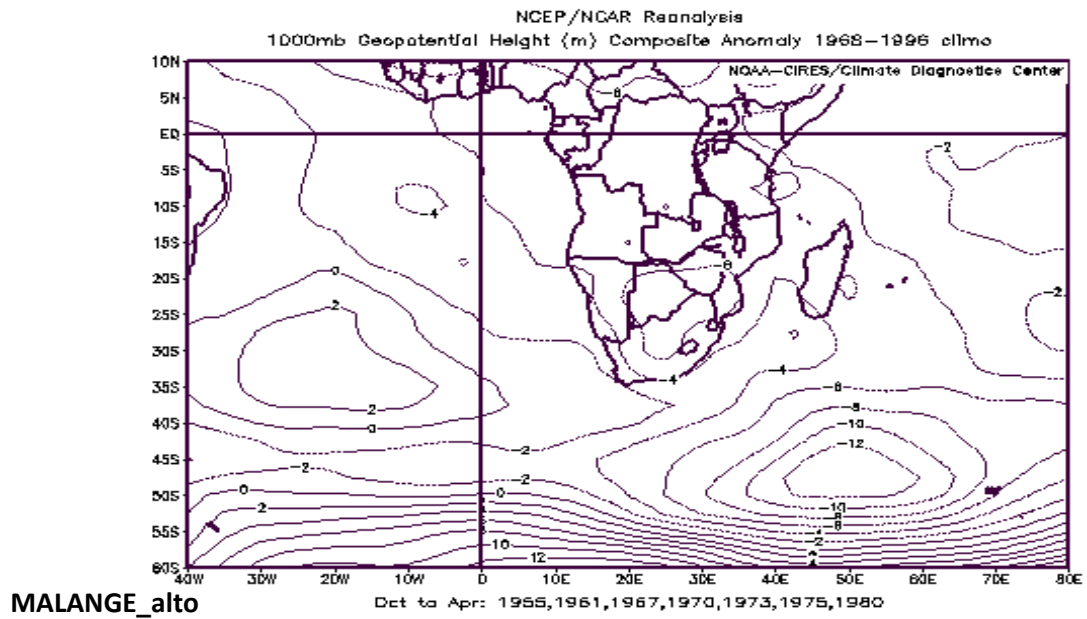
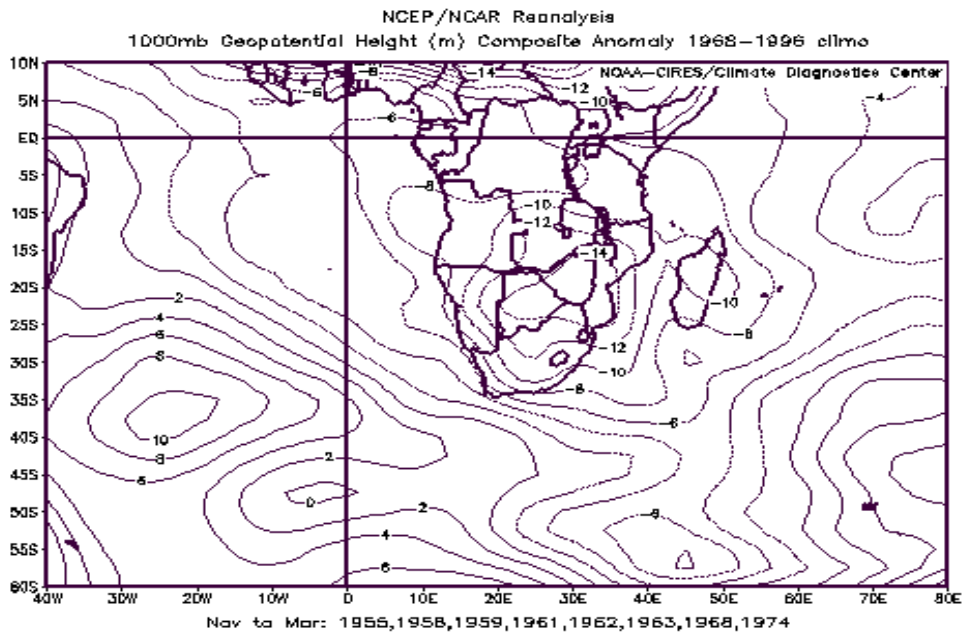
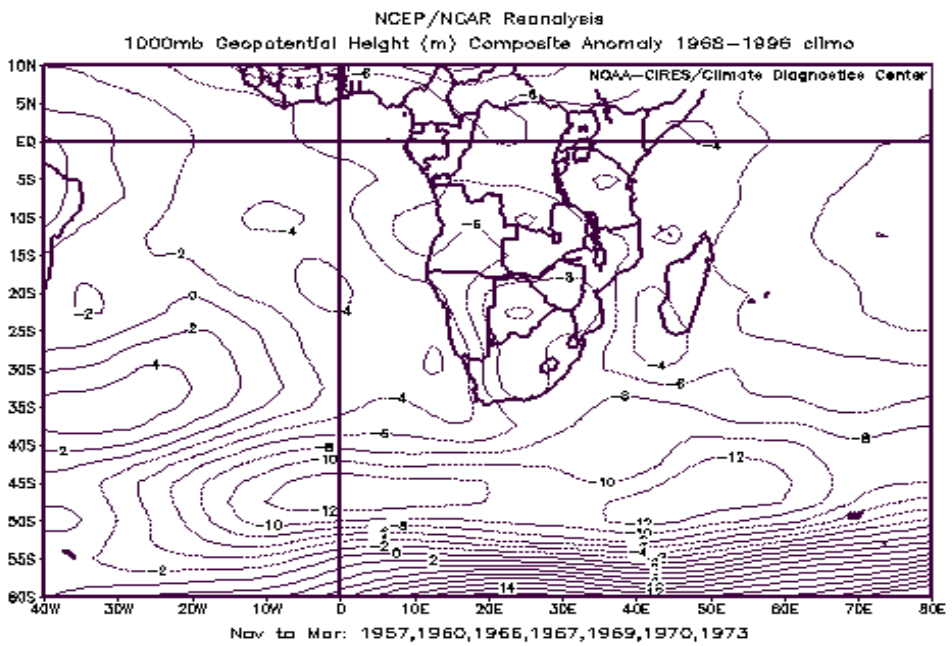


Figura 3.7 continuación (para Malange)



MAVINGA_alto



MAVINGA_bajo

Figura 3.7 continuación (para Mavinga)

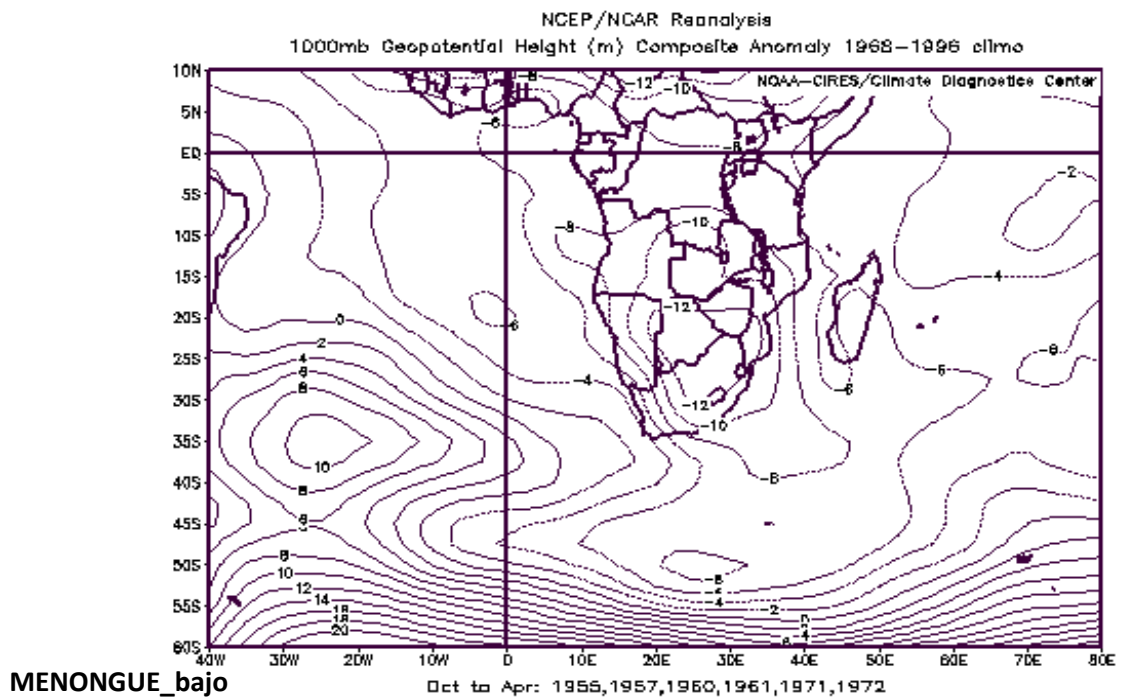
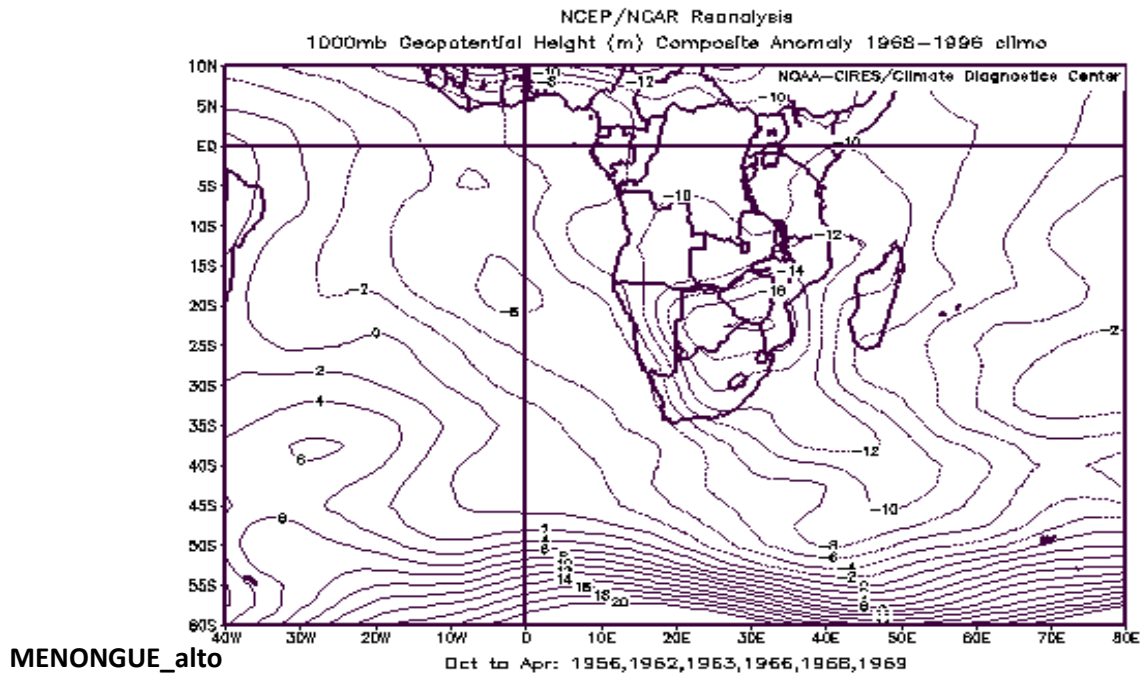


Figura 3.7 continuación (para Menonge)

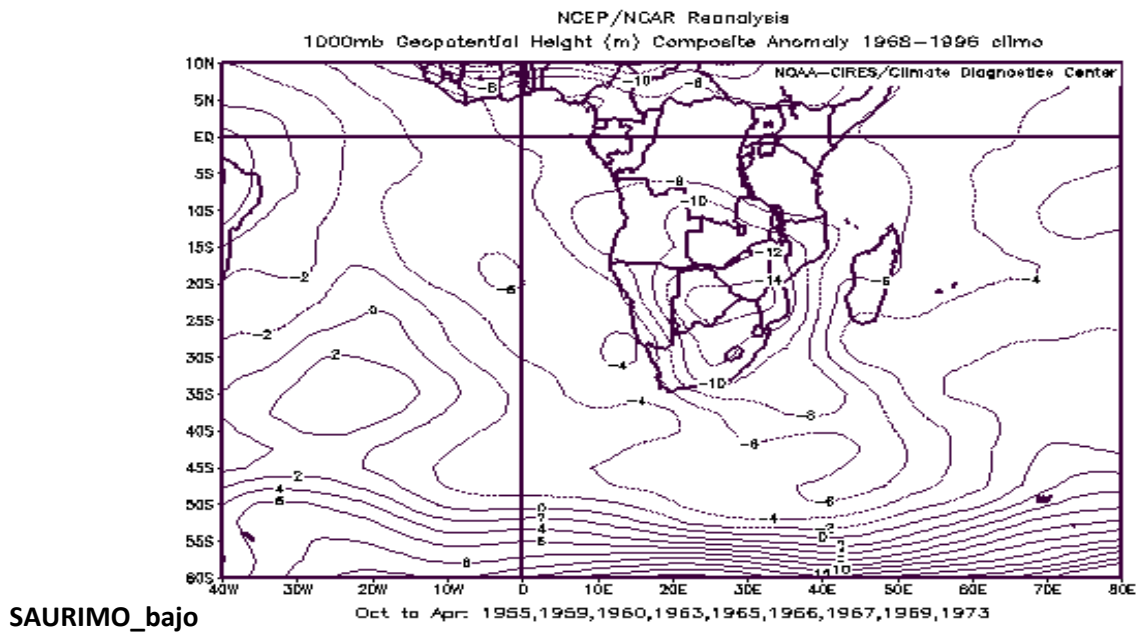
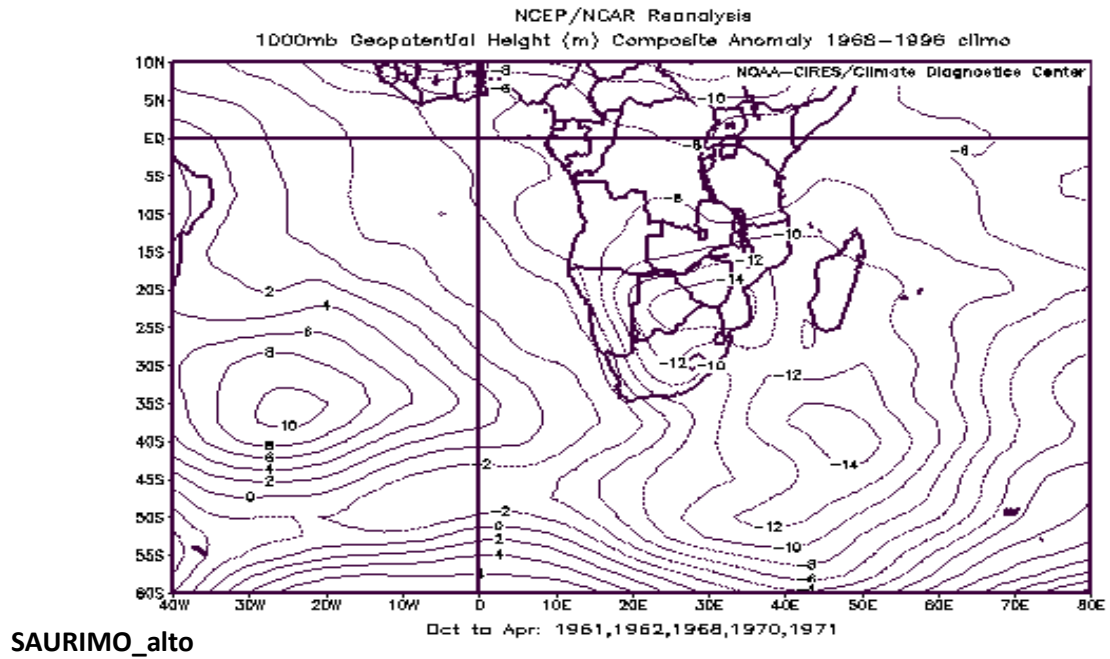
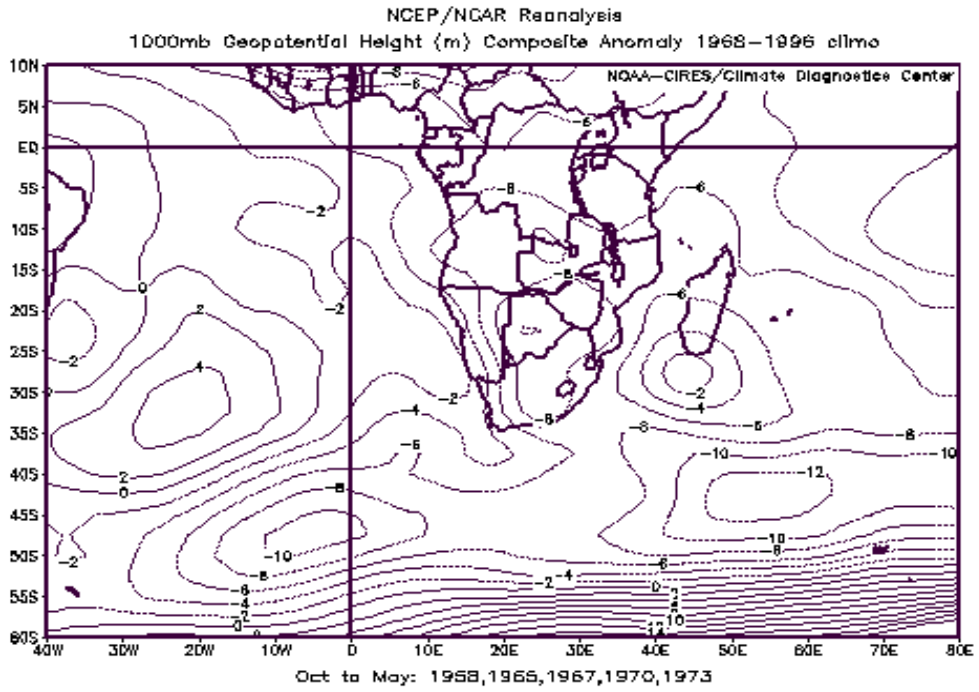
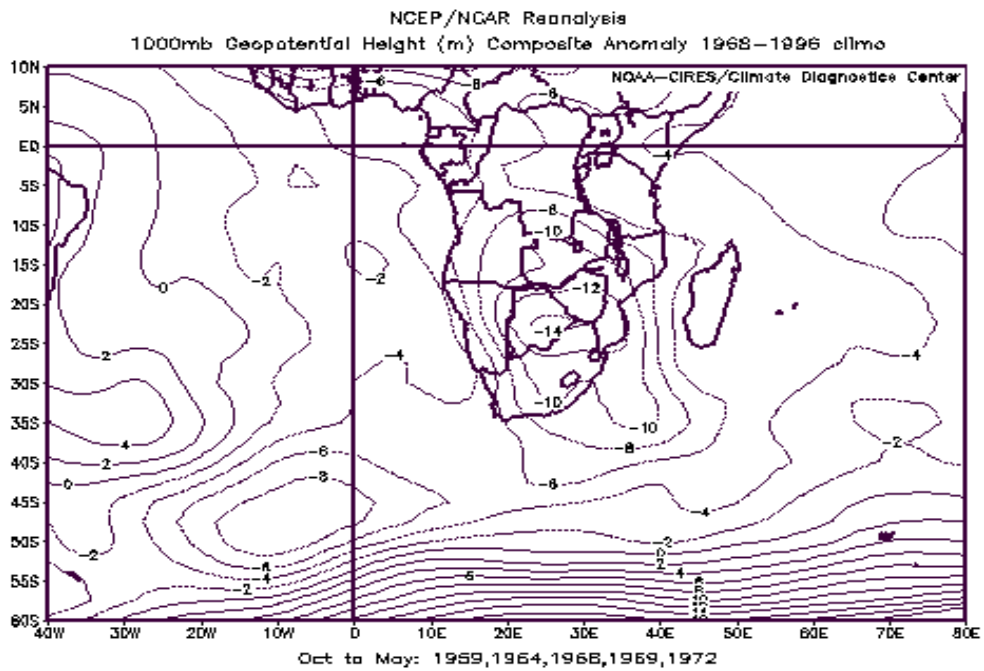


Figura 3.7 continuación (para Saurimo)



UIGE_alto



UIGE_bajo

Figura 3.7 continuación (para Uige)

Capítulo 4. DESCRIPCIÓN Y CREACIÓN DE PREDICTORES DEL MODELO

Como ya se ha ido indicando en los anteriores capítulos, el objetivo final de este trabajo es crear un modelo de regresión múltiple que se adapte a los datos observados de precipitación mensual durante la estación lluviosa en Angola de 1950–1980 para, con el modelo así obtenido, reconstruir la serie de 1980–2003.

Para llevar a cabo la reconstrucción de los datos de precipitación se ha empleado el método de “Downscaling Estadístico”. Los datos utilizados proceden de observaciones de precipitación del Anuario de Observaciones Mensuales del Servicio Meteorológico de Angola (Tabla 3.1) en los que la mayor parte de las estaciones poseen datos del período de 1951–1980. Como se indicó también en el capítulo 3, como predictores del modelo de regresión múltiple se han empleado medias mensuales de los cuatro puntos de la rejilla del NCEP que encierran a la estación de estudio, procedentes en su mayoría de variables atmosféricas de la base de datos del re-análisis del NCEP (Kalnay et al, 1996). Todos estos datos corresponden al período 1948-2000, y están distribuidos en una malla global de 2.5° x 2.5° latitud-longitud. Aunque los datos del re-análisis ERA-15 del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (ECMWF²) son más realistas (Gibson, 1997), sólo cubren el período 1979-1994, mientras que los correspondientes al NCEP cubren el período que se pretende emplear para reconstruir los datos (1948-2003). Como ya se indicó, las variables correspondientes al re-análisis del NCEP, para los niveles de 1000, 925, 850, 700, 500, 300, 200 y 100 hPa son: Humedad Relativa (HR); Presión a nivel del mar (SLP); temperatura del aire (T); velocidad del viento zonal (U); velocidad del viento meridional (V); velocidad vertical (W); altura del geopotencial (Z); temperatura del aire a 2 metros (T2). Por otro lado se han empleado datos de la base Legates y Willmott desde 1950 hasta 1996 y en una malla de 1° x 1° (Legates, 1989; Legates y Willmott, 1990) tanto de la precipitación (PTLW), como de la temperatura del aire (TPLW). Datos oceánicos de base de datos: COADS SST¹⁵ de 1960 – 2002. Todos estos predictores son locales o “in situ”.

15 Sea Surface Temperature

Si bien la reconstrucción de los datos de precipitación en Angola es un objetivo final de esta Memoria, no se trata del único ni del primordial. En realidad, el estudio de la variabilidad de baja frecuencia de la precipitación en Angola es otro de los objetivos principales de esta Memoria. Además, para poder reconstruir las series de precipitación mensual en Angola, es necesario conocer los factores que imperan en la variabilidad climática de la región. Por tanto, ha sido necesario un estudio previo de la variabilidad climática en Angola. Dada la escasez de información durante el período de guerra (1980-2002), se ha recopilado información sobre la variabilidad de las regiones adyacentes, como Zimbawe, Namibia o Sudáfrica, de la que existe una mayor aportación bibliográfica.

Es bien conocido que, fenómenos climáticos oceánicos y atmosféricos, que ocurren en lugares alejados, pueden alterar el curso global de la circulación, produciendo cambios en la precipitación y la temperatura y dando lugar a fenómenos de teleconexión. Por tanto, en este capítulo se ha realizado una intensa recopilación de los fenómenos climáticos que pueden influir en la variabilidad pluviométrica de Angola, con el fin de crear una serie de índices que puedan emplearse como predictores de la precipitación en Angola. Hay que decir que alguno de estos índices son conocidos y han sido empleados en un gran número de trabajos anteriores, como es el caso de aquellos que describen el fenómeno de El Niño; mientras que otros han sido calculados por primera vez para este trabajo y se han inferido de resultados obtenidos por otros autores para regiones adyacentes.

Un último bloque de índices se han obtenido directamente a partir de los mapas compuestos de diferentes variables atmosféricas partiendo de los datos disponibles de precipitación sobre Angola.

En este capítulo se resume el esfuerzo que se ha realizado para ampliar el número de predictores que ayuden a mejorar la precipitación sobre Angola. Se trata de un capítulo primordial dentro de los resultados de este trabajo.

4.1. ÍNDICES OCEÁNICOS Y ATMOSFÉRICOS CONOCIDOS

4.1.1. Índices oceánicos conocidos:

4.1.1.1 El Niño

El Niño es el nombre dado al fenómeno que ocurre cuando la temperatura de la superficie del mar en la costa de América del sur del océano Pacífico ecuatorial se encuentra anormalmente cálida. La persistencia de estas temperaturas cálidas tiene una influencia importante en la circulación atmosférica, cambiando los patrones climáticos alrededor del globo .

La influencia del ENSO se manifiesta en intensas teleconexiones con latitudes medias, las cuales son evidentes en ambos hemisferios (Horel y Wallace 1981) pero que pueden aumentar cuando vientos ecuatoriales del oeste atraviesan una fuente de calor tropical, tal como un océano cálido (Webster, 1981). El hecho de que los vientos ecuatoriales del oeste sean más comunes en invierno y en el Pacífico central explicaría una correspondencia con el aumento de la extensión de la región de influencia de la precipitación.

Walker (1989) y Walker y Lindsay (1989) utilizaron datos mensuales de observaciones realizadas en barco de SST, viento en superficie, y diversos parámetros meteorológicos sobre el sureste del Atlántico y el suroeste del Océano Índico, para realizar asociaciones estadísticas con la lluvia en la meseta Sudafricana encontrando relaciones con la precipitación en dicha región durante años de El Niño. Aunque la influencia de El Niño sobre la precipitación de Sudáfrica no es evidente, al diferir de una región a otra y de una estación a la siguiente, algunos trabajos demuestran que El Niño influye sólo en un 30% de la precipitación en Sudáfrica (Servicio Meteorológico Sudafricano) durante la estación lluviosa estival, es decir, de octubre a marzo. Por otro lado, en Botswana se han documentado evidencias de sequías que han sido anticipadas con la aparición de un Niño (Fu et al., 1986). De los seis episodios de El Niño entre 1950 y 1982, cinco han producido sequía en Botswana (Schonher y Nicholson , 1989). El evento de 1957 fue una excepción ya que, aunque este episodio produjo sequía en muchas partes de África meridional; las condiciones de sequías en Botswana fueron compensadas por intensas lluvias en enero de 1958.

La costa oriental de África (Kenya y Tanzania) manifiesta dos períodos distintos de lluvias equinociales (de marzo a mayo y de octubre a diciembre). Estos períodos no se correlacionan significativamente y, por consiguiente, son independientes. Si bien las mayores precipitaciones ocurren durante las largas lluvias, el periodo de OND ha experimentado un mayor grado de variabilidad interanual en relación a la climatología (Hastenrath y Greischar, 1993). Por ejemplo, en OND de 1997, fuerte año de El Niño, las lluvias de África oriental durante el periodo de OND fueron en muchas partes de 5 a 10 veces superiores a la media: las más altas en el siglo (WMO, 1998).

Análisis de datos a gran escala han ilustrado que la SST mensual en el océano Índico ecuatorial tiene una correlación con el índice Niño 3 de SST de Pacífico de +0.4 (Clark et al., 2000; Tourre y White, 1995). De este modo, episodios de El Niño (La Niña) van acompañados por altas (bajas) anomalías de SST en el océano Índico. Tras 1976 han ocurrido más episodios de El Niño y muy pocos de La Niña, aparentemente en conjunción con un cambio hacia un estado más cálido en océanos tropicales (Trenberth, 1990; Trenberth y Hoar, 1996). Desde 1945 el océano Índico ha manifestado una tendencia media de calentamiento de $0.01^{\circ}\text{C} / \text{año}$ (Terry, 1994; Clark et al., 2000) con un cambio de $0,3^{\circ}\text{C}$ hacia a un estado más cálido que ha ocurrido alrededor de 1976 (Wang, 1995; Trenberth, 1990; Graham, 1994), en paralelo con otros océanos tropicales. La tendencia de calentamiento y el cambio de temperatura a nivel del mar en 1976 han sido claramente visibles en las series temporales de anomalías mensuales de SST de Reynolds.

De 1950 a 1999 la precipitación ecuatorial africana en los meses de octubre, noviembre y diciembre correlaciona con el índice de temperatura de superficie a nivel del mar de Niño 3.4 con los meses de octubre, noviembre y diciembre en +0,55; por consiguiente ENSO explica aproximadamente un 30 % de la varianza de la precipitación en los meses de octubre, noviembre y diciembre (Clark et al., 2000).

En este trabajo se van a tomar distintos índices de El Niño, correspondientes a las distintas regiones donde la amplitud del fenómeno es mayor, tal y como se muestra en la Figura 4.1.

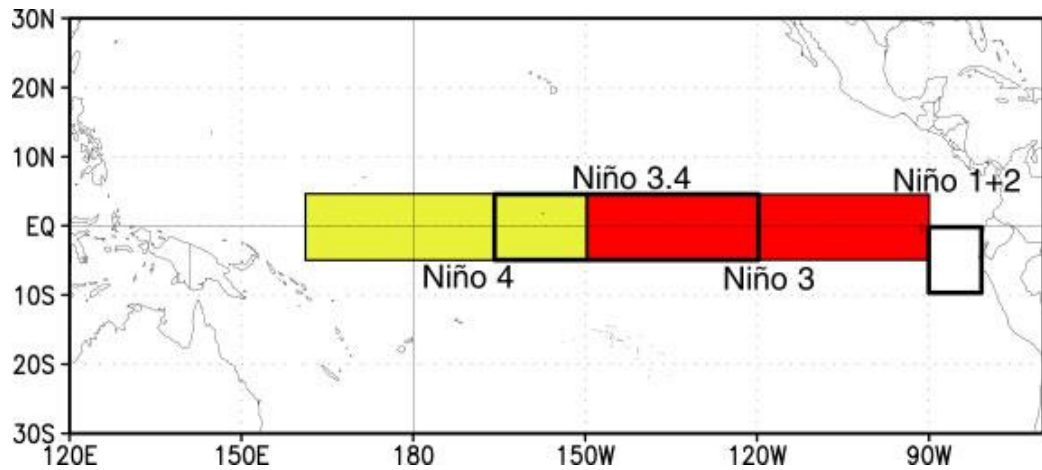


Figura 4.1 Localización de las diferentes regiones de estudio de El Niño.

4.1.1.2 Niño 3

Este índice de El Niño se define como la SST promediada en la región del Pacífico situada entre $\{5^\circ \text{ N} - 5^\circ \text{ S}, 150^\circ - 90^\circ \text{ W}\}$ tal y como se muestra en la Figura 4.1.

Dado el carácter predictivo de la SST, en este trabajo se va a emplear el índice de El Niño 3 tanto de forma simultánea a la precipitación, como desfasando 1,2,3 o 4 meses respecto a la estación lluviosa (denotándose como Niño3(-1,-2,-3,-4) dependiendo del desfase considerado).

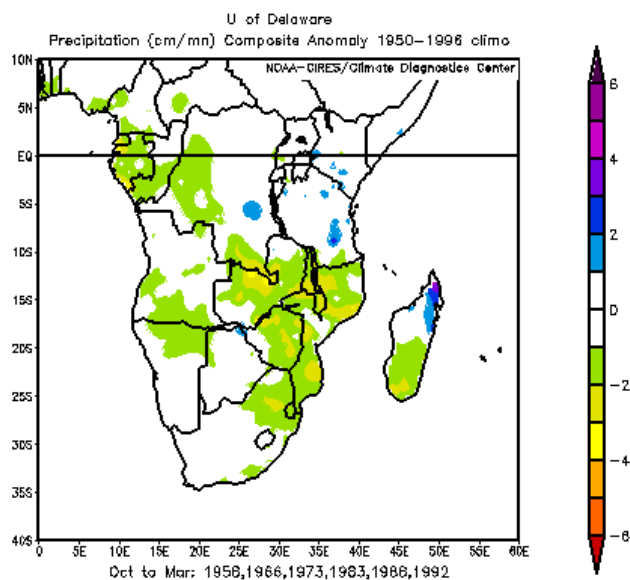


Figura 4.2 Mapa compuesto de la precipitación anómala en África meridional de octubre a marzo durante episodios de El Niño registrados en la región Niño 3. Fuente: datos de precipitación de la base de datos de la Universidad de Delaware

En general, tal y como se ha indicado anteriormente y como se muestra en la Figura 4.2, los episodios de calentamiento de la región Niño 3 van unidos a sequías sobre África meridional. En concreto, se observa una pequeña influencia sobre el sur de Angola.

La Figura 4.3 muestra una representación de dicho índice, en °C, donde pueden apreciarse los años de El Niño (SST>0) y de La Niña (SST<0).

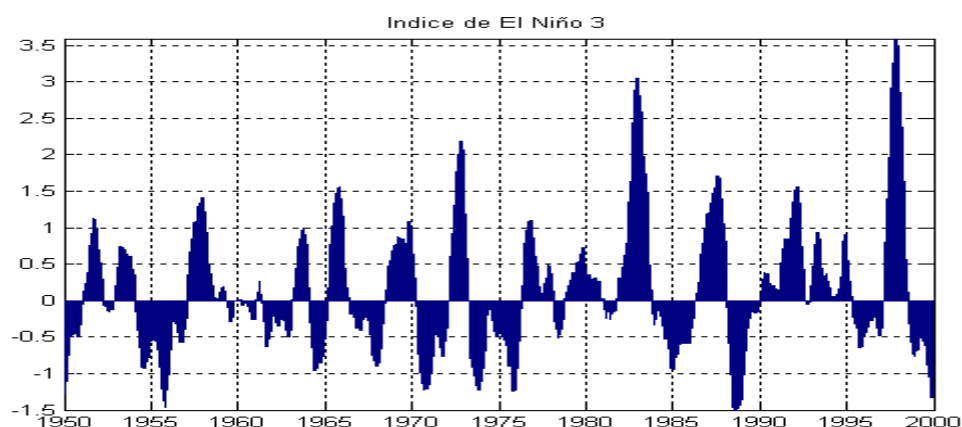


Figura 4.3 Evolución temporal del índice de El Niño 3 mensual (°C)

4.1.1.3 Niño 3-4-(0,1,2,3,4)

Este índice de El Niño se define como la anomalía de SST promediada en la región del Pacífico situada entre $\{5^{\circ} \text{ N} - 5^{\circ} \text{ S}, 120^{\circ} \text{ W} - 170^{\circ} \text{ W}\}$.

Igualmente, dado el carácter predictivo de la SST, en este trabajo se va a emplear el índice de El Niño 3-4 tanto de forma simultánea a la precipitación, como desfasando 1,2,3 ó 4 meses respecto a la estación lluviosa (denotándose como Niño 3-4 (-1, -2,-3,-4), dependiendo del desfase considerado).

En general, tal y como se ha indicado anteriormente y como se muestra en la Figura 4.4 los episodios de calentamiento de la región Niño 3-4 van unidos a sequías sobre África meridional. La influencia de esta región de El Niño es más fuerte que en el caso de El Niño3. En concreto, en Angola la influencia se extiende sobre el sur y centro de Angola.

La Figura 4.5 muestra una representación de dicho índice, en °C, donde pueden apreciarse los años de El Niño (>0) y de La Niña (<0).

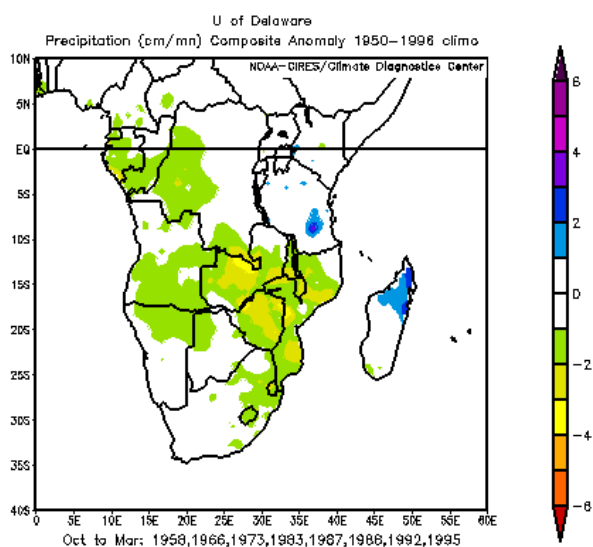


Figura 4.4 Mapa compuesto de la precipitación anómala en África meridional de octubre a marzo durante episodios de El Niño registrados en la región Niño 3-4. Fuente: datos de precipitación de la base de datos de la Universidad de Delaware.

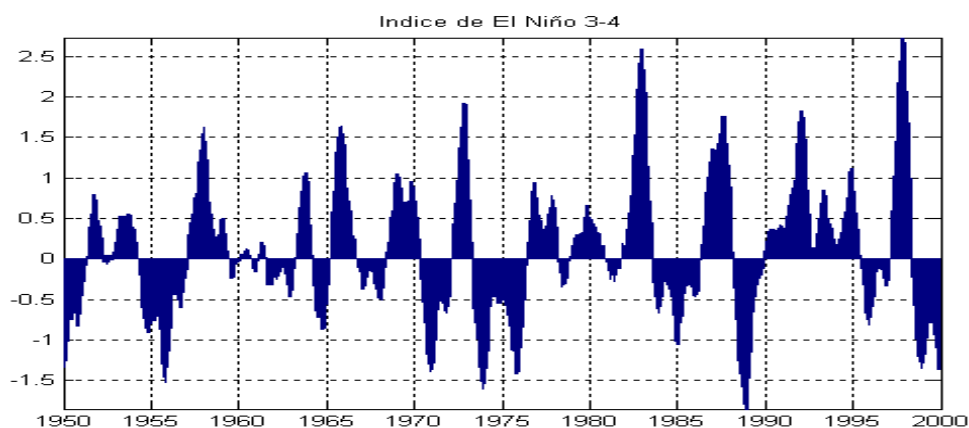


Figura 4.5. Evolución temporal del índice de El Niño 3-4 mensual

4.1.1.4 Niño 1+2-(0,1,2,3,4)

Este índice de El Niño se define como la anomalía de SST promediada en la región del Pacífico situada entre (0°-10° S, 90°-80°W). Se trata de la región de afloramiento costero fuera de la costa de América de sur (Figura 4.1).

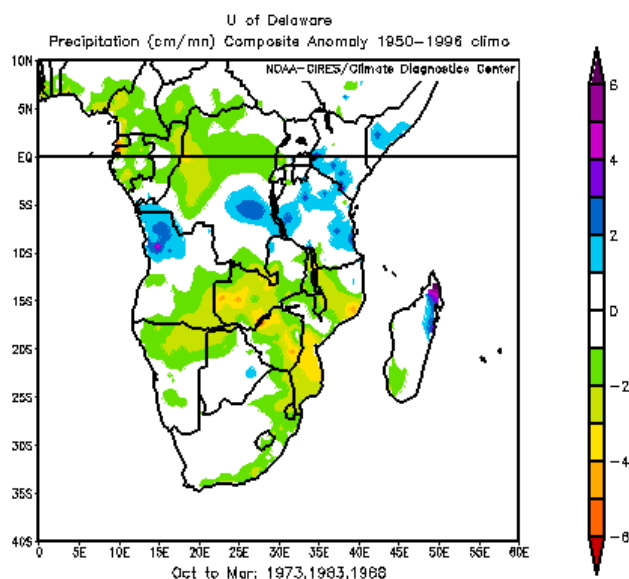


Figura 4.6 Mapa compuesto de la precipitación anómala en África meridional de octubre a marzo durante episodios de El Niño registrados en la región Niño 1+2. Fuente: datos de precipitación de la base de datos de la Universidad de Delaware.

En este caso, y como se muestra en la Figura 4.6 los episodios de calentamiento de la región Niño 1+2 van unidos a sequías sobre África meridional y lluvias sobre África Ecuatorial. Los mapas compuestos muestran que la influencia de esta región de El Niño sobre la precipitación en Angola es más fuerte que en los casos anteriores. En concreto, sobre Angola se muestra un comportamiento dipolar que distingue altas precipitaciones sobre la costa norte y bajas al sureste del país durante episodios cálidos de Niño1+2. Este patrón dipolar coincide con la segunda componente principal de la precipitación en Angola tal y como se describió en el capítulo 3.

4.1.2 Índices atmosféricos conocidos

4.1.2.1. Índice de la Oscilación Cuasi-bienal. (QBO)

La oscilación cuasi-bienal (QBO¹⁴) de los vientos zonales ecuatoriales en la estratosfera inferior se conoce desde hace muchos años (Veryard y Ebdon (1961); Reed et al., 1961; Reed y Rogers, 1962; Reed, 1965; Wallace, 1973; Coy, 1979). El fenómeno se manifiesta por un descenso del viento del este sobre el viento del oeste, seguido por la aparición de vientos de oeste sobre los del este, con un periodo variable de cerca de 30

meses. Los estudios teóricos iniciales se han centrado principalmente en la estructura vertical del fenómeno sobre el ecuador (Lindzen y Holton, 1968; Holton y Lindzen, 1972).

QBO es un fenómeno singular en la circulación general de la estratosfera, dominando la variabilidad interanual de la circulación en la estratosfera inferior ecuatorial y mediana, su período excede el ciclo anual y su evolución ha ilustrado una pequeña dependencia sobre el dicho ciclo. Estos factores han subrayado el por qué QBO es importante potencialmente sobre pronósticos estacionales y anuales de parámetros climáticos. Distintos modelos de regresión han explicado la variabilidad interanual de varios parámetros meteorológicos distintos, incluidos varias veces un índice QBO, dando un soporte práctico la idea de que la QBO realimenta el sistema climático.

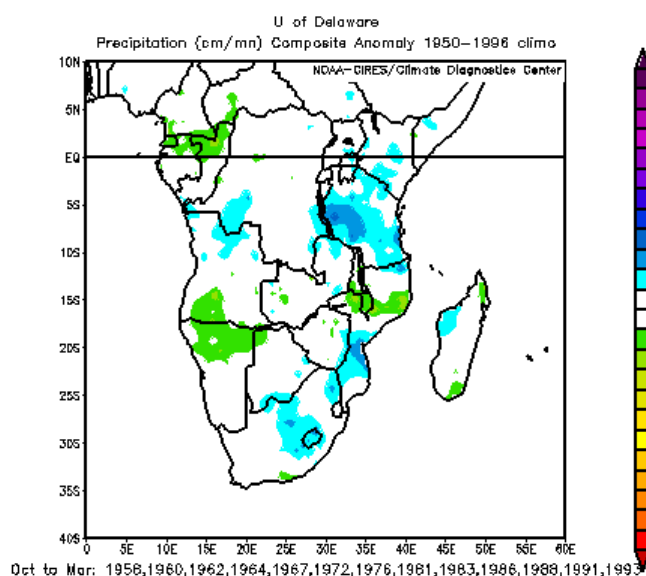


Figura 4.7 Mapa compuesto de la precipitación anómala en África meridional de octubre a marzo durante episodios de QBO. Fuente: datos de precipitación de la base de datos de la Universidad de Delaware.

Diversos autores han estudiado la influencia de la QBO sobretodo en el régimen anómalo de precipitación en el sur de África. Así Mason (1992) encontró esta relación entre la precipitación y la fase estratosférica del oeste de dicha oscilación. Jury et al. (1994) encontraron una relación con los vientos troposféricos y la QBO, correspondientes a anticiclones en altura, con elevación en el sur de África y descenso en Madagascar durante la fase oeste de la QBO. También se han encontrado relaciones

entre la QBO y la SST en el océano Índico occidental y el fenómeno de El Niño (Jury et al., 1994; Mason, 1992).

En la figura 4.7 se muestra la influencia de la fase positiva del índice de la QBO sobre la precipitación en Angola. Aunque las anomalías de precipitación registrada no son muy significativas, se observa una estructura dipolar que distingue el norte del sur del país en su relación con la QBO.

4.1.2.2 Índice de la Oscilación del Sur (SOI¹⁶)

Se define esta oscilación como la componente atmosférica asociada al fenómeno del Niño y que se caracteriza por una variación a gran escala del sistema de presión atmosférica del trópico. El Niño y la Oscilación del Sur no son fenómenos independientes, están interrelacionados y conjuntamente constituyen el ENSO, el ejemplo más significativo de las variaciones o anomalías climáticas a corto plazo.

Fue Sir Gilbert Walker quien en 1924 descubrió la Oscilación del Sur, al notar que cuando la presión atmosférica presentaba una baja relativa en Darwin (la costa norte de Australia), se registraba en Tahití (una isla del Pacífico sur, sobre 18°S y 149°W) una alta presión, o viceversa. Esa amplia correlación de anomalías de presión al nivel del mar se estableció como tal (SO), y se extendió a las variaciones entre oeste y este del Pacífico tropical, sobre Indonesia y el norte de Australia inversamente al Pacífico este (Planetary-Scale Circulation).

La figura 4.8, muestra el registro del Índice de la Oscilación Sur durante los años 1950-2004. Este índice SOI se define como la diferencia entre las anomalías de presión atmosférica en Tahití y Darwin. La localización de estas dos estaciones, se puede comprobar que queda cerca de los centros de máxima coherencia de la Oscilación del Sur, de manera que durante un episodio El Niño la presión es relativamente baja en Tahití y alta en Darwin (SOI negativo), inversamente a lo que sucede para La Niña (SOI positivo).

16 Southern Oscillation Index.

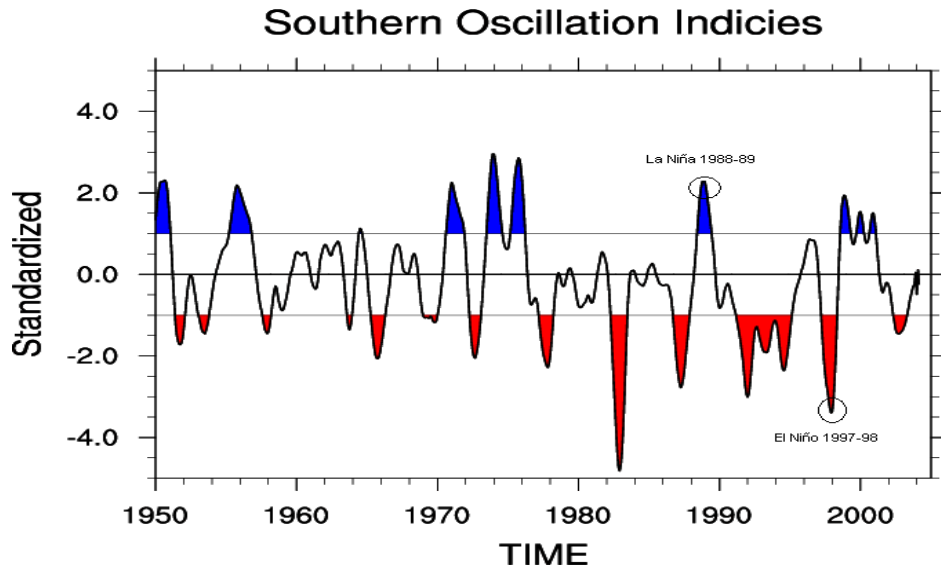


Figura 4.8. Índice de la Oscilación del Sur (SOI)

[Fuente: Climate and Global Dynamics Division / CGD]

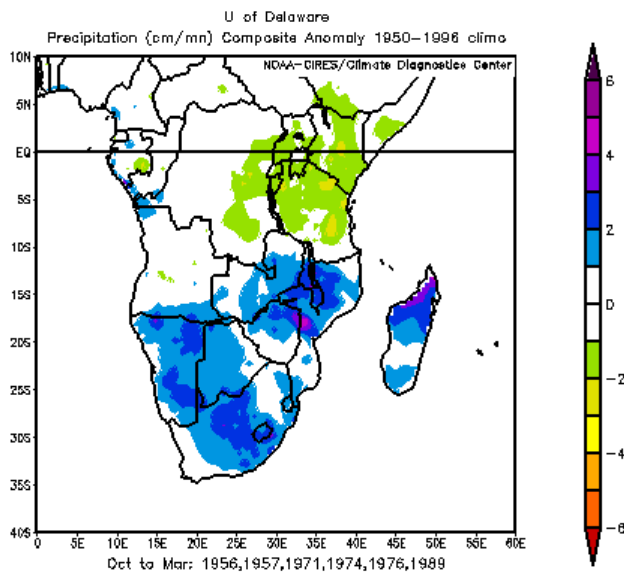


Figura 4.9 Mapa compuesto de la precipitación anómala en África meridional de octubre a marzo durante episodios positivos de SOI. Fuente: datos de precipitación de la base de datos de la Universidad de Delaware.

Se han encontrado relaciones entre la lluvia en África meridional y la Oscilación del Sur, de modo que para casos de lluvias en Botswana, el Índice de Oscilación Sur (SOI) no permanece fuertemente negativo para más que 3 ó 4 meses consecutivos,

comparados con los 6 -12 meses consecutivos en los casos de sequía en Botswana (Fu et al., 1986).

Cuando se dan anomalías intensas de SOI se producen anomalías de SST persistentes y desarrolladas extendiéndose al Pacífico central y occidental. Esto implica que los acontecimientos que han producido la sequía sean aquellos que, en general, muestren fuerte respuesta atmosférica.

En la figura 4.9 se muestra como en general, la precipitación en África meridional disminuye para casos de índice positivo de SOI (Niña) y viceversa. En concreto, en Angola se muestra una señal al sur del país.

4.2. ÍNDICES CREADOS A PARTIR DE TRABAJOS DE OTROS AUTORES

4.2.1. Índices oceánicos

4.2.1.1. Índice de centro del Océano Índico Ecuatorial (CEISST¹⁷)

Jury (1996) emplea la SST en el centro del Indico ecuatorial como un predictor esencial a la hora de modular la lluvia del sur de África. Este autor trabaja sobre todo en la región al sur de 18°S por lo que los predictores que se derivan de su trabajo pueden ser de ayuda en este estudio para reproducir la lluvia, sobre todo, en las estaciones del sur de Angola.

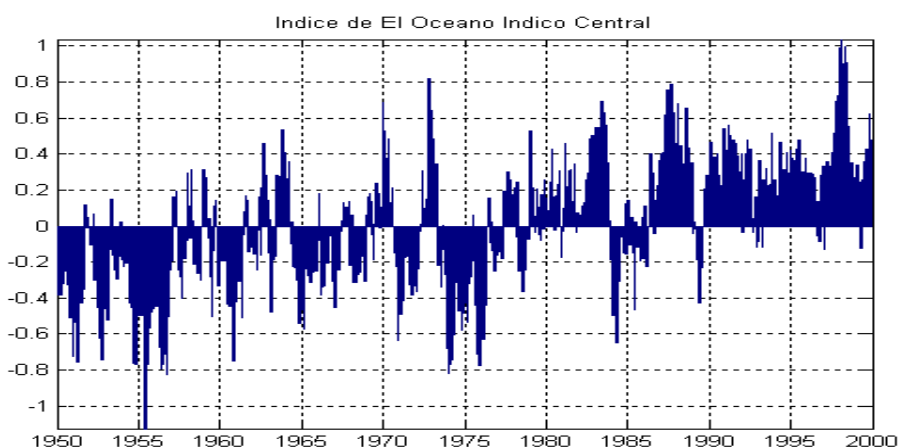


Figura 4.10. Índice del Océano Índico Ecuatorial Central anómalo (CEISSTA, °C)

¹⁷ Central Equatorial Indian ocean index.

Por otro lado, Pathack (1993) define este índice como la media de la SST anómala en la región [0-10°S,60°E-80°E], región que vamos a tomar nosotros a la hora de confeccionar el índice CEI.

En la figura 4.10 se observa la evolución temporal de las anomalías de dicho índice (CEISSTA¹⁸), en la que aparece una tendencia a índices positivos en las últimas décadas. En la figura 4.11 se observa los mapas compuestos de SST y precipitación para casos de alto índice CEI, asociados, como puede observarse a un aumento de la precipitación en el noreste de África meridional y a una disminución en el resto del continente. En Angola la señal es débil y se encuentra confinada en el margen SE del país.

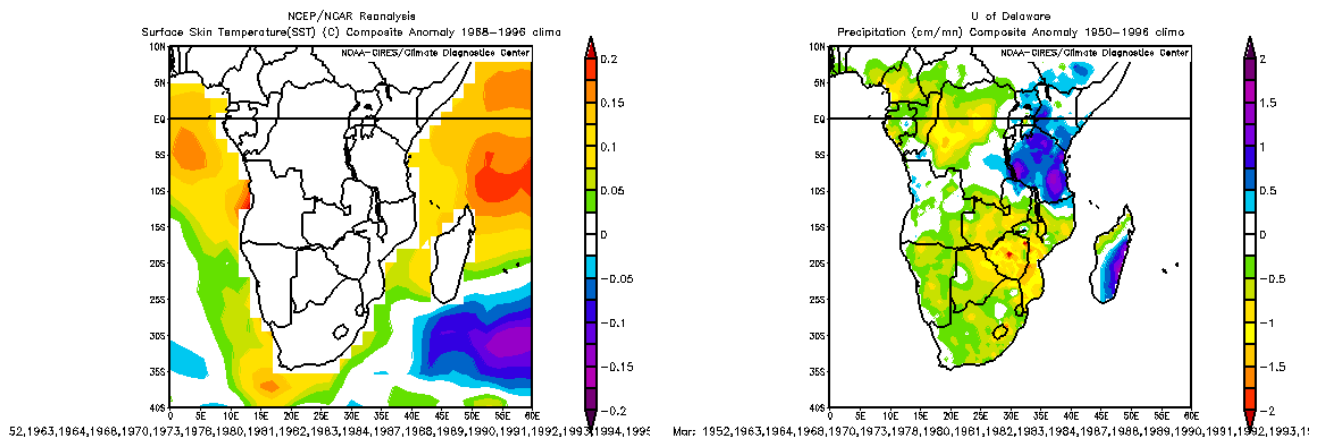


Figura 4.11. Mapas Compuestos de SST y Precipitación para alto Índice CEISSTA

18 Índice del Océano Índico Ecuatorial Central anómalo

4.2.1.2 Índice de la Corriente Cálida de Angola(CANGSST¹⁹)

La existencia de un régimen de afloramiento costero a lo largo de la costa de África meridional fue documentado a principios de siglo. La corriente cálida de Angola es la parte oriental de un gran giro ciclónico en el golfo de Guinea (Moroshkin et al. 1970). En la capa superior (0-100 m), parece estar formada principalmente por la rama sureste de la contracorriente ecuatorial sur así como de las aguas de la rama norte de la Corriente de Benguela. Moroshkin et al. (1970) describieron la *Corriente de Angola* como un flujo estable, estrecho y veloz que alcanza los 250-300 m de profundidad y que cubre las regiones costeras de Angola. Ellos midieron la velocidad en la superficie a lo largo de la franja costera 9°S-16°S con un valor de 50 cm s⁻¹. A 25 m, se observó que era mayor que 70 cm s⁻¹. Dias (1983a, 1983b) también midió la velocidad de esta corriente. En la actualidad hay muchos trabajos que se centran en la variabilidad de dicha corriente (Doi et al., 2007, 2009)

En este trabajo, se ha promediado la temperatura de la superficie del mar, SST, en la región: [10°E-14°E,9°-16°S] como índice de temperatura en relación con dicha corriente. En la figura 4.12 se observa la evolución temporal de la anomalía mensual de dicho índice.

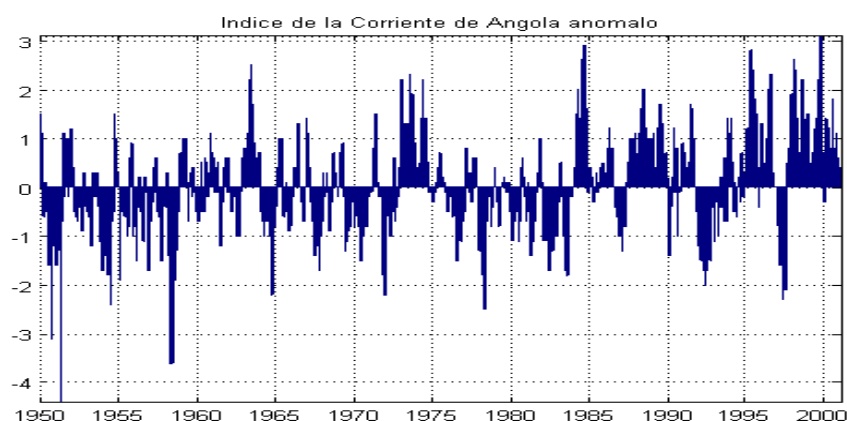


Figura 4.12. Índice de la Corriente de Angola Anómalo (CANGSSTA²⁰)

¹⁹ Acrónimo de Índice de la Corriente Cálida de Angola

Figura 4.13. Mapas compuestos de SST y precipitación para alto índice CANGSSTA

En la figura 4.13 se muestran los compuestos de SST (mapa izquierdo) y precipitación (mapa derecho) asociados a episodios positivos de la dicho índice, los cuales están unidos a una disminución del afloramiento costero de Angola y por tanto a un calentamiento de la SST en dicha región. Este comportamiento de la SST influye en la precipitación apareciendo un patrón dipolar con aumento de precipitación en la costa norte angoleña y disminución en el margen interior oriental.

4.2.1.3 Índice de la Corriente fría de Benguela (CBSST²¹)

La corriente fría de Benguela es la frontera norte del giro subtropical del Atlántico sur (Peterson y Stramma 1991; Wedepohl 2012). Comienza como un flujo hacia el norte desde el Cabo de Buena Esperanza, bordeando la costa occidental africana hasta los 24°S-30°S, donde la mayor parte se separa de la costa hacia el noroeste. Sin embargo, dos ramas de la corriente continúan a lo largo de la costa y una de ella se une a la corriente de Angola en el llamado Frente de Angola-Benguela (cerca de 16°S; Wedepohl 2012).

Diversos trabajos (Walker,1990; Nicholson y Entekhabi, 1987), muestran una relación entre la variabilidad climática en el África meridional y las variaciones acaecidas en la corriente fría de Benguela.

Recientemente se habla de los Niños de Benguela a las variaciones que tienen lugar en dicha región de afloramiento (del Valle Repossi y Canziani, 2009)

21 Índice de la Corriente de Benguela

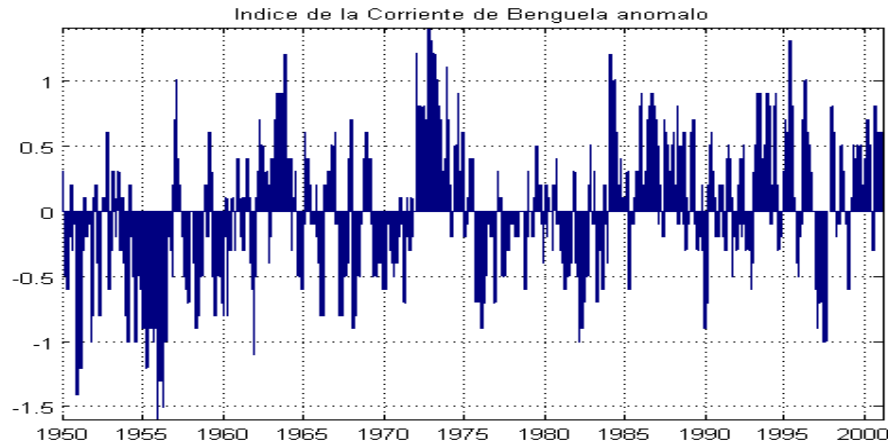


Figura 4.14. Índice anómalo de la Corriente de Benguela (en °C, CBSSTA²²)

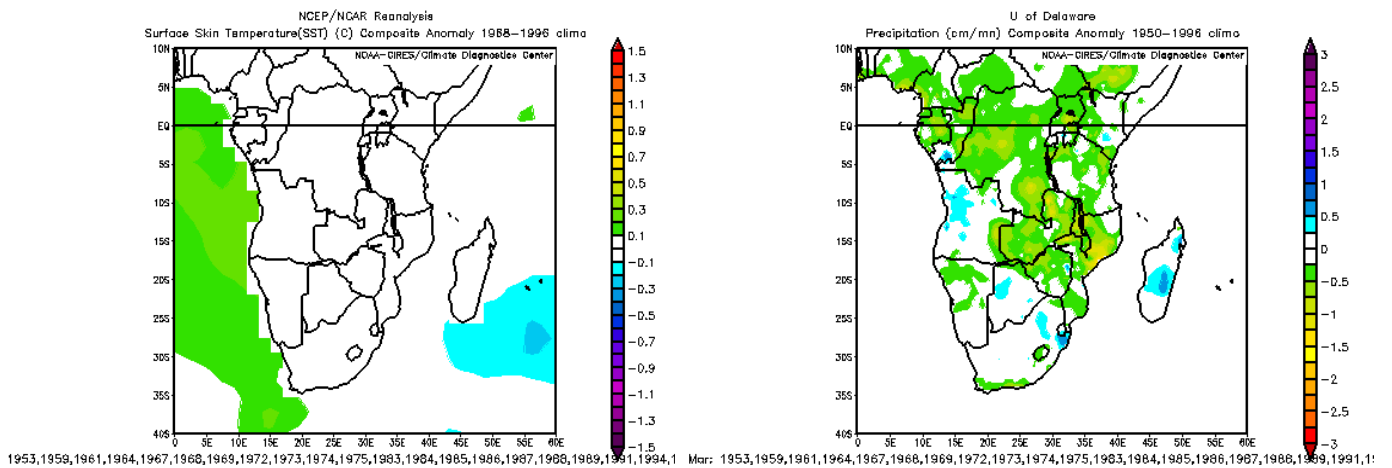


Figura 4.15. Mapas compuestos de SST y precipitación para alto índice de CBSSTA.

Este índice se construye a partir del gradiente de temperatura horizontal o la temperatura de la superficie del mar. En este caso se ha empleado el índice construido con la SST promediada en la región {24° S-30° S, 10° E-17° E}. La evolución temporal de la anomalía mensual se muestran en la figura 4.14 .

La figura 4.15 muestra los mapas compuestos de SST (mapa izquierdo) y precipitación (mapa derecho) asociados a episodios positivos de la dicho índice, los cuales están unidos a un patrón de precipitación caracterizado por un aumento (de pequeña

magnitud) en la costa central del país. Es curioso observar cómo en el resto del África meridional y ecuatorial la relación con el índice positivo de la corriente de Benguela está unida a una disminución de la precipitación.

4.2.1.4. Índice de la Corriente cálida de Agulhas (CAGUSST²³)

La corriente de Agulhas se localiza en la frontera occidental del océano Índico sur. Fluye hacia el sur a lo largo de la costa este de África desde 27°S a 40°S (Gordon, 1985). La fuente de aguas en su margen norte se deriva de los remolinos turbulentos del canal de Mozambique (de Ruijter et al., 2002) y de la corriente este de Madagascar, aunque la mayor fuente de agua proviene de la recirculación en el sub-giro del suroeste del océano Índico (Gordon, 1985; Stramma y Lutjeharms, 1997). Posee variaciones temporales y latitudinales con la profundidad, el camino y el transporte de la corriente. Su profundidad tiende a crecer con la latitud para contrarrestar el incremento de vorticidad planetaria (Boebel et al., 1998). Además, no hay oscilación estacional en la variabilidad de la altura de la superficie, poseyendo un máximo durante el verano austral y un mínimo durante el invierno. La magnitud de este cambio estacional es del orden del 30% del valor medio (Matano et al., 1998).

Como el resto de los índices correspondientes a corrientes, el índice de la Corriente de Agulhas se puede construir a partir del gradiente de temperatura horizontal o de la temperatura de la superficie del mar. En este caso se ha empleado el índice construido con la SST promediada en [27° S-40° S , 12° E-27° E]. En la figura 4.16 se ha representado la evolución temporal de la anomalía mensual de este índice.

Al igual que en el caso de la corriente de Benguela, diversos trabajos (Lutjeharms et al., 1986; Nicholson y Entekhabi, 1987; Walker, 1990; Jury et al., 1993; Crimp et al., 1998; Lee-Thorp, 1999), muestran una relación entre la variabilidad climática en el África meridional y las variaciones acaecidas en la corriente de Agulhas.

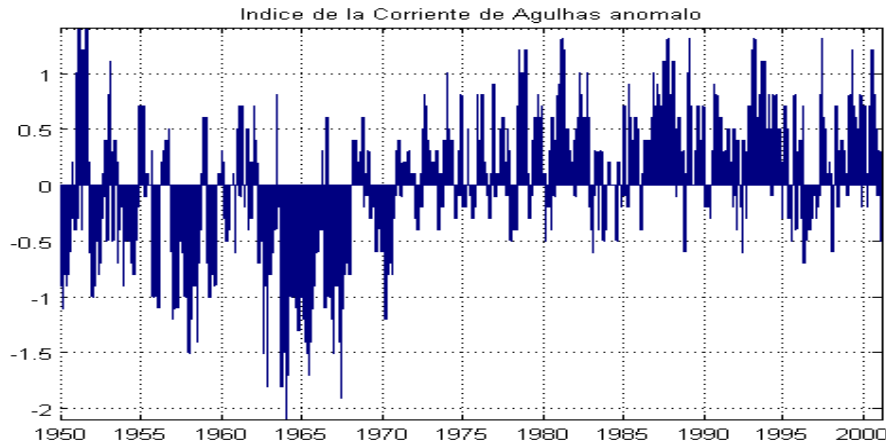


Figura 4.16. Índice de la corriente de Agulhas anómalo (CAGUSSTA²⁴)

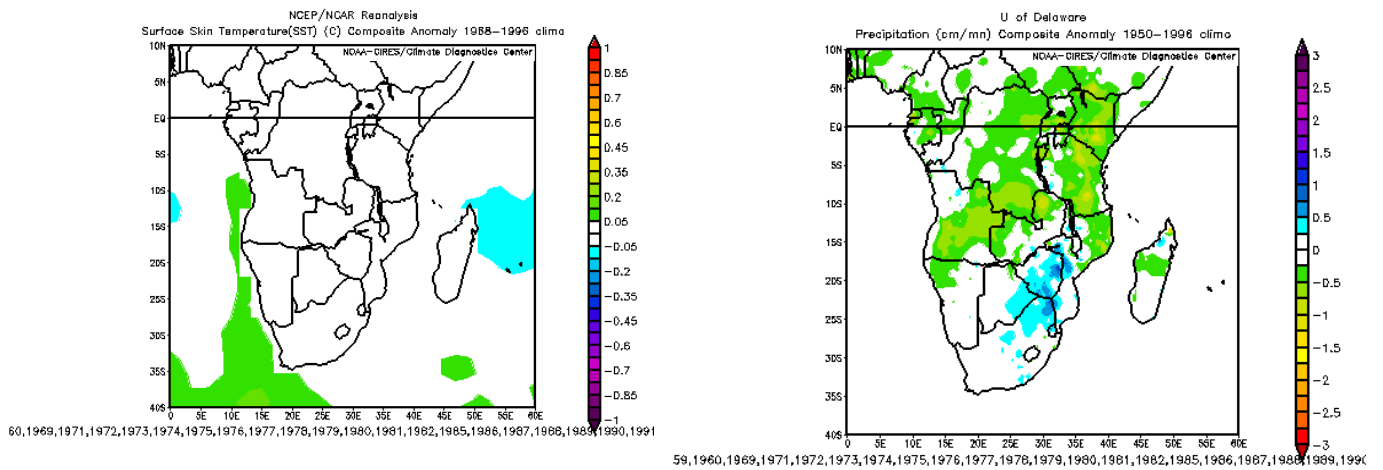


Figura 4.17. Mapas Compuestos de SST y Precipitación para alto índice de (CAGUSSTA²⁵)

Walker (1989) encontró como en África del sur la precipitación aumentaba cuando la SST en la banda subtropical de la banda este de la corriente de Agulhas aumentaba tanto simultáneamente como con meses de antelación. Mapas compuestos del viento en superficie indicaron un aumento del flujo del este durante los veranos húmedos en la banda subtropical, particularmente al este de Madagascar.

Sin embargo, y tal como se muestra en la figura 4.17, la relación entre variaciones térmicas superficiales positivas en la región de la corriente de Agulhas y la precipitación en Angola es contraria, de modo que un calentamiento oceánico va unido a una disminución de la precipitación en Angola.

4.2.1.5 Índice de la zona frontal de Angola-Benguela (ABFZSST²⁶).

Durante el otoño de 1950 el buque RRS Willian Scoresby navegaba hacia al sur a lo largo de la costa de Lobito (Angola) observando un decrecimiento en la temperatura de la superficie del mar de 27° C a 20.5° C durante un periodo de una hora. Kuderskiy (1962) documentaron que en la región comprendida entre las latitudes 17° a 20° S y al norte de la corriente de Benguela se encontraba una corriente de agua salada y cálida a lo largo de la plataforma continental, constituyendo esta característica frontal, lo que se ha llamado frente Angola-Benguela (ABFZ).

Kostianoy y Lutjeharms (1999) definen el frente de Angola-Benguela como una frontera genérica entre la corriente fría de Benguela y el régimen de resurgimiento que tiene lugar a lo largo de la línea de costa suroeste de África y, por otro lado, el flujo cálido hacia el sur de la corriente de Angola. Esta zona frontal tiene una morfología variable, una localización geográfica y unas características térmicas específicas. Se ha sugerido que su variabilidad pueda estar relacionada con patrones de vientos variables. Estos autores estudian un caso específico de ABFZ en el que la frontera norte se varió de localización desde 16° S a 15° S, mientras la frontera sur se movió desde 18° S hasta 16,5° S. Filippov y Kolesnikov (1971) y Kuderski y Strogalev (1973) fueron los primeros en ilustrar el desplazamiento estacional del frente de Angola-Benguela, el cual se localiza en verano a 20°S y en invierno cerca de 16° S.

Varios aspectos de la variabilidad temporal de la zona frontal han sido descritos posteriormente por O'Toole (1980). Shannon et al. (1987), en particular, han ilustrado que la zona frontal Angola-Benguela (ABFZ) está localizada más a norte en julio-septiembre y más a sur en enero-marzo.

Este índice se construye a partir del gradiente de temperatura horizontal o la temperatura de la superficie del mar. En este caso se ha considerado la región [4.5° S-18.5° S, 10 °E]. En la figura 4.18 se muestra la evolución temporal de la anomalía mensual del índice. Se define este frente en la región: [7° S-21° S, 8° E-10° E]. Se toma este índice como la media de la SST en esa región (ABFZSST).

En la figura 4.19, se ilustra la relación entre variaciones térmicas superficiales positivas en la región del Frente de Angola-Benguela y la precipitación en Angola observándose un comportamiento dipolar en el campo de la precipitación, de modo que, durante los episodios cálidos, hay un aumento de la precipitación en la costa y una disminución en el interior del país.

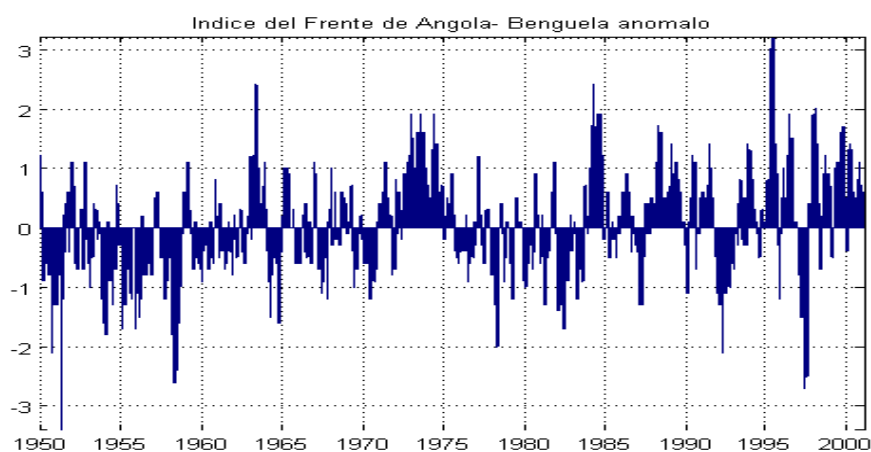


Figura 4.18. Índice del Frente de Angola-Benguela anómalo (ABFZSSTA²⁷)

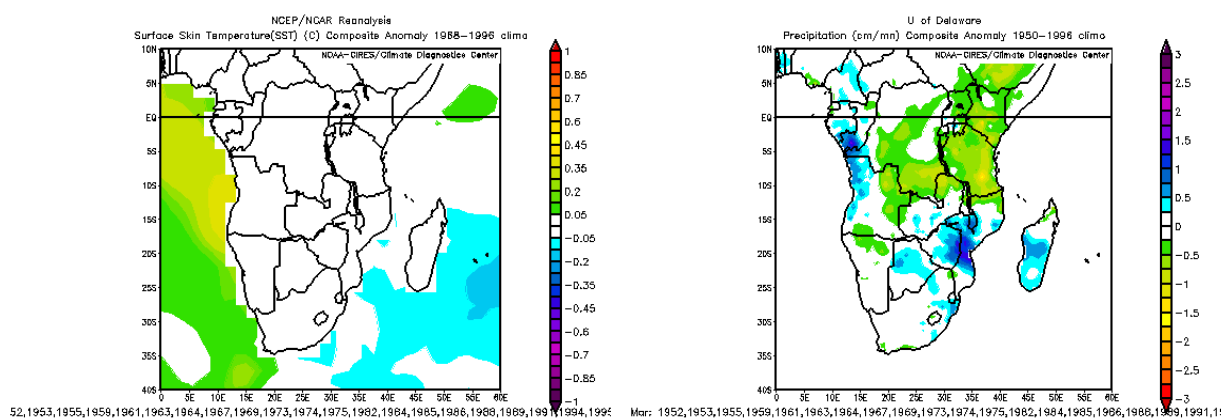


Figura 4.19. Mapas compuestos de SST y precipitación para alto índice de ABFZSSTA.

27 Angola Benguela Frontal Zone SST anomaly

4.2.1.6 Índice de la Dorsal de Angola (ADSST28).

La llamada Dorsal (o cúpula) de Angola es una faceta interesante que puede encontrarse cerca de la corriente de Angola. Se trata de un cúpula ciclónica de la termoclina de origen turbulento la cual está centrada cerca de 10°S y 9°E (Lass et al., 2000). Su existencia se documentó por primera vez por Mazeika (1967), el cual estudió su forma, localización y distribución térmica. Se trata de una cúpula de agua fría que se genera por un máximo local de la succión de Ekman (McClain y Firestone 1993). La cúpula o dorsal de Angola no existe durante el invierno y su anchura y extensión dependen de la intensidad y de la cizalla de los vientos alisios del sureste (Signorini et al. 1999). Para caracterizarlo se toma la salinidad y la temperatura de la superficie del mar en la región [10S,9E]. En este caso se ha tomado la SST para construir el índice (figura 4.20).

En la figura 4.21 se pueden observar la estructura del campo de SST (mapa izquierdo) y de precipitación anómala de la estación lluviosa (mapa derecho) durante episodios de calentamiento de la región de la Dorsal de Angola. Se observa de este modo un patrón dipolar en el campo de precipitación con anomalías positivas en la costa de Angola y negativas en interior.

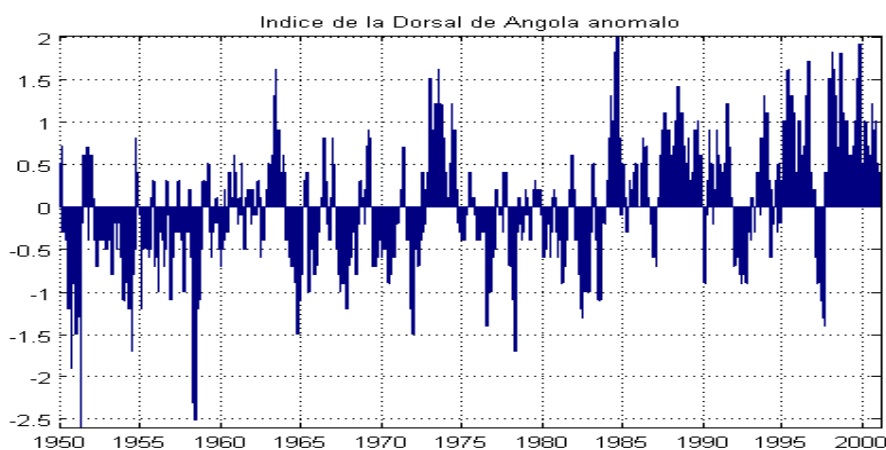


Figura 4.20. Índice de la Dorsal de Angola anómalo (ADSSTA²⁹)

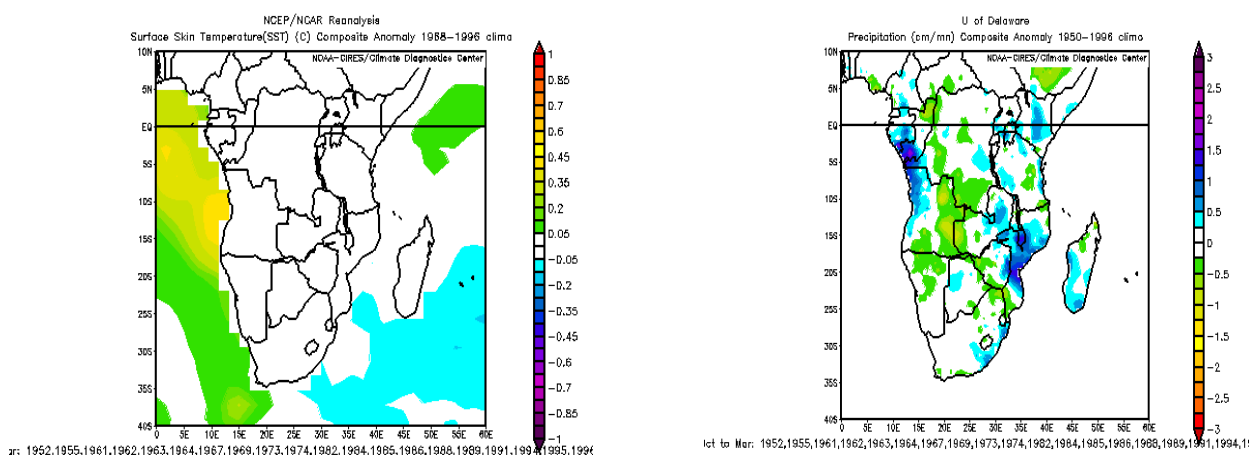


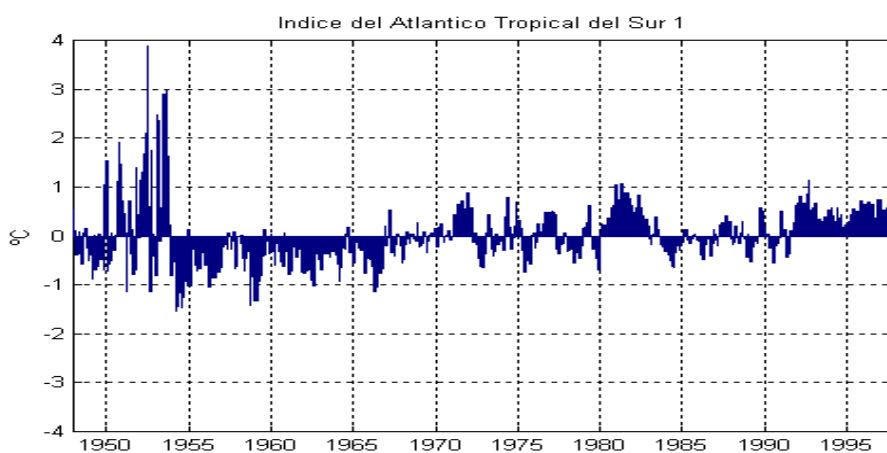
Figura 4.21. Compuestos de SST y precipitación para alto índice de ADSSTA

4.2.1.7. Índices del Atlántico sur tropical (TSA³⁰).

Partiendo de los trabajos de diversos autores (Enfield et al., 1999; Jury et al., 1996) se han computado diversos índices que describan las variaciones térmicas del Atlántico Sur Tropical. En concreto, estos índices son:

4. Índice de Atlántico tropical del sur 1 (TSA-1).

Este índice está definido como la media de la SST sobre la región [0-20° S, 30° W-10° E].



30 Acrónimo en inglés del término Tropical South Atlantic

Figura 4.22. Índice del Atlántico tropical del sur-1 (TSA-1)

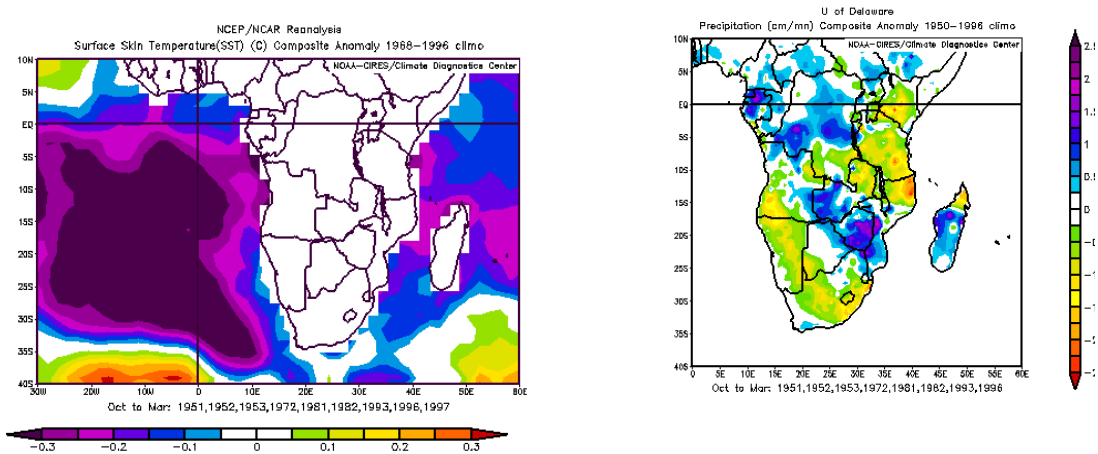


Figura 4.23. Mapas compuestos de SST y precipitación para bajo índice de TSA-1

Como puede observarse en la figura 4.23, un enfriamiento de las aguas tropicales del Atlántico sur estaría unido a una disminución de la precipitación en casi la totalidad del territorio angoleño a excepción de algunas regiones del norte y del interior.

Existen otros índices (no se muestran) que también indican las variaciones térmicas del Atlántico tropical y que a continuación que describen. Sin embargo, dado que no se han constituido predictores de la precipitación, no se muestran en profundidad.

5. Índice de Atlántico tropical sur 2 (TSA-2)

Este índice está definido como la media de la SST al oeste de Angola en la región [5° W-5° E, 10° S-20° S]. La inclusión de estos dos índices se basa en el trabajo realizado por Enfield et al. (1999). Estos autores estudian las anomalías de la SST a en el Atlántico tropical (norte y sur) para ver el grado en el que estas anomalías ocurren con signo opuesto a uno y otro lado del Ecuador.

6. Índice de Atlántico tropical sur 3 (TSA-3)

Siguiendo los trabajos de Jury et al. (1996) la región del Atlántico sur [10° W-10° E, 10° S- 30° S] está relacionada negativamente con la precipitación en el Sur de África. Es por ello que hemos creado otro índice TSA3 promediando la SST en dicha región. Jury et al. (1996) encuentran una relación entre las variaciones de la SST en dicha región situada en el centro del Atlántico sur y la precipitación en Zimbawe, Namibia y Sudáfrica.

4.2.2. ÍNDICES ATMOSFÉRICOS

A continuación se describen los índices atmosféricos que se han elaborado para este estudio, basándonos, como en el caso anterior, en trabajos realizados por otros autores para regiones adyacentes. Una sinopsis de los mismos se presenta en la tabla 4.1, al final del apartado.

4.2.2.1. Índice del Anticiclón del Atlántico Sur (SAA³¹).

Como se ha mencionado en el capítulo 1, el anticiclón del Atlántico sur tiene una influencia clave sobre el clima de Angola. Estas células de altas presiones se encuentran en el Atlántico sur y en el Indico sur, de modo que una situación típica de la estación lluviosa (de octubre a marzo) es la que se produce cuando el anticiclón del Atlántico sur (también llamado Anticiclón de Santa Helena) se encuentra a 30° S y, sobre el continente a 10° S, hay una depresión de origen térmico (figura 4.27). Bajo estas condiciones, la región litoral de Angola permanece bajo la acción de masas de aire tropical marítimo que va sufriendo fuertes modificaciones a lo largo de su recorrido produciendo vientos flojos o moderados del oeste (Ferreira, 1965).

Con el desplazamiento hacia el norte del centro de acción del anticiclón del Atlántico sur (a 22° S), las condiciones meteorológicas se van modificando en toda la región litoral (may-sep) la cual es invadida por masas de aire tropical estable y con el aumento

31 South Atlantic Anticyclone.

de gran subsidencia, se refuerza la estabilidad de las masas de aire debido a la presencia de la corriente fría de Benguela (jun -ago).

Con todo esto, se ha tomado como índice del anticiclón del Atlántico sur, la presión media mensual al nivel del mar, procedente del re-análisis del NCEP en el punto 30° S, 10°W (índice SAA1).

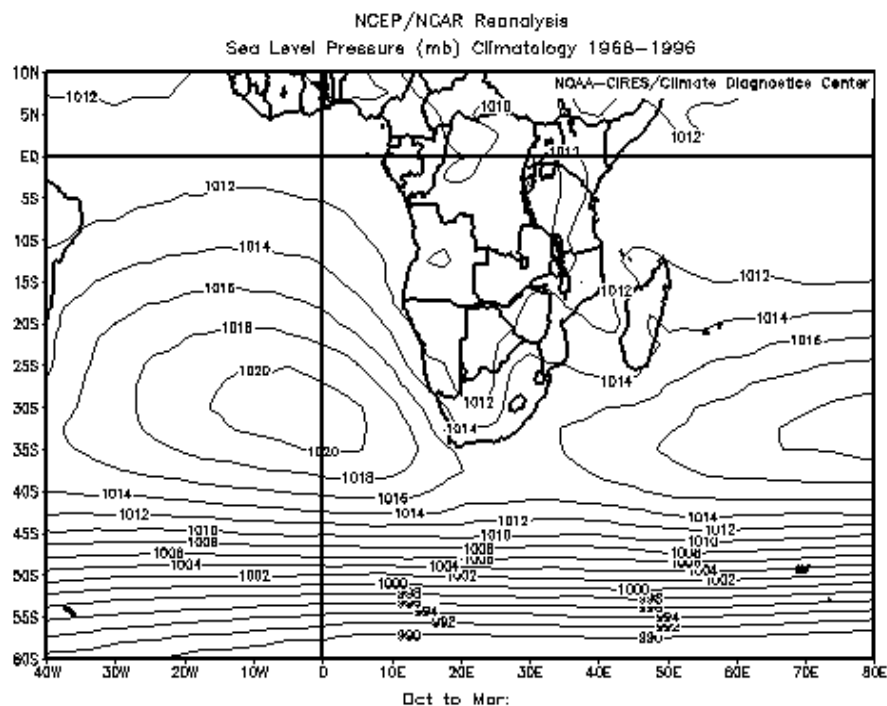


Figura 4.24. Presión media al nivel del mar durante la estación lluviosa (octubre-marzo)

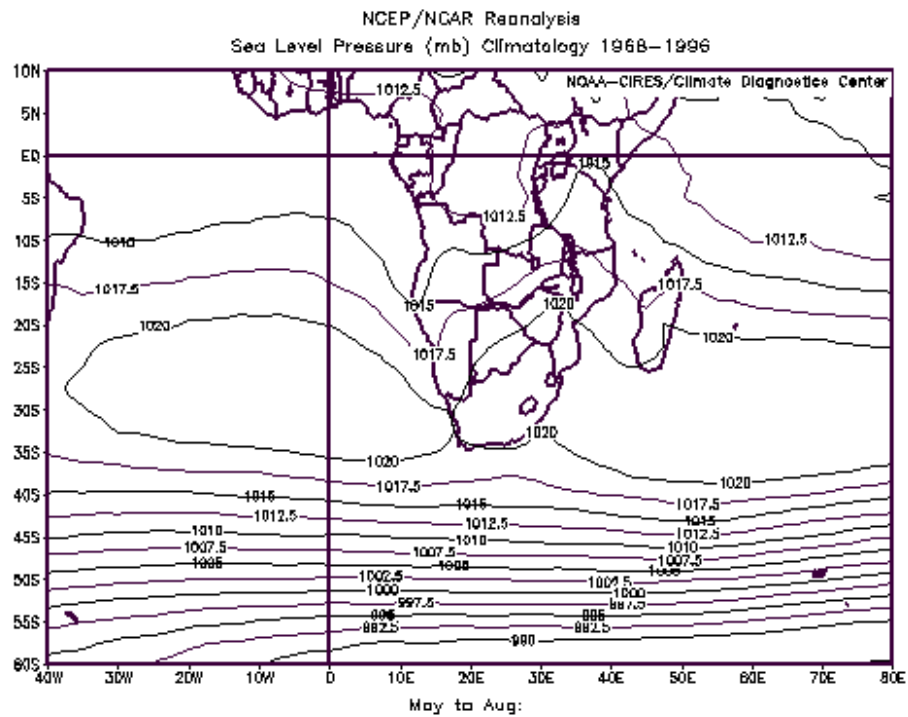


Figura 4.25. Presión media al nivel del mar durante la estación seca (mayo-agosto)

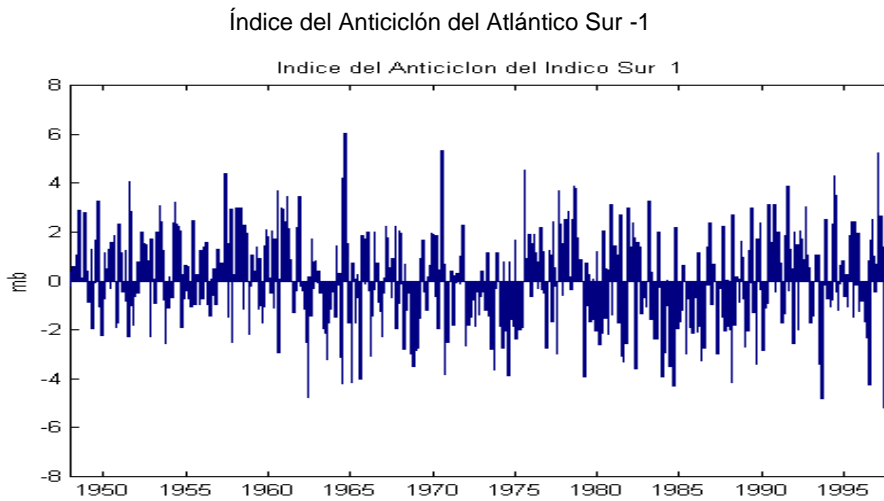


Figura 4.26. Índice del anticiclón del Atlántico sur-1 (SAA-1)

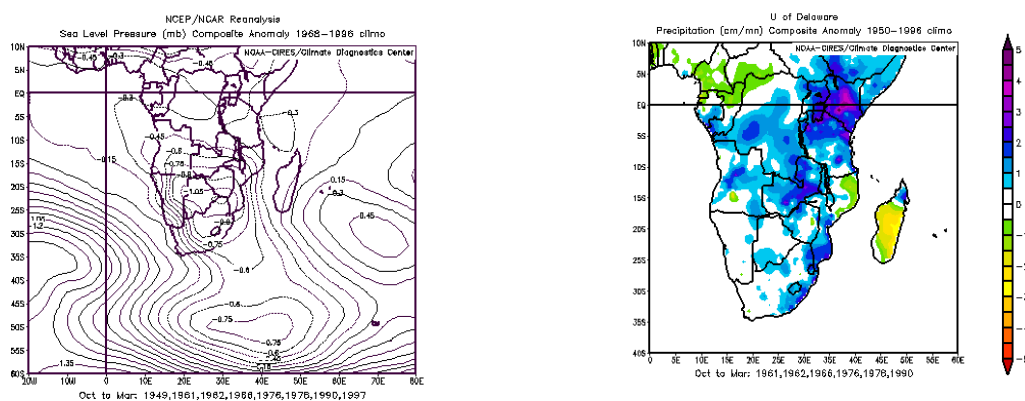


Figura 4.27 Mapas compuestos de SLP y precipitación para alto índice de SSA-

1

Se observa que un aumento de la presión sobre la región del Anticiclón de Santa Helena y una disminución de la misma sobre el interior del continente está unido a un aumento de la precipitación sobre casi todo el territorio de Angola, a excepción del sur (figura 4.27).

También se ha considerado la depresión de origen térmico que tiene lugar en la estación lluviosa sobre el continente, creando el índice SAA2, definido como la diferencia de presión mensual media sobre el nivel del mar entre los puntos [30° S, 10° W] y [10° S, 30° E].

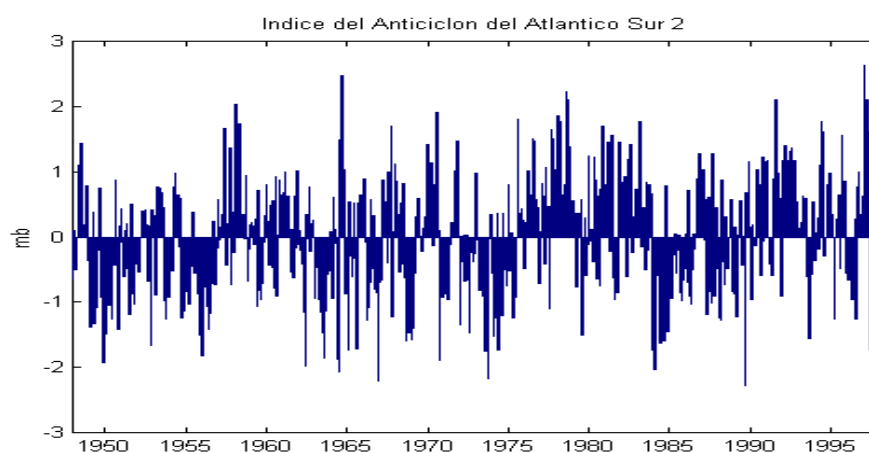


Figura 4.28. Índice del anticiclón del Atlántico sur-2 (SAA-2)

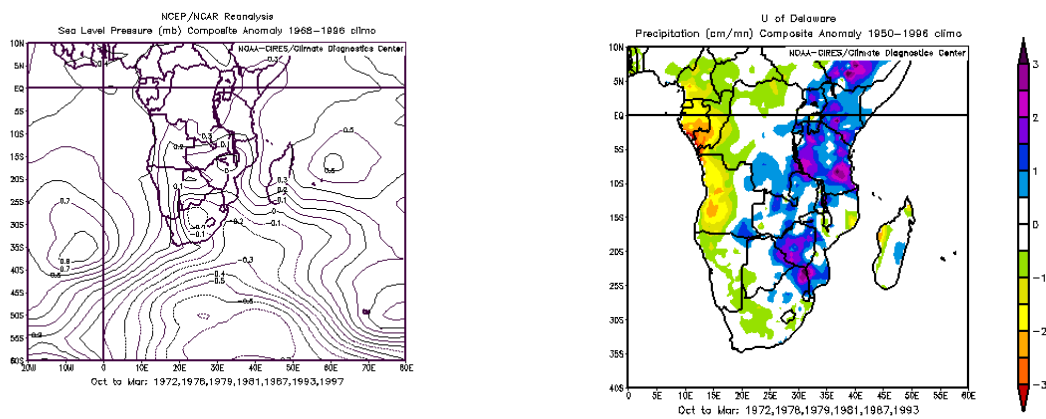


Figura 4.29. Mapas compuestos de SLP y precipitación para alto índice de SSA-

2

4.2.2.2. Índice de la oscilación del Índico Sur (OIS)

Se define como la diferencia de presión entre el centro de Altas presiones subtropicales y el de Bajas presiones tropicales situados ambos en el Índico Sur (no se muestra).

Atendiendo a su diferente localización hemos creado dos índices: OIS-1 y OIS-2.

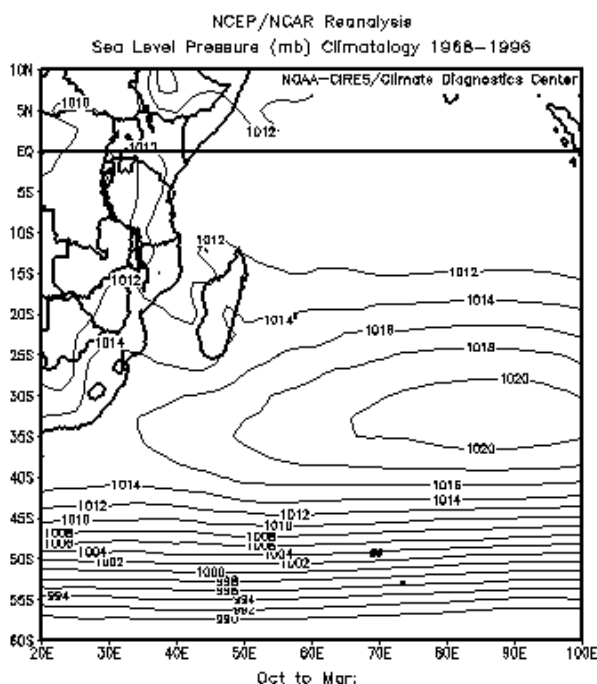


Figura 4.30. Mapa compuesto de la presión media al nivel del mar para alto índice OIS.

Tabla 4.1. Índices atmosféricos creados a partir de trabajos de otros autores

Nombre asignado al índice	Definición del Índice
Índice del Anticiclón de Atlántico Sur1 (SAA-1)	SLP (30° S, 10° W)
Índice del Anticiclón de Atlántico Sur2 (SAA-2)	SLP (30° S, 10° W) - SLP (10° S, 30° E)
Índice de Oscilación del Índico Sur-1 (OIS-1)	SLP (55°E, 33°S) - SLP(55° E, 6°S)

4.3 ÍNDICES CREADOS A PARTIR DE MAPAS COMPUESTOS

Con objeto de conocer los patrones espaciales de los distintos campos, tanto atmosféricos como oceánicos, que provocan una variabilidad en la precipitación de la estación lluviosa sobre Angola, se ha hecho un estudio de mapas compuestos.

Este estudio se ha llevado a cabo siguiendo los siguientes pasos, tal y como se describió en el capítulo 2:

1. Representación de la precipitación anómala estandarizada de las diferentes estaciones de precipitación (ver capítulo 3).
2. Elección de los años con lluvias por encima de una desviación estándar (alto índice) y de años con lluvias por debajo de una desviación estándar (bajo índice).
3. Representación de los mapas correspondientes a la media de años de alto índice y a la media de años con bajo índice respectivamente.
4. Elaboración del mapa de “alto menos bajo índice”, resta del mapa de alto índice menos el de bajo índice.
5. Localización de los centros de acción del patrón de teleconexión que aparece en dicho mapa.
6. Finalmente, creación del índice correspondiente como combinación lineal de las series temporales asociadas a los centros de acción.

Partiendo de los datos disponibles de precipitación, se han realizado los mapas compuestos correspondientes a todas las estaciones de precipitación, para distintos niveles troposféricos y diversas variables, tales como geopotencial, espesor o presión en superficie. Se han elegido aquellos mapas que aportan patrones significativos distintos a los encontrados en los apartados diferentes.

En la tabla 4.2 se resumen los cinco índices que se han seleccionado y añadido al modelo de regresión. A continuación se muestran los mapas compuestos empleados en la elaboración de los mismos (figuras 4.31 a las 4.34)

Tabla 4.2. Índices creados a partir de mapas compuestos

Definición	Periodo (meses)
Índice Dundo- Atlántico Sur = $-3.0z500(37^{\circ}\text{S}, 10^{\circ}\text{E}) + 3.0z500(13^{\circ}\text{S}, 20^{\circ}\text{E})$	SONDEFMAM
Índice Bié-O. Índico = $1.8z500(15^{\circ}\text{S}, 20^{\circ}\text{E}) - 3.0z500(27^{\circ}\text{S}, 40^{\circ}\text{E})$	SONDEFMAM
Índice Bié-Atlántico Sur = $1.8z500(15^{\circ}\text{S}, 20^{\circ}\text{E}) - 6.6z500(35^{\circ}\text{S}, 8^{\circ}\text{W})$	SONDEFMAM
Índice Mavinga-O. Índico = $-5.4th(17^{\circ}\text{S}, 12^{\circ}\text{E}) + 6.6th(30^{\circ}\text{S}, 40^{\circ}\text{E})$	SONDEFMAM
Índice C.Agulhas-Lwena = $-4.2z850(28^{\circ}\text{S}, 28^{\circ}\text{E}) + 1.8z850(10^{\circ}\text{S}, 20^{\circ}\text{E})$	ONDEFMA

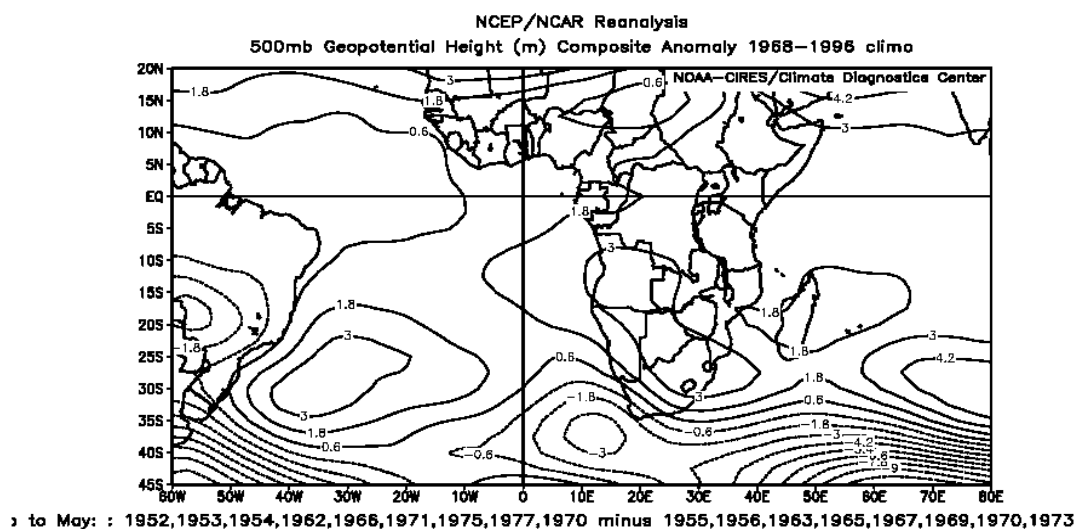


Figura 4. 31. Mapa compuesto de la anomalía de geopotencial en 500 hPa para alto menos bajo índice de precipitación en Dundo. Con estrellas rojas se muestra los centros de acción considerados a la hora de crear el correspondiente índice.

Índice Dundo – Atlántico sur = $-3.0 Z 500 (37^\circ S, 10^\circ E) + 3.0 Z 500 (13^\circ S, 20^\circ E)$

Índice de Bié – Indico = $1.8 Z 500 (15^\circ S, 20^\circ E) - 3.0 Z 500 (27^\circ S, 40^\circ E)$

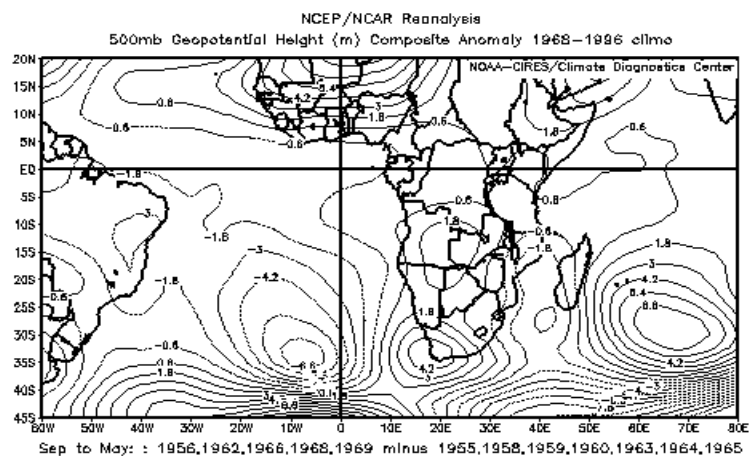


Figura 4. 32. Mapa compuesto de la anomalía de geopotencial en 500 hPa para alto menos bajo índice de precipitación en Bié.

Índice Mavinga-O. Índico = $-5.4 \text{ thicknes} (17^\circ S, 12^\circ E) + 6.6 \text{ thickness} (30^\circ S, 40^\circ E)$

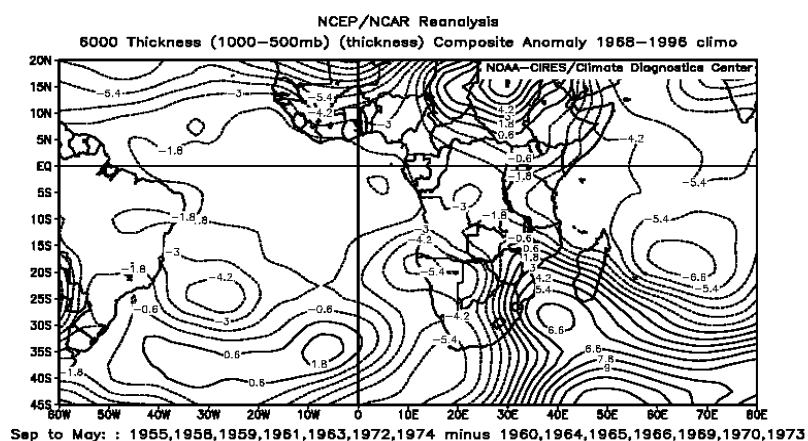


Figura 4. 33. Mapa compuesto de la anomalía del espesor entre 1000 y 500 hPa para alto menos bajo índice de precipitación en Mavinga.

Índice de Lwena-Corriente de Agulhas = $-4.2 Z_{850} (28^{\circ} S, 28^{\circ} E) + 1.8 Z_{850} (10^{\circ} S, 20^{\circ} E)$

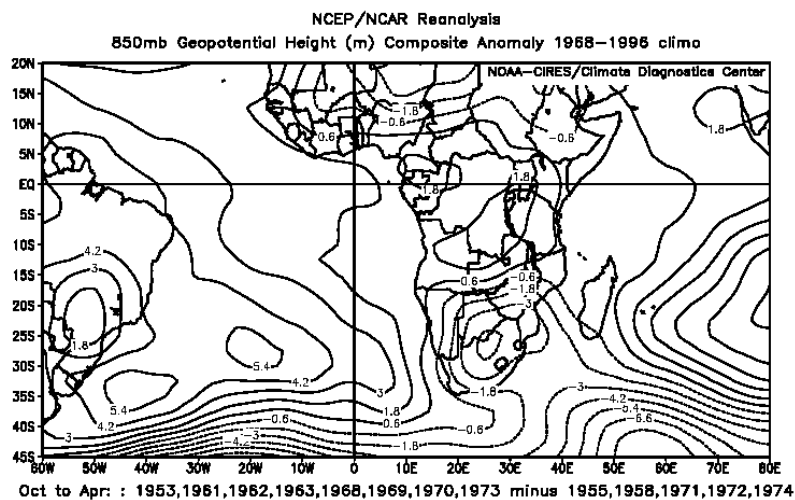


Figura 4. 34. Mapa compuesto de la anomalía geopotencial en 850 hPa para alto menos bajo índice de precipitación en Lwena. .

Capítulo 5. Reconstrucción de la Base de datos de Precipitación en Angola

Este capítulo contiene la parte final de los resultados del trabajo, la reconstrucción de la base de datos de precipitación en Angola, que es uno de los objetivos finales propuestos.

Partiendo de la metodología explicada en el Capítulo 2 y, en particular, de la tecnología conocida como *downscaling* estadístico o MOS, se ha creado un modelo de regresión lineal múltiple a partir de los datos de las variables independientes descritas en el capítulo anterior. Por tanto, se requiere del uso de un modelo de regresión con más de un factor explicativo (Klein, 1983; Klein y Bloom, 1989) correspondiendo una ecuación para cada estación con base en los predictores elaborados y calculados en cuatro puntos de la malla alrededor de la estación “in situ”, así como de los predictores correspondientes a teleconexiones climáticas conocidas o determinadas en esta Memoria.

Sobre esta base, se van a presentar los primeros resultados de esta regresión. La creación de datos tiene una importancia clave para el conocimiento posterior de la variabilidad climática no sólo de Angola sino del África meridional. Como ya se ha comentado, hemos seleccionado solamente la estación lluviosa, la cual varía dependiendo de la estación pluviométrica seleccionada.

En primer lugar se muestran los resultados correspondientes a la búsqueda de los predictores de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa, para cada uno de los distintos observatorios. En dicha sección se va a determinar, para cada una de las estaciones, la evolución temporal del campo reproducido por el modelo de *downscaling* (empleando las variables, indicadas al pie de cada grafica, como variables independientes del modelo) y se va a comparar y validar con la del campo observado. Los años empleados, los meses de los que se compone la estación lluviosa, la correlación entre los campos, así como el grado de significación quedarán resumidos también para cada estación.

Tabla 5.1: Resumen de las principales características del modelo estadístico empleado a la hora de reconstruir la precipitación en Angola, y su posterior validación.

<p>Predictores atmosféricos locales</p>	<p><u>Variables atmosféricas utilizadas (en niveles de presión):</u></p> <p>Humedad relativa (H); Altura Geopotencial (Z); Temperatura del aire (T); Velocidad del viento meridional (v); Velocidad del viento zonal (u); Velocidad del viento vertical (w)</p> <p>Niveles: 925 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 300hPa, 200 hPa, 100 hPa</p> <p><u>Variables de superficie:</u> Presión a nivel del mar(SLP); Temperatura a 2 m (T2)</p> <p>Base de datos: Re-análisis NCEP .Periodo: 1948-2000; Resolución: 2.5 x 2.5</p>
<p>Precipitaciones observadas con una temperatura</p>	<p>Base de datos: Legates y Willmott. Periodo: 1950 a 1996; Resolución: 2.5 x 2.5</p>
<p>Predictores oceánicos locales</p>	<p>COADS SST. Periodo: 1950 a 1998; Resolución: 2 x 2</p>
<p>Predictores remotos</p>	<p>Índices de El Niño (regiones 1-2,3,4 y 3-4), Índice de Oscilación del sur (SO), Oscilación Casi-bienal (QBO), Índice Atlántico Niño Periodo: 1950-2003</p>
<p>Índices designados a partir de mapas compuestos</p>	<p>Dundo - Océano Atlántico sur = $-3.0z500(37^{\circ}S, 10^{\circ}E) + 3.0z500(13^{\circ}S, 20^{\circ}E)$ en SONDEFMAM</p> <p>Bié - Océano Índico = $1.8z500(15^{\circ}S, 20^{\circ}E) - 3.0z500(27^{\circ}S, 40^{\circ}E)$ en SONDEFMAM</p> <p>Bié- Océano Atlántico sur = $1.8z500(15^{\circ}S, 20^{\circ}E) - 6.6z500(35^{\circ}S, 8^{\circ}W)$ en SONDEFMAM</p> <p>Mavinga-Océano Índico = $-5.4th(17^{\circ}S, 12^{\circ}E)+6.6th(30^{\circ}S, 40^{\circ}E)$ en SONDEFMAM</p> <p>Corriente de Agulhas-Lwena = $-4.2z850(28^{\circ}S, 28^{\circ}E) + 1.8z850(10^{\circ}S, 20^{\circ}E)$ en SONDEFMAM</p> <p>Base de datos: los índices han sido calculados con re-analisis NCEP.</p>
<p>Índices designados a partir de estudios referenciados</p>	<p>Índices oceanicos</p> <p>Océano Índico Equatorial (CEI); Corriente caliente de Angola (SST [10°E-14°E,9°-16°S]);</p> <p>Corriente fria de Benguela (SST [24° S-30° S,10° E-17° E].);</p> <p>Corriente caliente de Agulhas (SST [27° S-40° S , 12° E-27° E]);</p> <p>Zona frontal Angola - Benguela (ABFZ);[4.5° S-18.5° S, 10 ° E];</p> <p>Océano Tropical Atlántico sur (TSA-1, TSA-2 y TSA-3). SST [0-20° S,30° W-10° E] y [5° W-5° E,10° S-20° S] and [10° W-10° E,10° S- 30° S] respectivamente.</p> <p>Base de datos: os índices han sido calculados con los datos COADS.</p> <p>Índices atmosféricos:</p> <p>Anticiclón del Atlántico Sur 1 (SAA-1) SLP (30° S, 10° W)</p> <p>Anticiclón del Atlántico Sur 2 (SAA-2) SLP (30° S, 10° W) – SLP (10° S, 30° E)</p> <p>Depresiones tropicales de temperatura (TTT) Z850 (35°S, 0°E)-Z850(45°S, 25°E)</p> <p>ZCIT: índice de latitud para el cual el viento meridional es nulo entre latitud 0° y 20°S</p> <p>Océano Atlántico Equatorial Central (ECAU) Z200 hPa (5°N-10°S, 35°W-5°W)</p> <p>Índice de Oscilación del océano Atlántico sur -1(OIS-1) SLP (55°E, 33°S)-SLP(55° E, 6°S)</p> <p>Base de datos: los índices han sido calculados con re-análisis NCEP</p>

En segundo lugar, se ha llevado a cabo una validación de los resultados obtenidos en el primer apartado. Para ello se prescindirá de la información correspondiente a cinco o diez años de observaciones (dependiendo de la longitud de la serie) y se realizará el modelo. Con la ecuación de regresión múltiple obtenida para cada estación, se reconstruyen estos años y se comparan los resultados observados con los calculados.

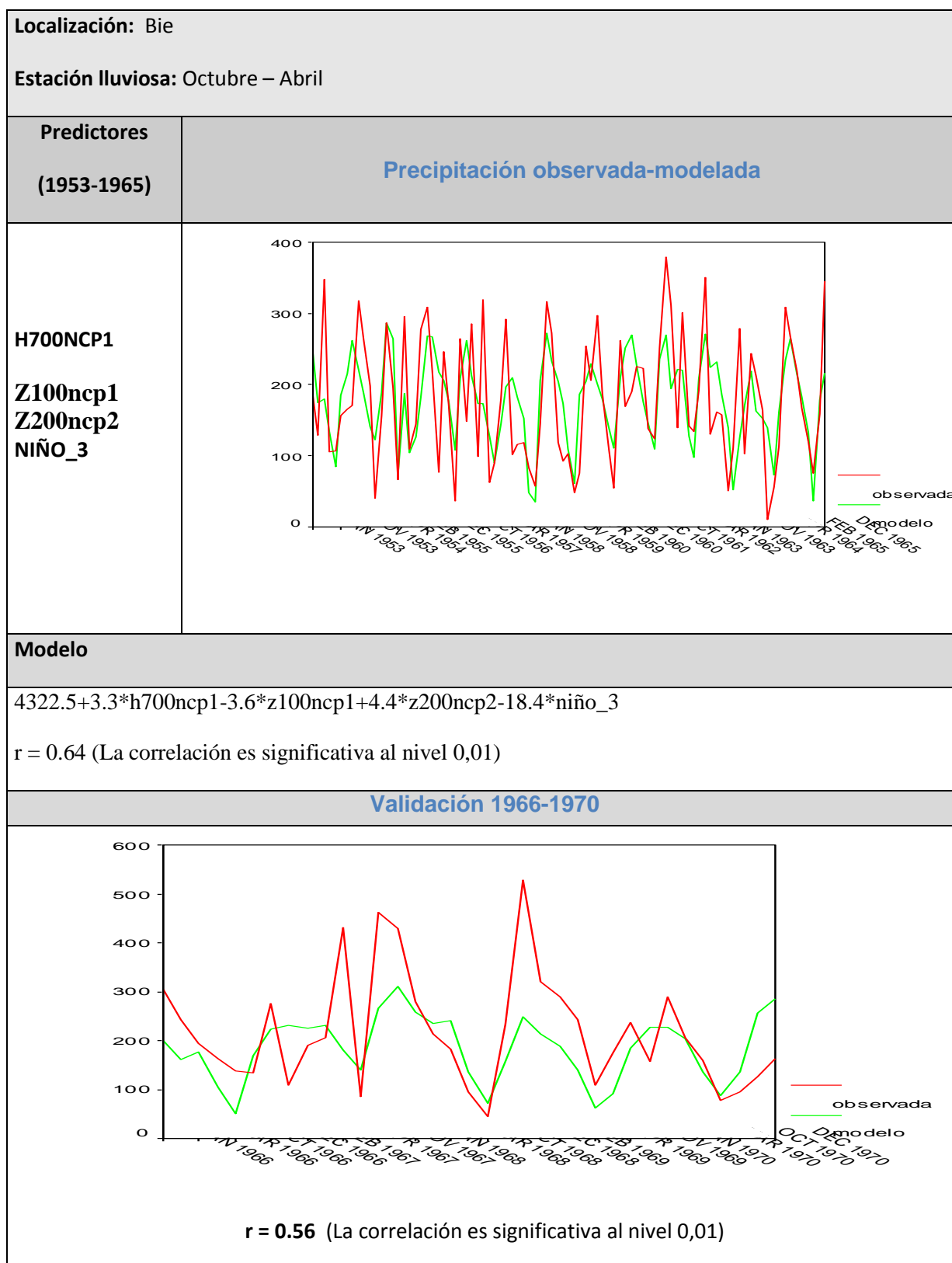
Por último, se lleva a cabo la reconstrucción de la base de datos de Angola desde 1980 hasta 2000, tomando los algoritmos de ajuste correspondientes a cada estación.

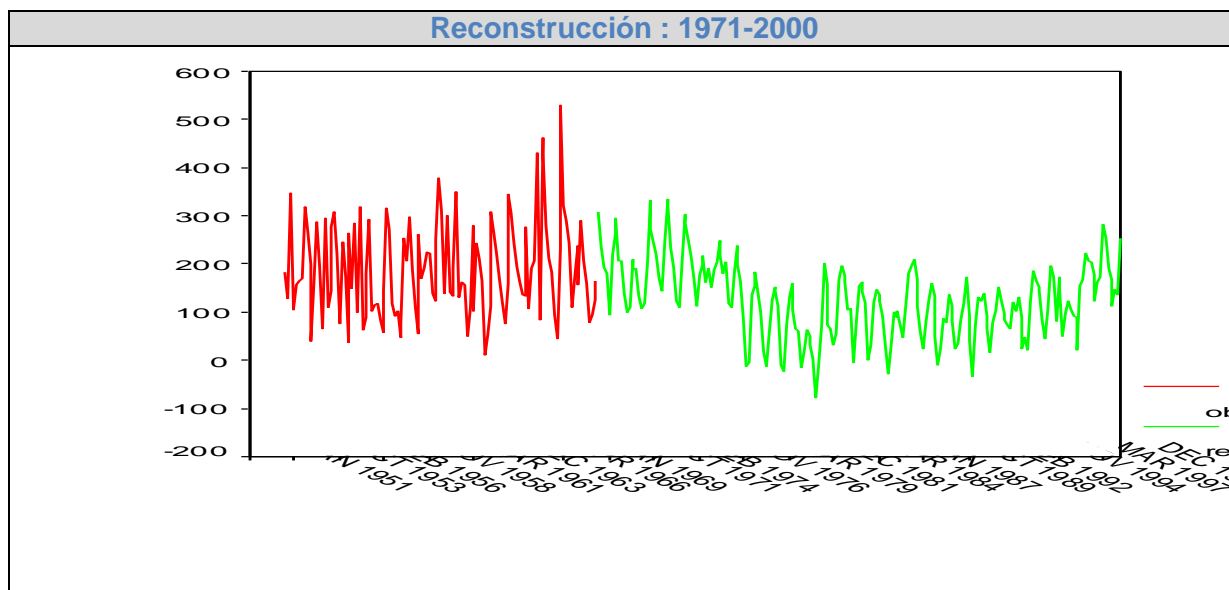
En la Tabla 5.1 se presenta un resumen de los principales predictores diseñados para este modelo, así como de las bases de datos utilizadas. Una vez que los predictores sean definidos, se presentan los resultados de llevar a cabo la regresión por pasos para el período con los datos disponibles en cada una de las estaciones, dejando 10 años de datos fuera del modelo para la validación. Este modelo se ha realizado usando el paquete estadístico SPSS (con licencia en la UCM).

A continuación, en las figuras 5.1 a la 5.13, se presentan los resultados obtenidos para trece estaciones. Las series de Namibe y Ngiva no se tuvieron en cuenta para este estudio, dado que presentaban varias lagunas y se detectaron errores en los datos.

Cada una de las figuras contiene los predictores seleccionados por el modelo, la ecuación de regresión, la representación de la serie observada frente a la modelada, las series de validación y, finalmente, la reconstrucción de la serie. El modelo de precipitación, junto con el observado para el período con datos disponibles, se muestra junto con un resumen de los principales predictores utilizados en el modelo y el coeficiente de correlación obtenido entre los datos observados y los simulados con el modelo de regresión. El coeficiente de “r” al cuadrado da una medida de la varianza explicada, por lo que consideramos como buena reconstrucción las asociadas a estaciones cuya correlación explica más que el 40% de la varianza.

Figura 5.1. Resultados obtenidos para la estación de BIE



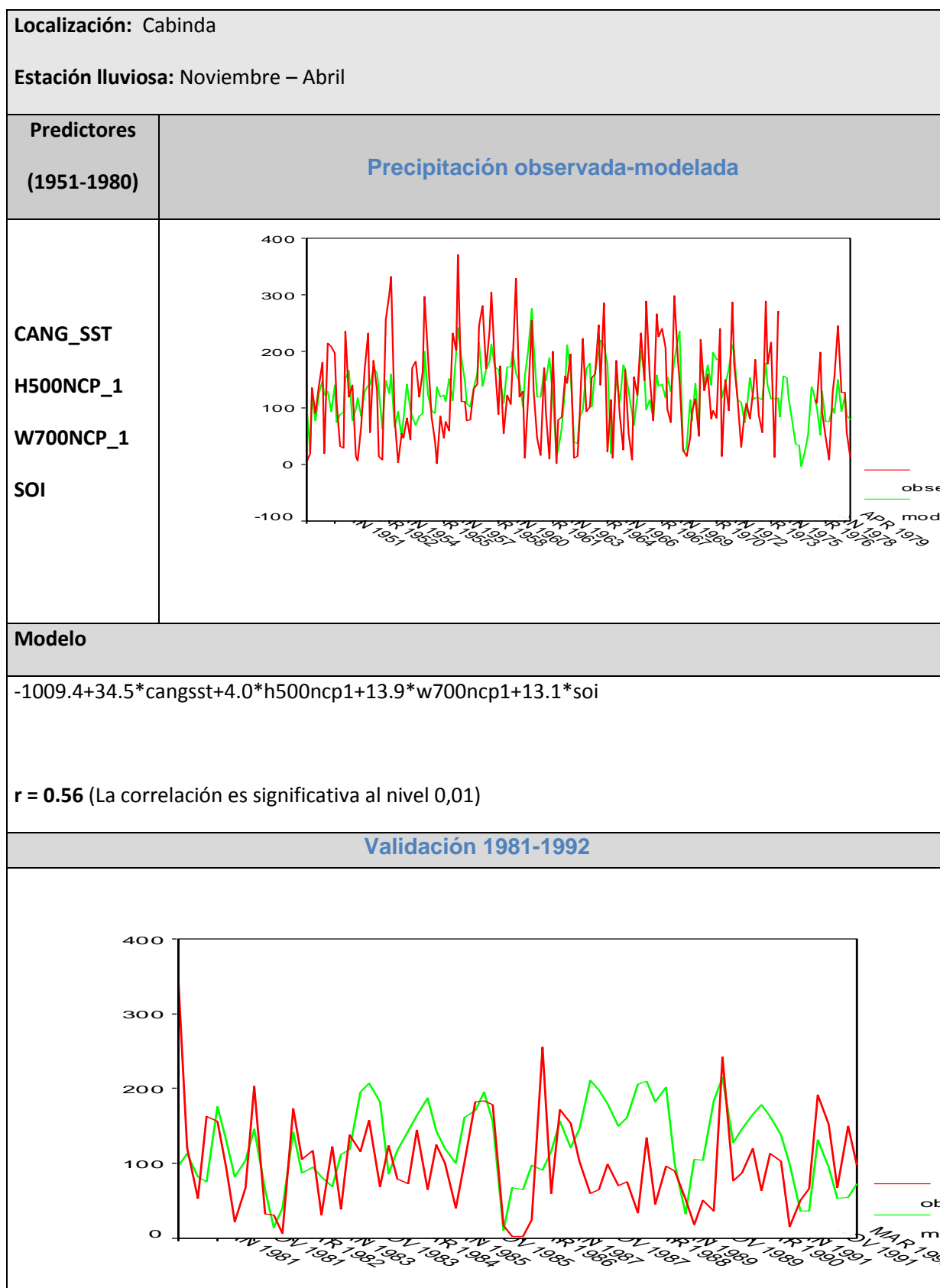


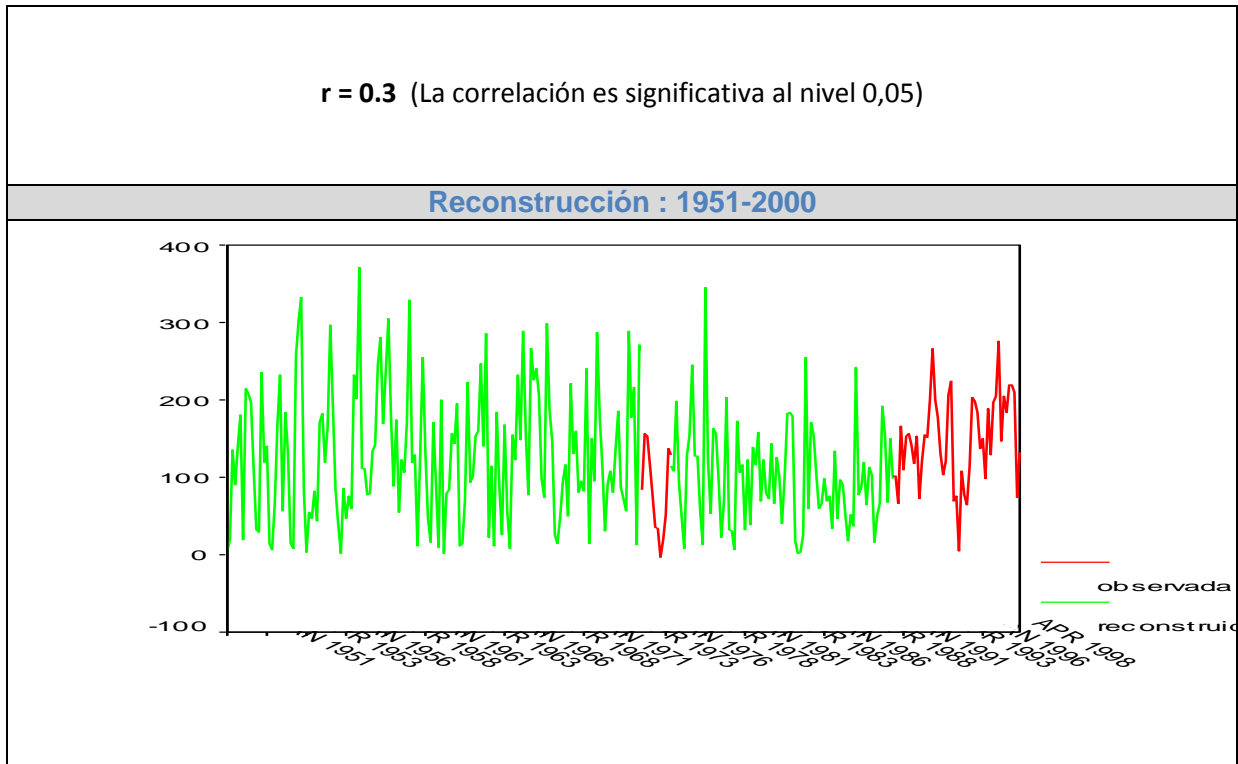
Como ya se ha indicado en la introducción, Bié se encuentra sobre la región más alta del país. Los predictores asociados son locales (figura 5.1), definidos a partir de variables del reanálisis del NCEP. En particular, estos predictores son la humedad relativa y variables de circulación en niveles altos, lo cual indica un origen de gran escala, que se corrobora por el hecho de presentar al índice de El Niño como predictor a considerar. Por tanto, en esta región se puede inferir que los efectos de la variabilidad de gran escala junto con los flujos de humedad relativa local hacen que se produzcan cambios en la precipitación.

La validación aporta un coeficiente de correlación significativo pero, si nos fijamos en la reconstrucción, la amplitud no es realista y se registra un cambio decadal importante.

Cabinda es la localización más al norte del País, con unas características climáticas mucho más tropicales. En la figura 5.2 puede observarse como la variabilidad de la región está relacionada con la corriente cálida de Angola, lo cual es lógico dada su situación geográfica. Asimismo el índice de la Oscilación del Sur tiene una influencia positiva que, teniendo en cuenta su relación negativa con el índice de El Niño, es coherente con los resultados encontrados para Bié. Finalmente aparecen como predictores, variables locales en niveles medios de la troposfera, relacionados con cambios en la convección.

Figura 5.2. Resultados obtenidos para la estación de CABINDA





Dundo (Figura 5.3) es una estación localizada más en el interior y con menos influencia oceánica. Los predictores son locales y relacionados con la humedad. No obstante los predictores no dan una buena reconstrucción con importantes defectos a la hora de reproducir la variabilidad.

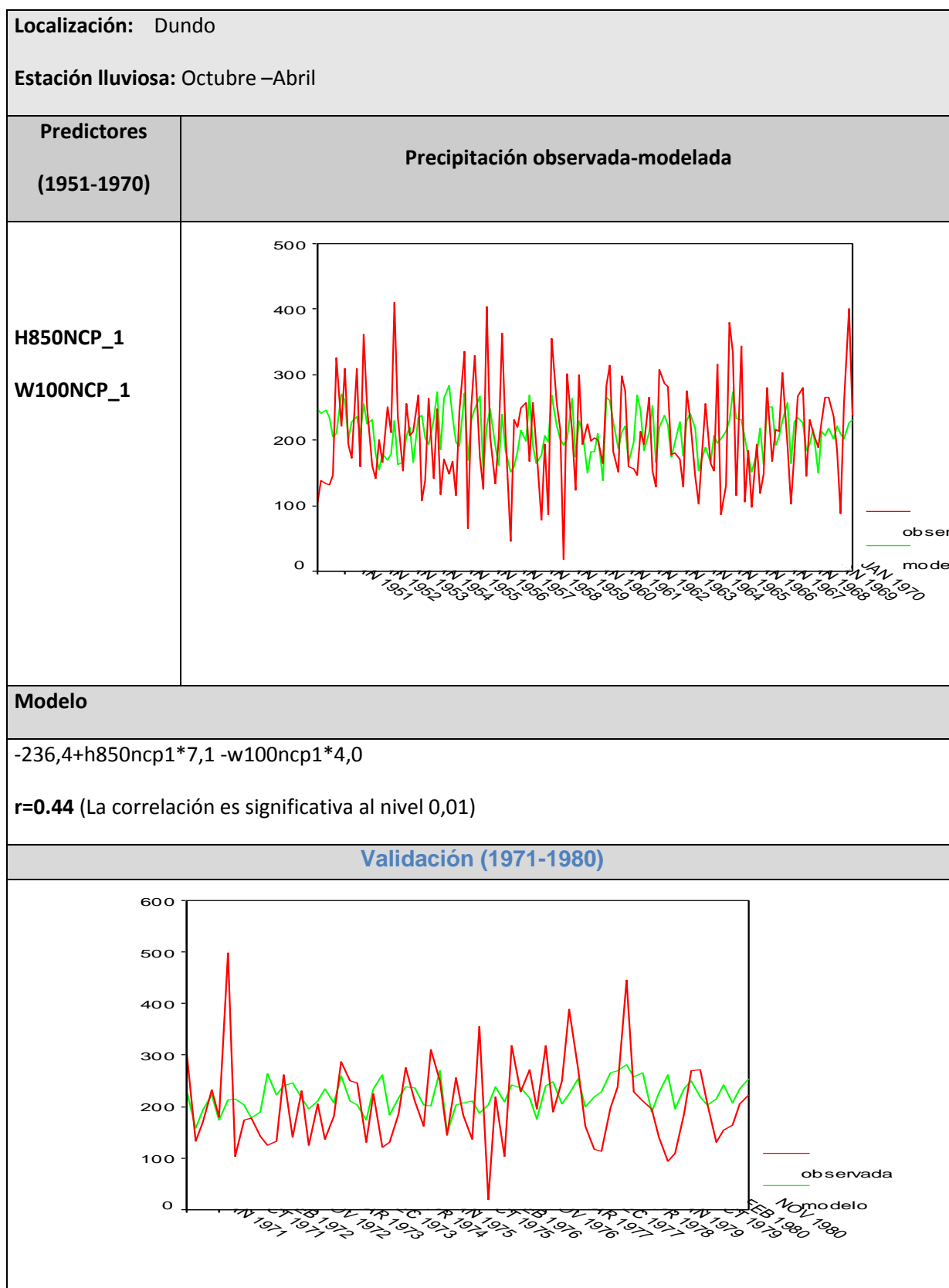
Huambo es una estación cerca del litoral y al sur del País (Figura 5.4). Los predictores aportan información acerca de la influencia del Anticiclón del Atlántico sur y la influencia oceánica cercana, tanto de la región del frente entre las aguas cálidas de la corriente de Angola y las frías de la corriente de Benguela. También el modelo proporciona información acerca de predictores locales en niveles medios y bajos de la atmósfera. No obstante la reconstrucción no es buena.

Lobito (figura 5.5) es una estación cerca de la región del afloramiento de Angola, por lo que las aguas profundas frías inhiben la convección y, por tanto la precipitación. La región sólo presenta dos meses de estación lluviosa y se han encontrado resultados que relacionan la variabilidad de lluvia con el fenómeno de El Niño (Polo et al., 2008;

Rodríguez-Fonseca et al., 2009; Ding et al., 2011), por lo que es lógico encontrar como predictor a dicho fenómeno del Pacífico. Tanto la validación como reconstrucción presentan resultados significativos, aunque la bondad de la reconstrucción se evaluará más adelante al calcular las componentes principales de la lluvia reconstruida).

Lubango, más al sur (figura 5.7) presenta resultados similares al encontrarse como predictores al Niño y a la variabilidad de la temperatura del mar en la región adyacente. La reconstrucción y la validación muestran resultados significativos y la influencia atmosférica es importante.

Figura 5.3. Resultados obtenidos para la estación de DUNDO



$r = 0.26$ (La correlación es significativa al nivel 0,05).

Reconstrucción : 1951-2000

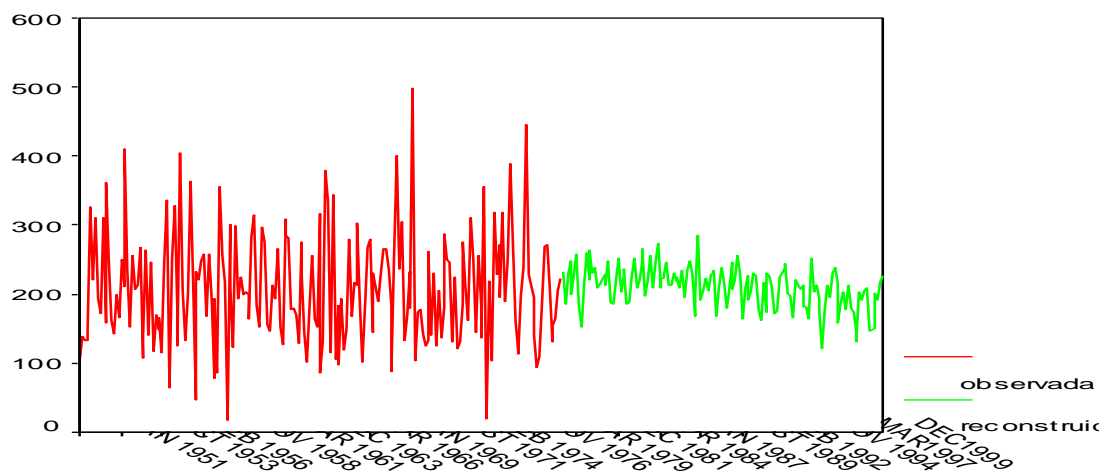
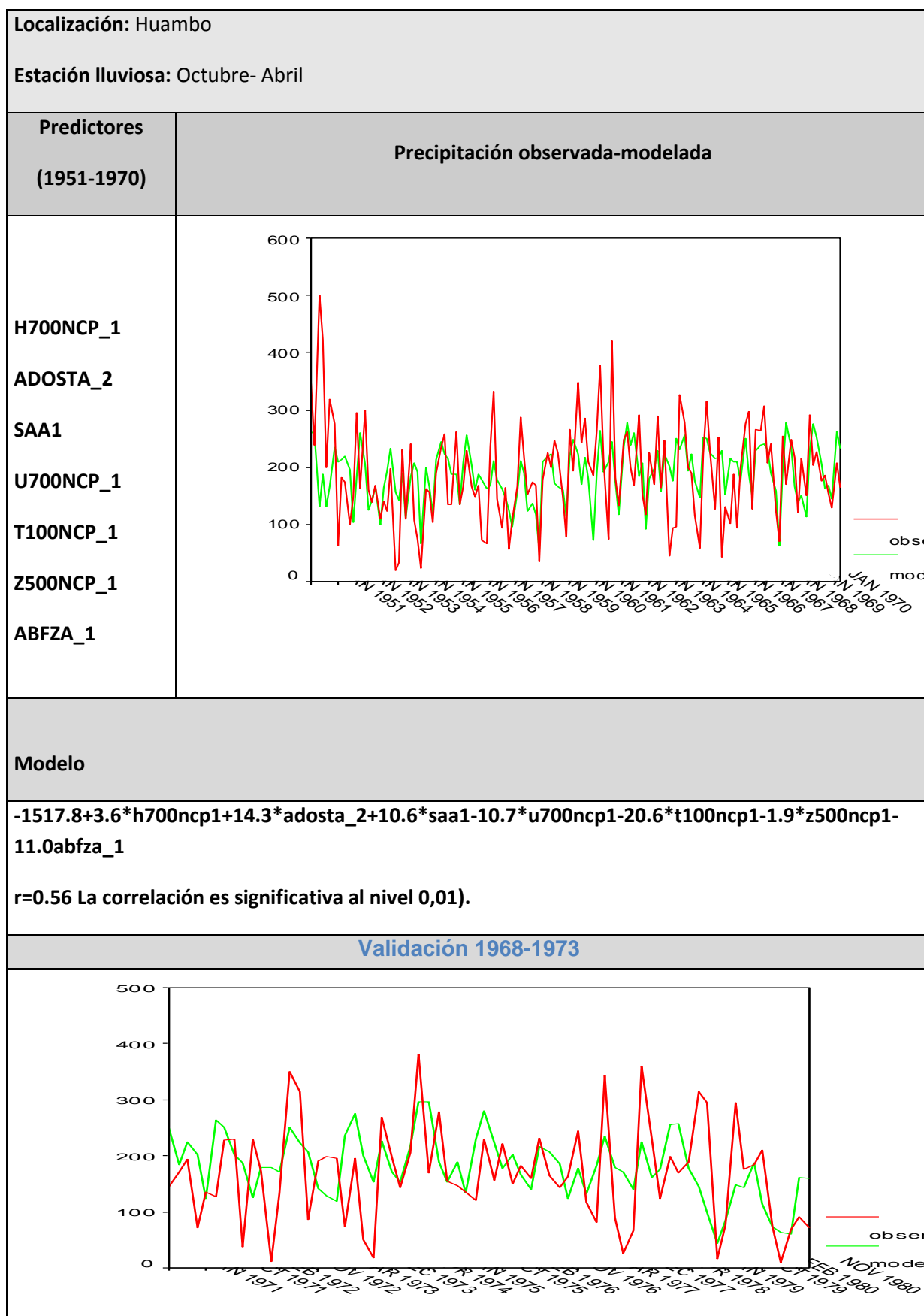


Figura 5.4. Resultados obtenidos para la estación de HUAMBO



$r = 0.37$ La correlación es significativa al nivel 0,01).

Reconstrucción : 1954-2000

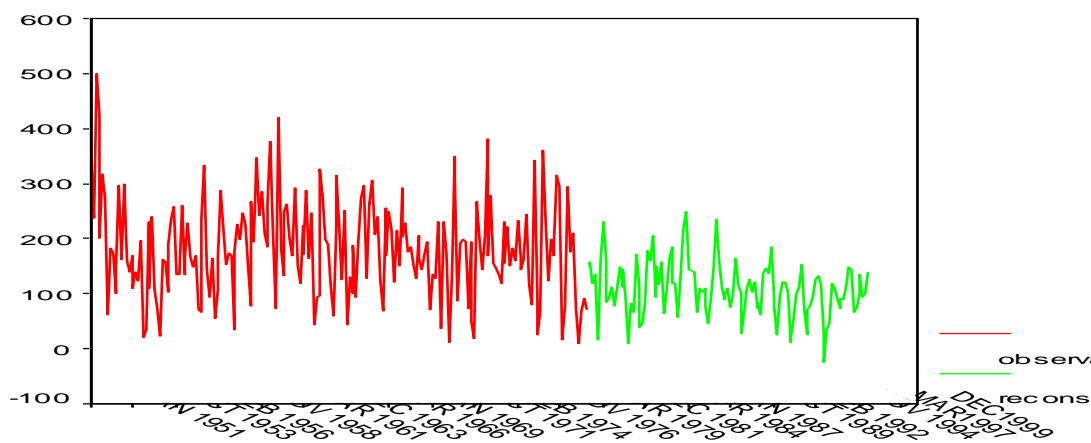
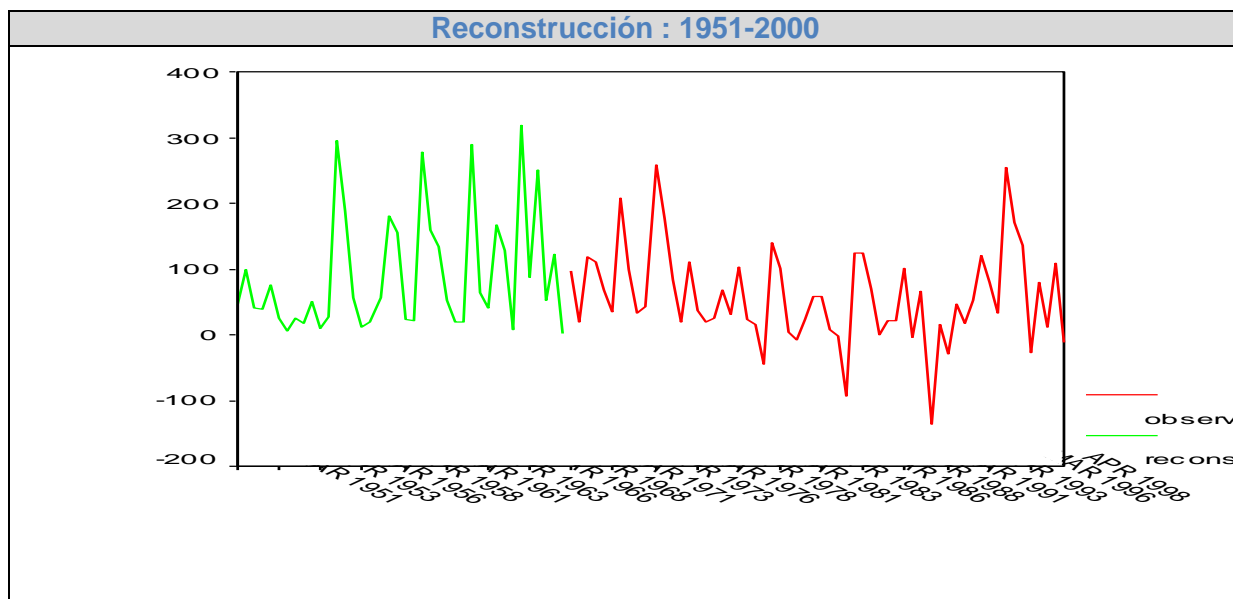


Figura 5.5. Resultados obtenidos para la estación de LOBITO





Luanda (Figura 5.6), la capital del País, presenta como predictores la región oceánica denominada "Angola Dome", con gran influencia de la corriente cálida de Angola. Además, no ha hecho falta su reconstrucción al haber datos disponibles durante el periodo de la guerra, con resultados significativos en cuanto a su reconstrucción.

Lwena se encuentra en el interior (figura 5.8) y presenta una fuerte dependencia con el frente de Angola - Benguela y la temperatura en 850 hPa. Esto puede ser debido a que se encuentra a la misma latitud que esta región frontal de grandes ascensos verticales.

Malange, (fig. 5.9) se encuentra cerca de Luanda, pero a una mayor altitud. En el periodo lluvioso presenta un predictor de viento zonal en el nivel de 850 hPa.

Mavinga (fig. 5. 10), localizada en el interior en la parte sur. En el periodo lluvioso presenta dependencia de los vientos zonales en los niveles de 700 y 300 hPa, respectivamente.

Menongue (fig. 5.11). Localizada en el interior al sur. Está influida por los predictores asociados a las anomalías de la corriente cálida del Agulhas, de la altura Geopotencial en 700 hPa y por vientos zonales en el nivel de 300 hPa.

Saurimo (fig. 5.12). Al este del País, durante el periodo lluvioso está influido por los predictores de altura geopotencial en 500 hPa y vientos verticales para el nivel de 850 hPa, cerca de la superficie.

Uíge (fig. 5.13). Situada cerca de la ZCIT hacia el interior. En el periodo lluvioso tiene la influencia de los vientos verticales a una altura de 500 hPa, la humedad relativa en un nivel de 500 hPa, la anomalía de la corriente fría de Benguela, y el anticiclón del Atlántico sur.

Figura 5.6. Resultados obtenidos para la estación de LUANDA

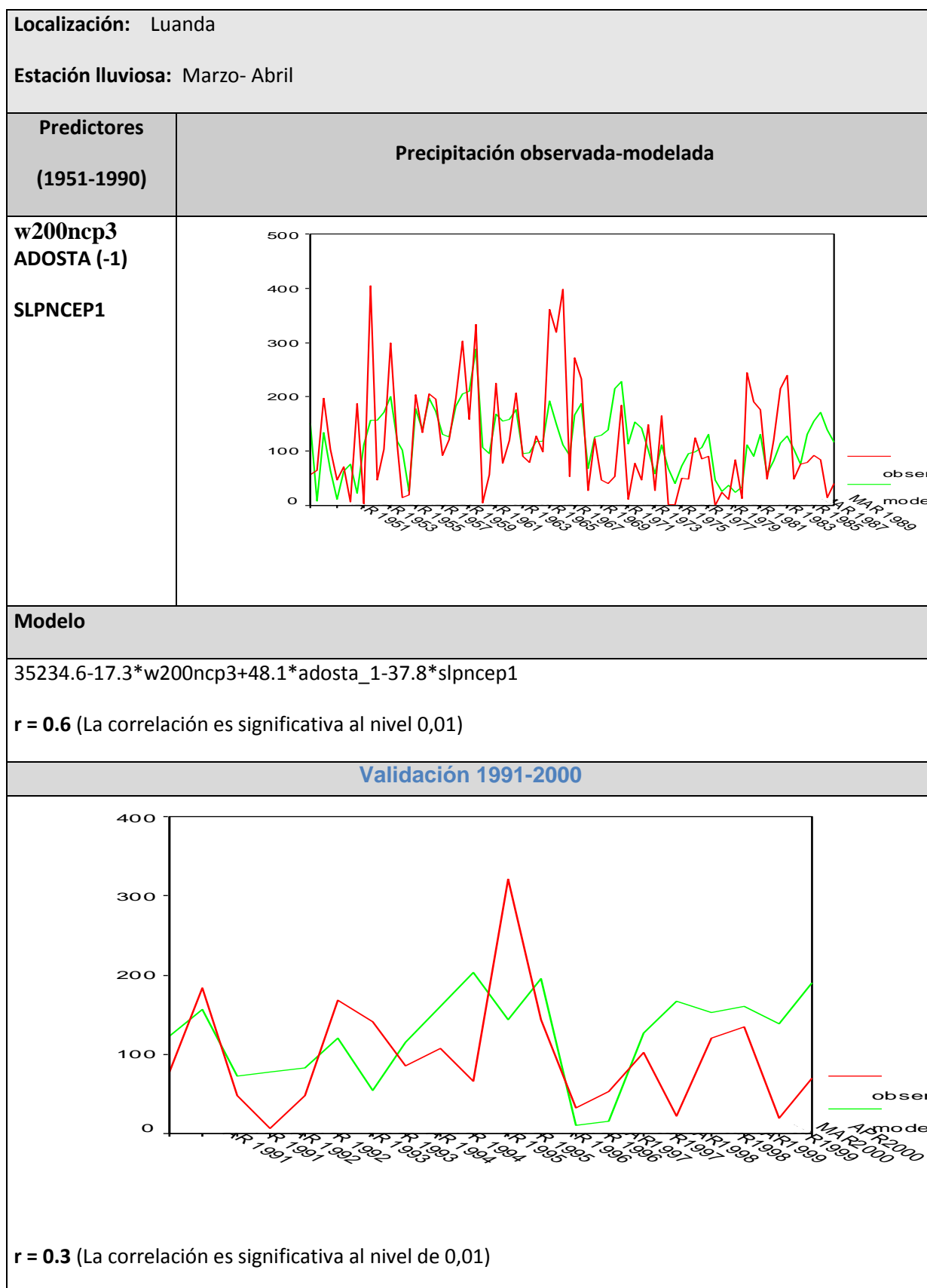
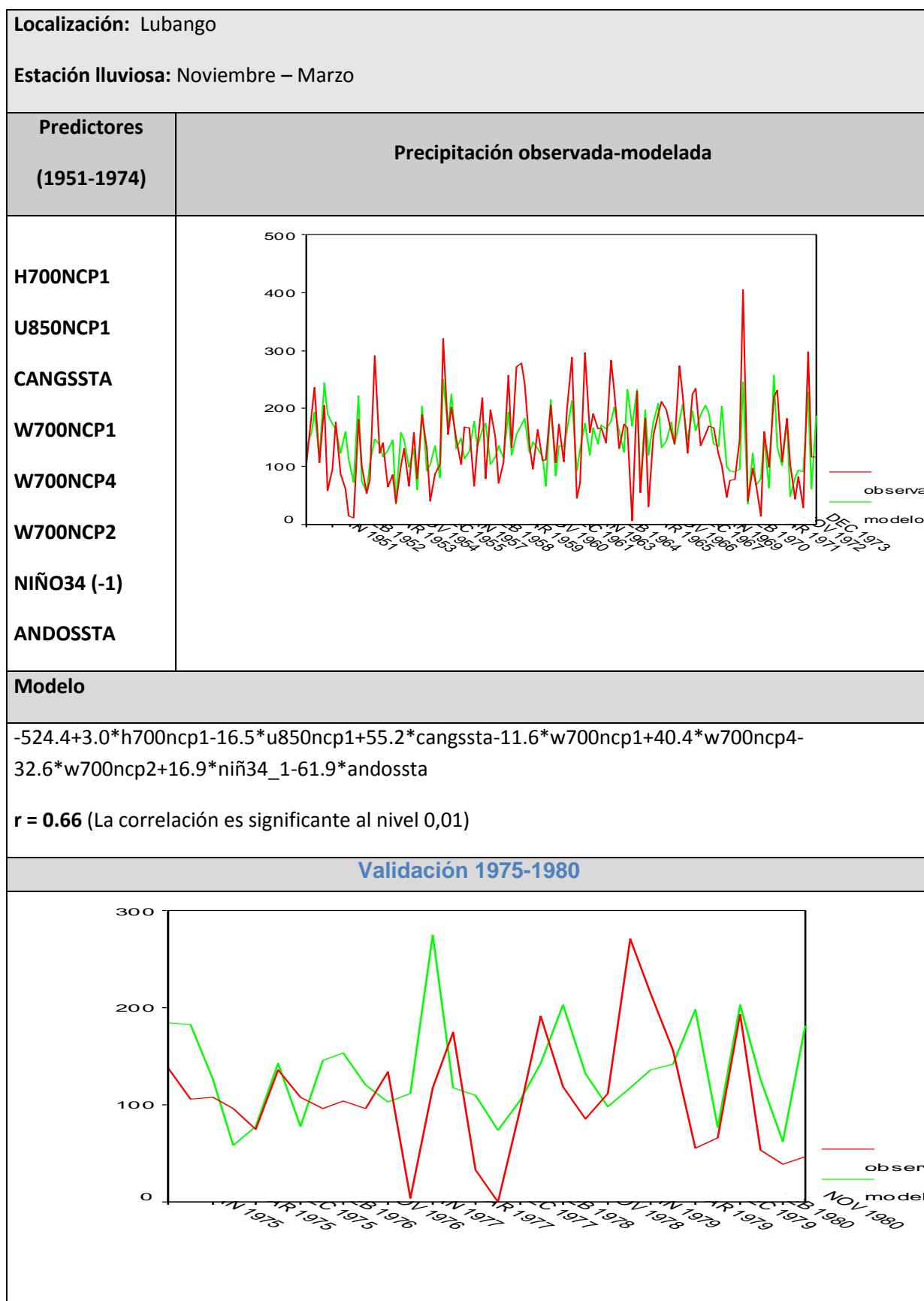


Figura 5.7. Resultados obtenidos para la estación de LUBANGO



$r = 0.24$ (La correlación es significativa a nivel 0,01)

Reconstrucción : 1951-2000

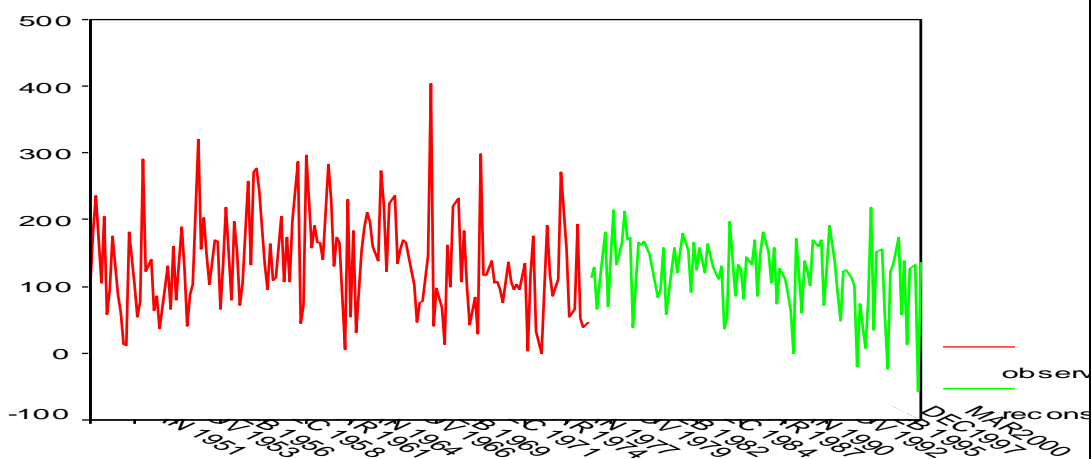
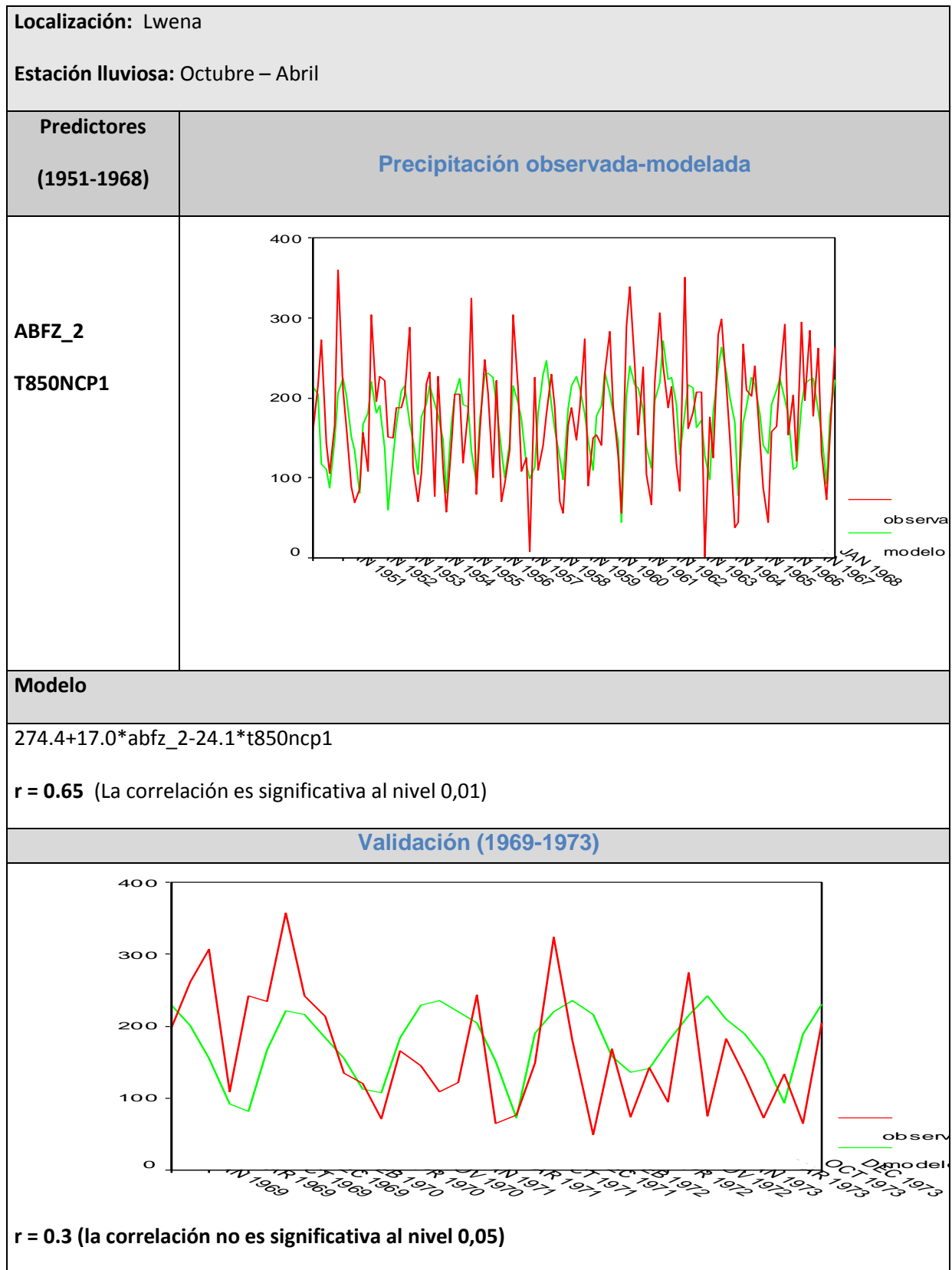


Figura 5.8. Resultados obtenidos para la estación LWENA



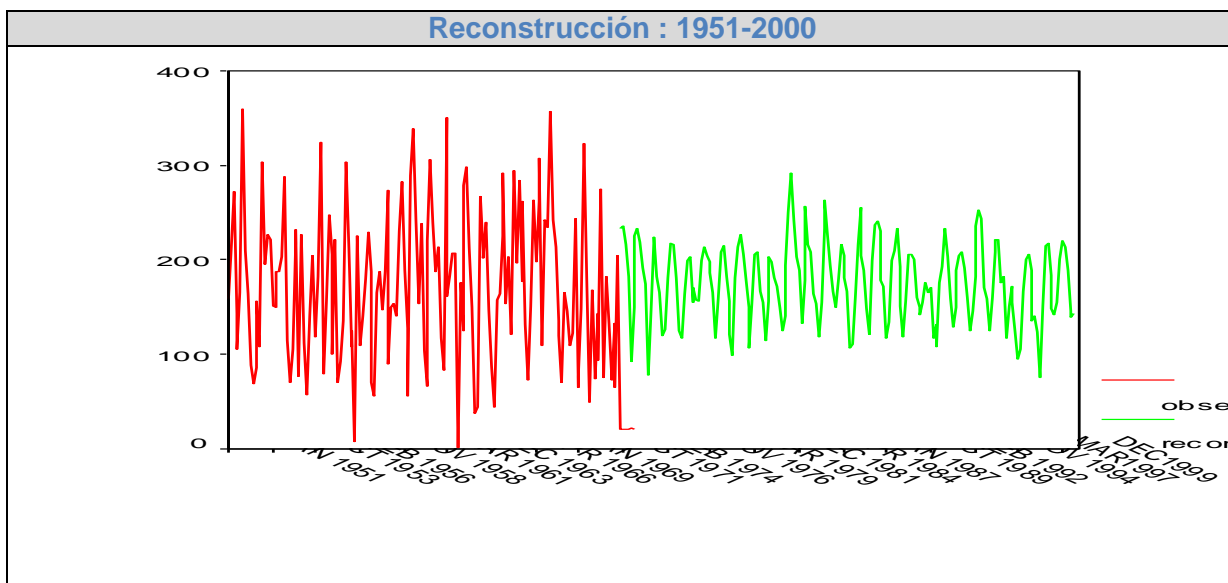
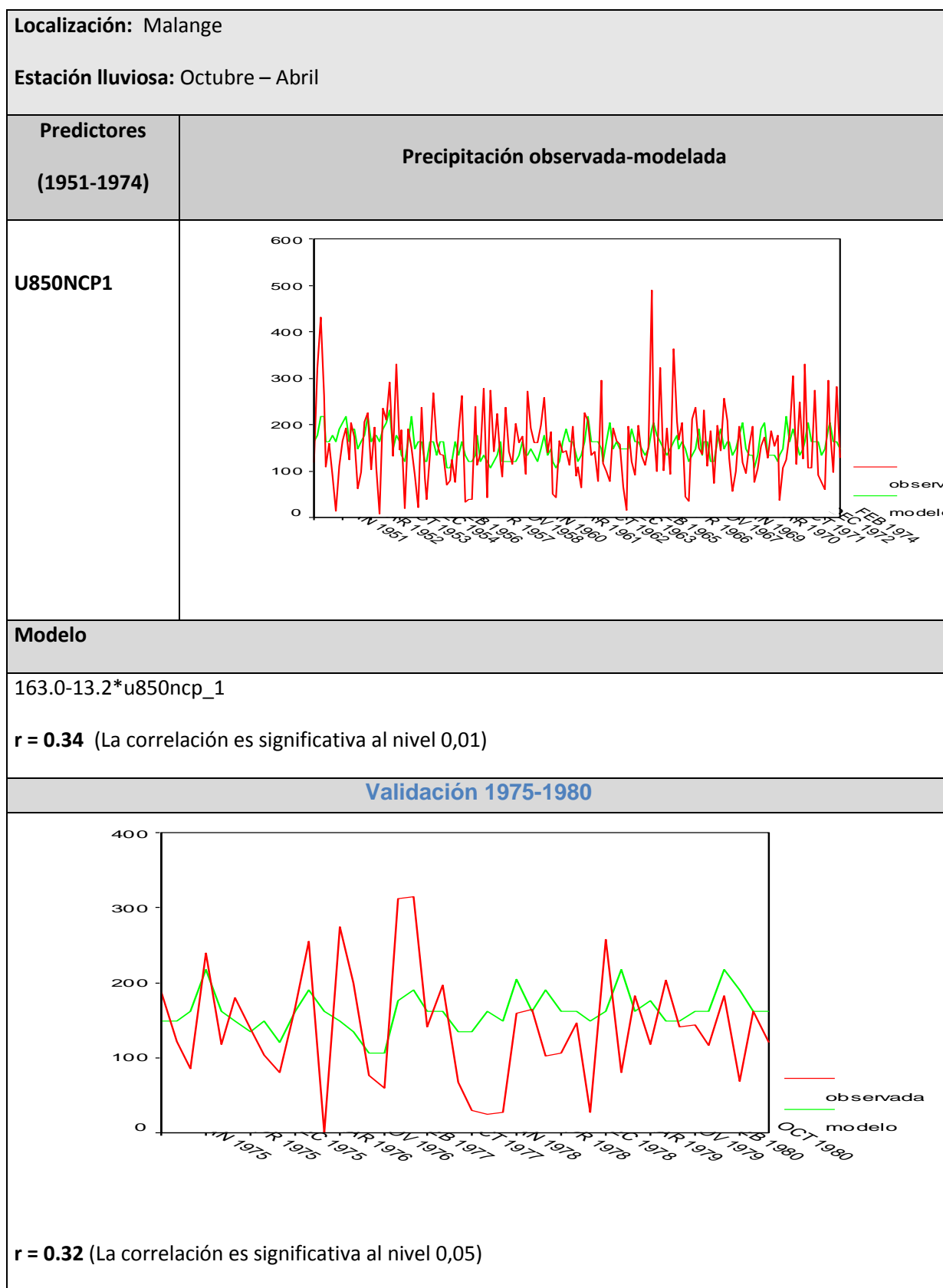


Figura 5.9. Resultados obtenidos para la estación de MALANGE



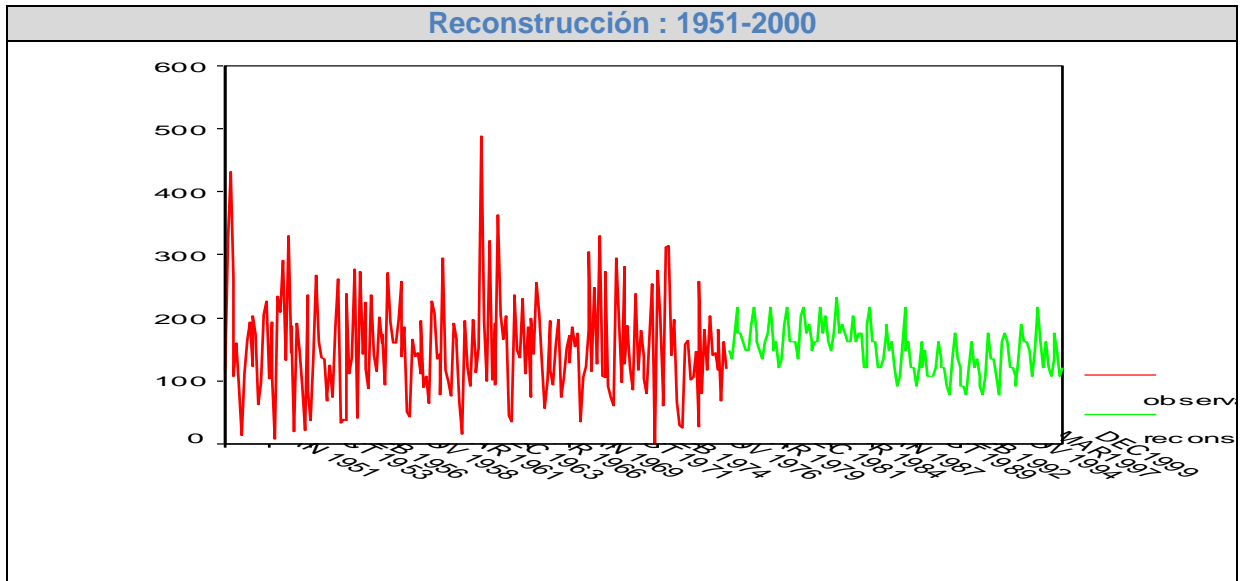
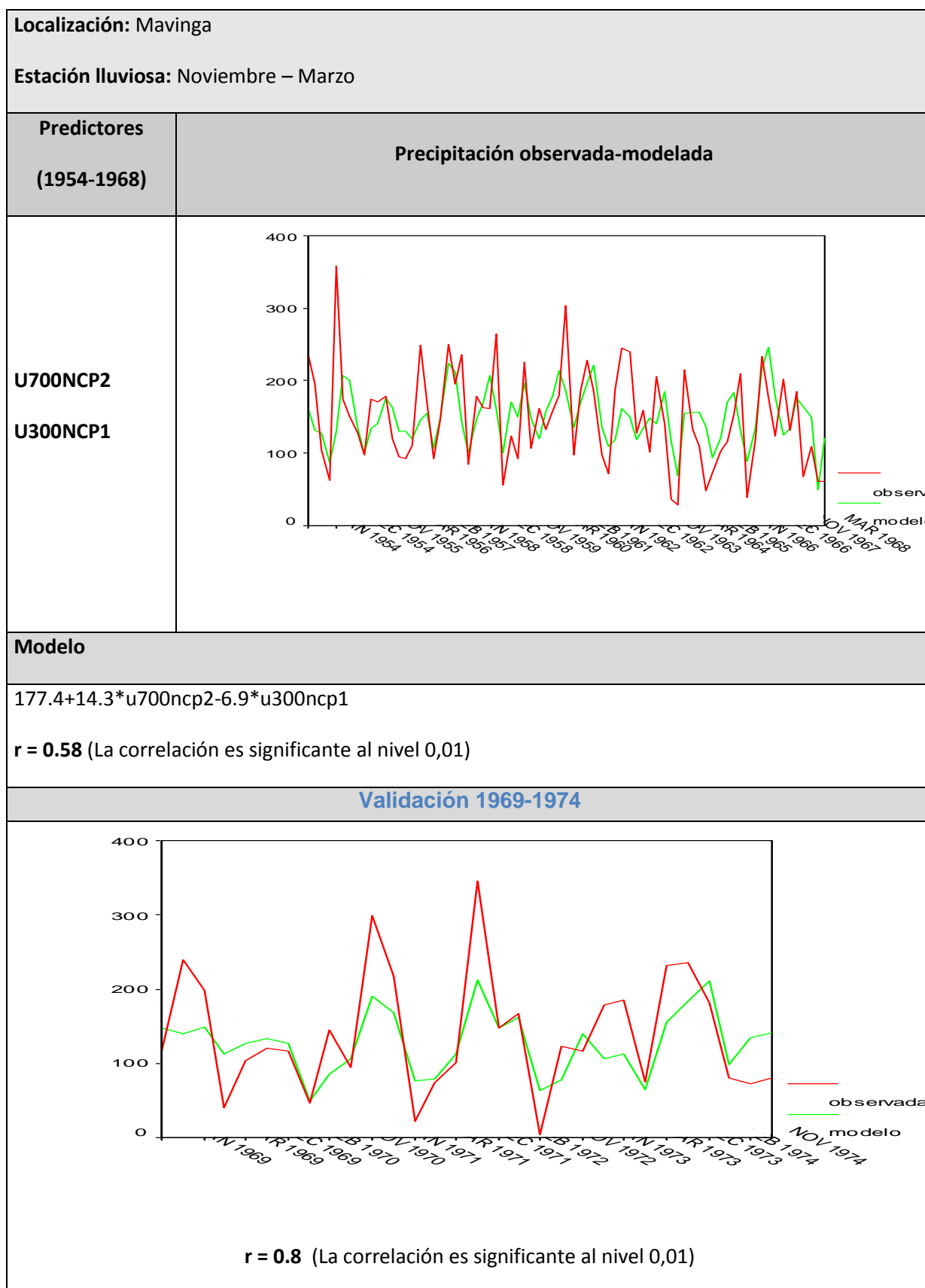


Figura 5.10. Resultados obtenidos para la estación de MAVINGA



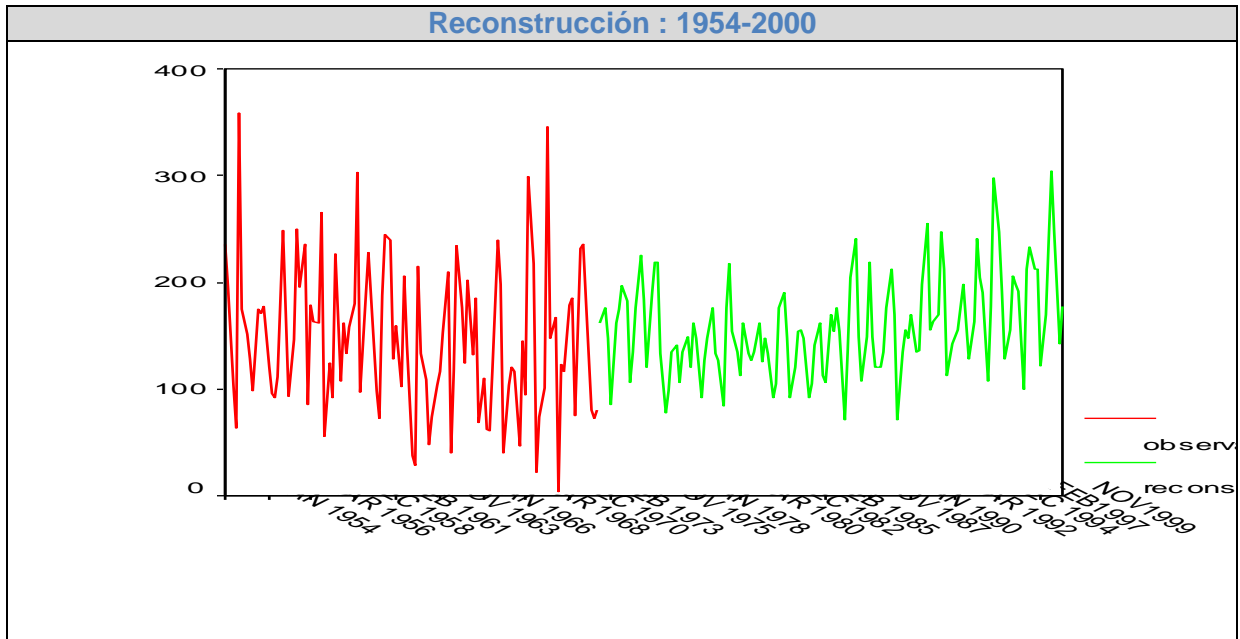
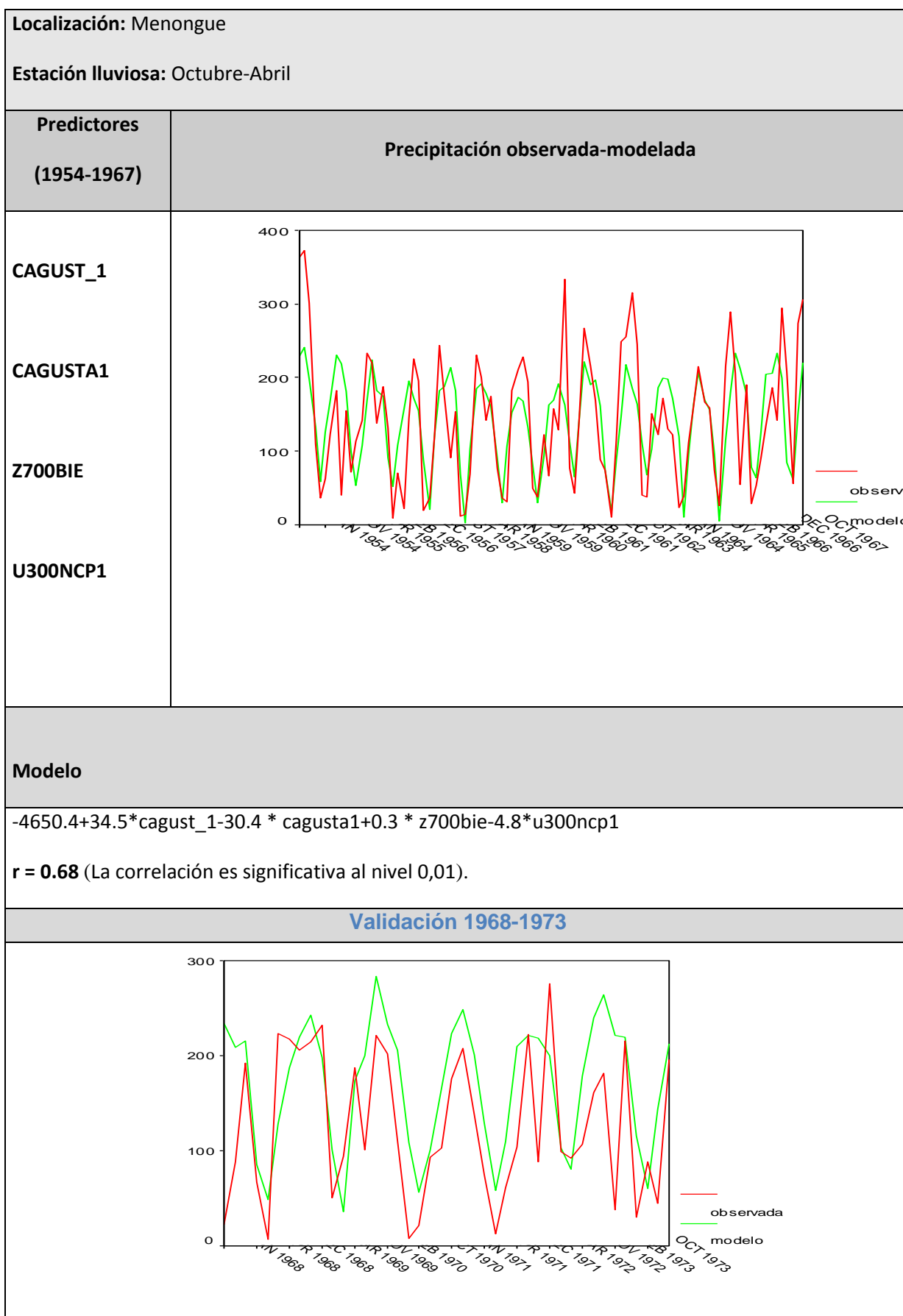


Figura 5.11. Resultados obtenidos para la estación de MENONGUE



$r = 0.63$ La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Reconstrucción : 1954-2000

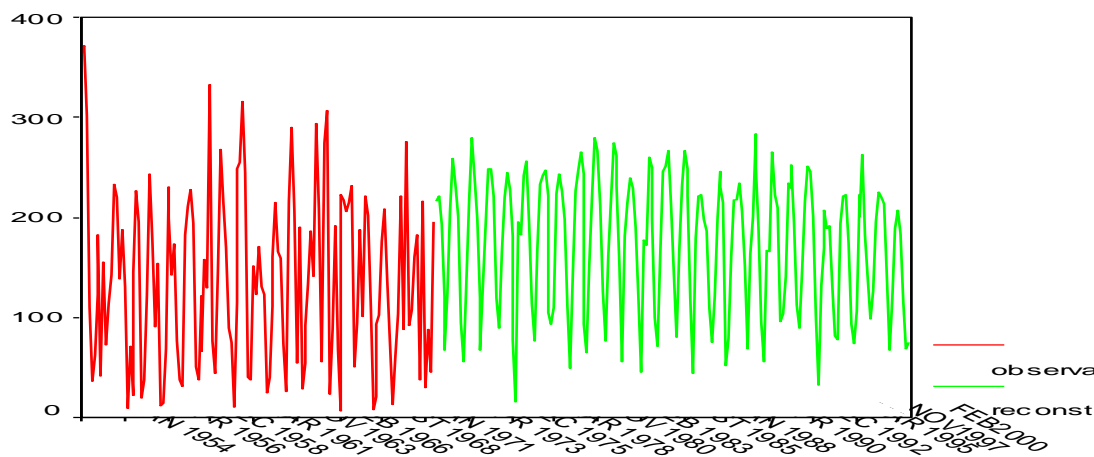
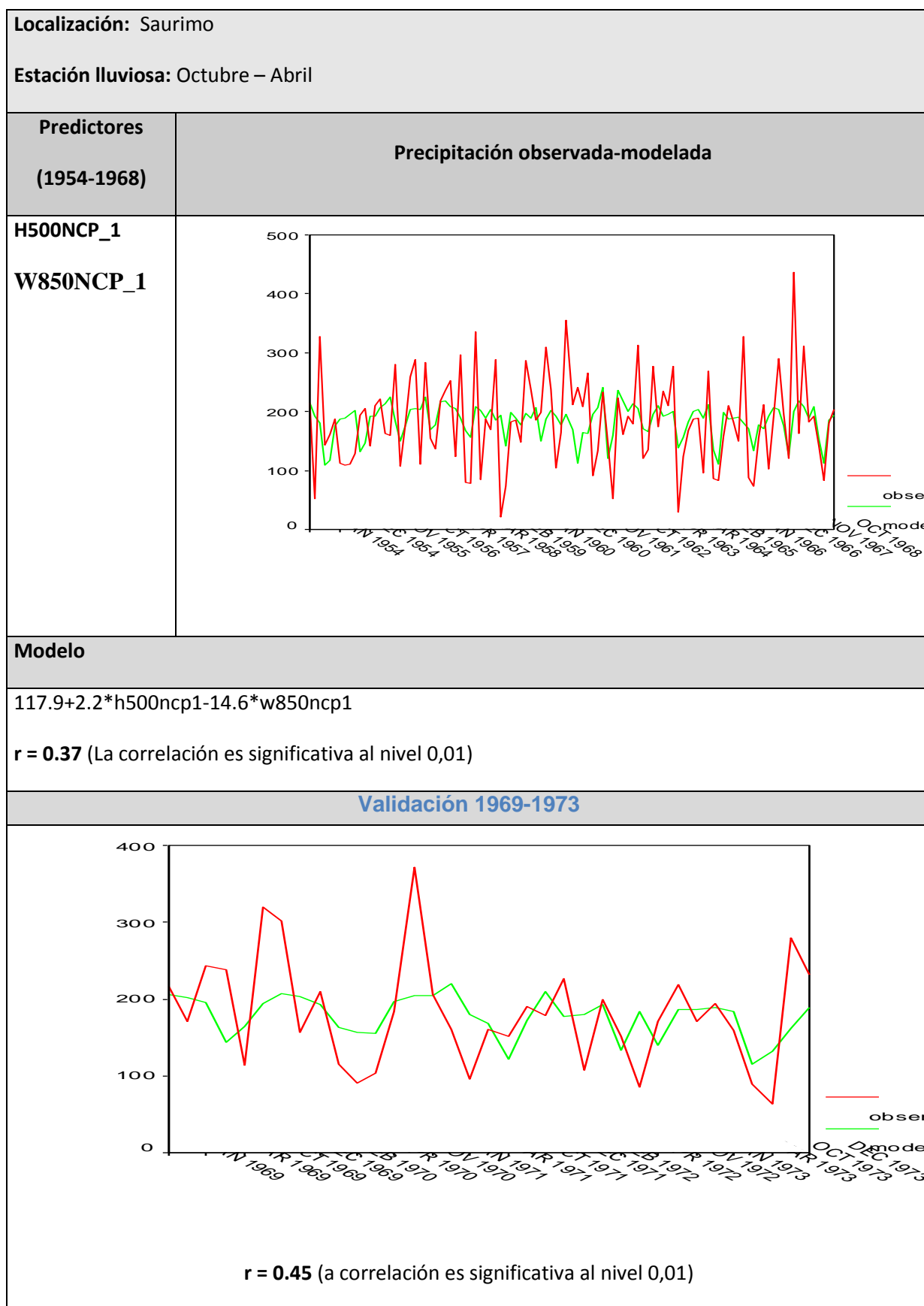


Figura 5.12. Resultados obtenidos para la estación de SAURIMO



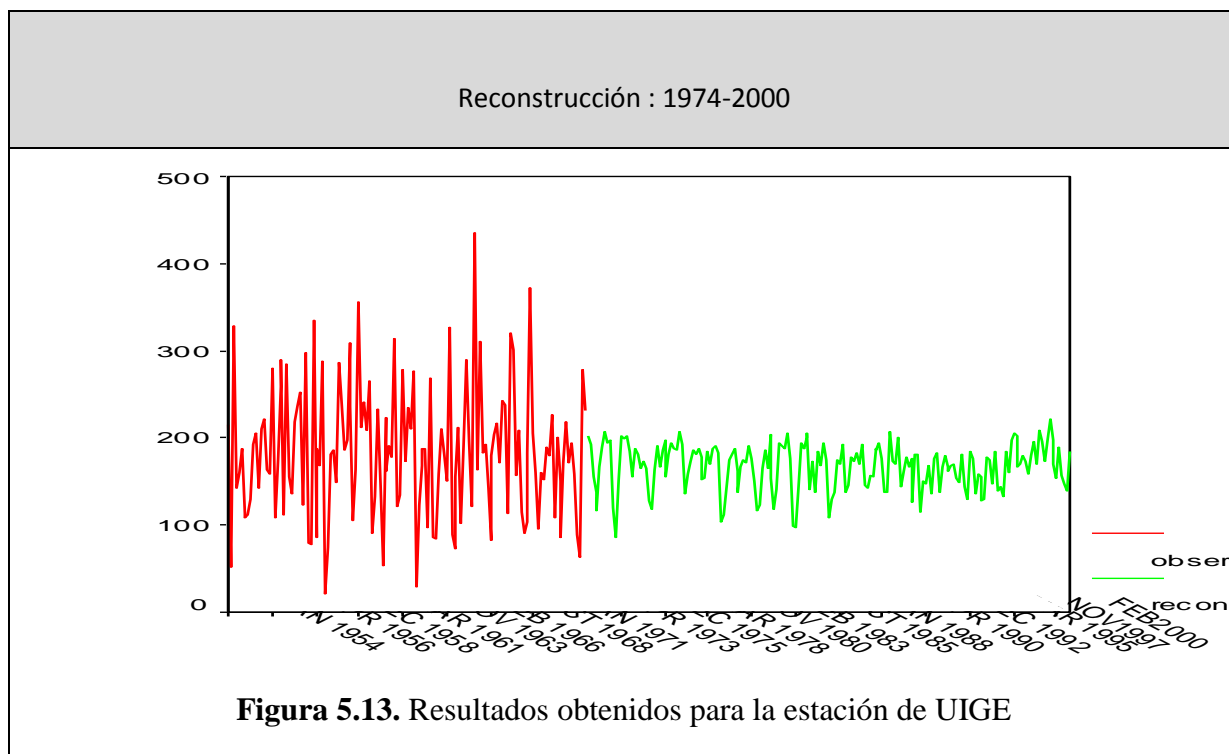
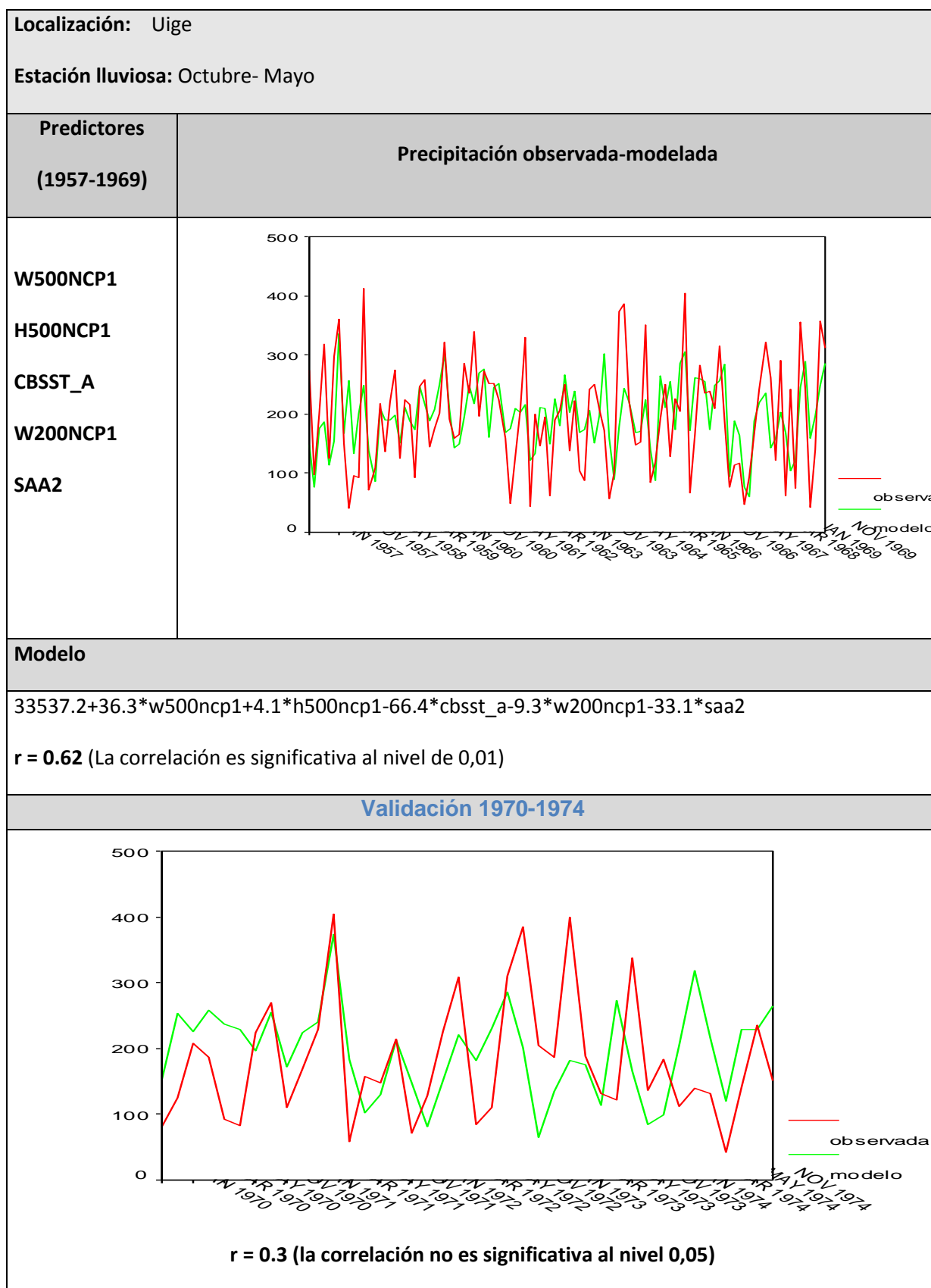
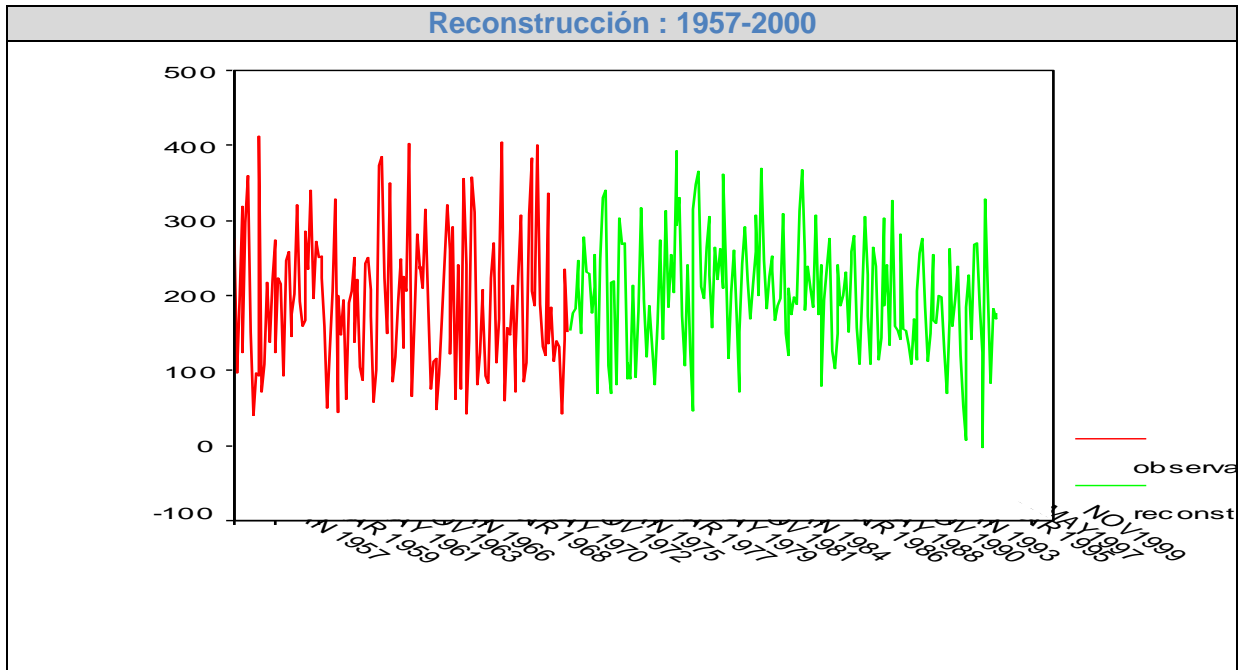


Figura 5.13. Resultados obtenidos para la estación de UIGE





Validación de la variabilidad de las reconstrucciones

Una forma de validar las reconstrucciones es calcular con ellas las componentes principales de la lluvia anómala (similar a la realizada en el capítulo 3, figura 3.2)

Estas componentes principales se han calculado para el periodo 1981-1997. En realidad es un periodo de sólo 17 años pero en el que se ha encontrado una gran sensibilidad en África del Sur al Cambio Climático. Los mapas de correlación entre la serie anómala y cada una de las componentes principales encontradas se representan en la figura 5.14. Dado el bajo número de datos considerado, sólo se interpretan coeficientes mayores a 0.38 (90% de nivel de confianza) o a 0.44 (al 95% de nivel de confianza).

Se ha encontrado un primer modo con coeficientes significativos en el centro del País, al igual que en las figuras del capítulo 3, y que reflejan la influencia de los fenómenos de gran escala. Este patrón explica un 23% de la variabilidad, cercano al valor de 21 obtenido en el periodo anterior. En cuanto al segundo y tercer modos, los valores significativos se encuentran dispuestos en forma dipolar con centros de acción al este y oeste del País y al norte y sur.

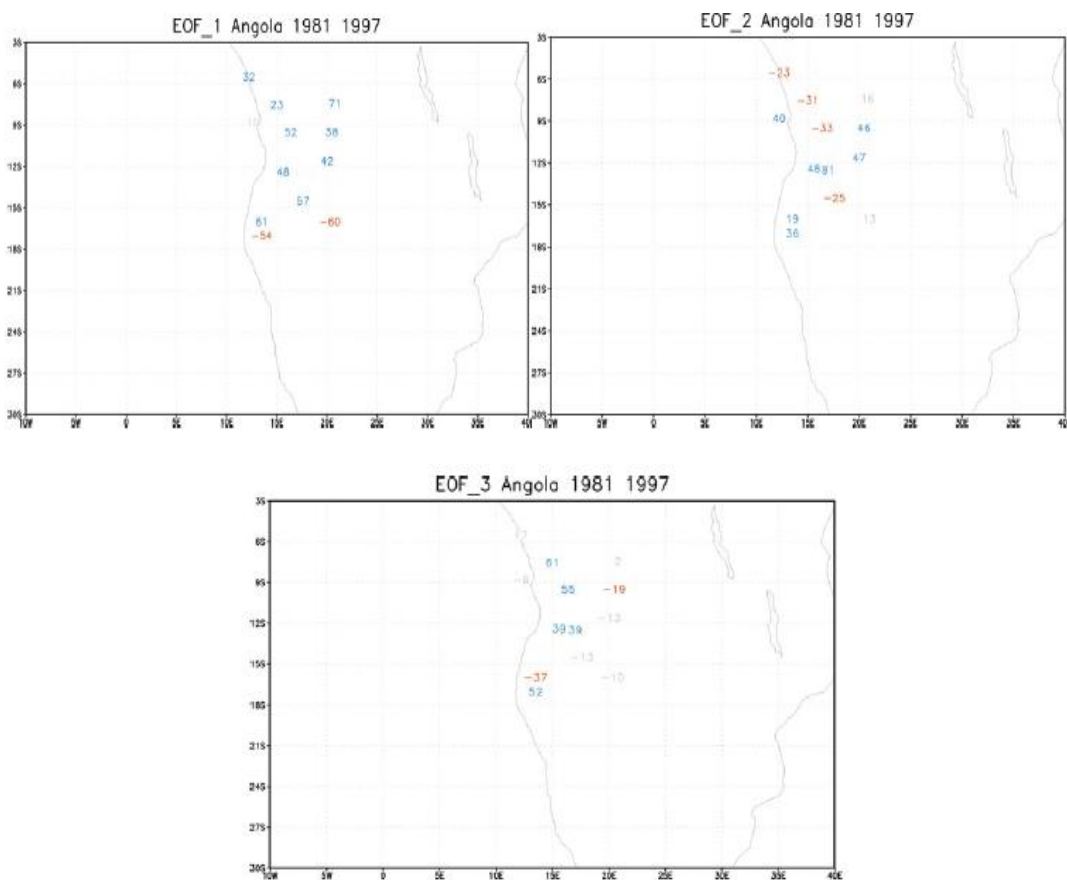


Figura 5.14. Análisis de las componentes principales de la precipitación reconstruida para el período 1981-1997. Mapas de correlación (el valor de la correlación ha sido multiplicado por 100 para una mejor representación)

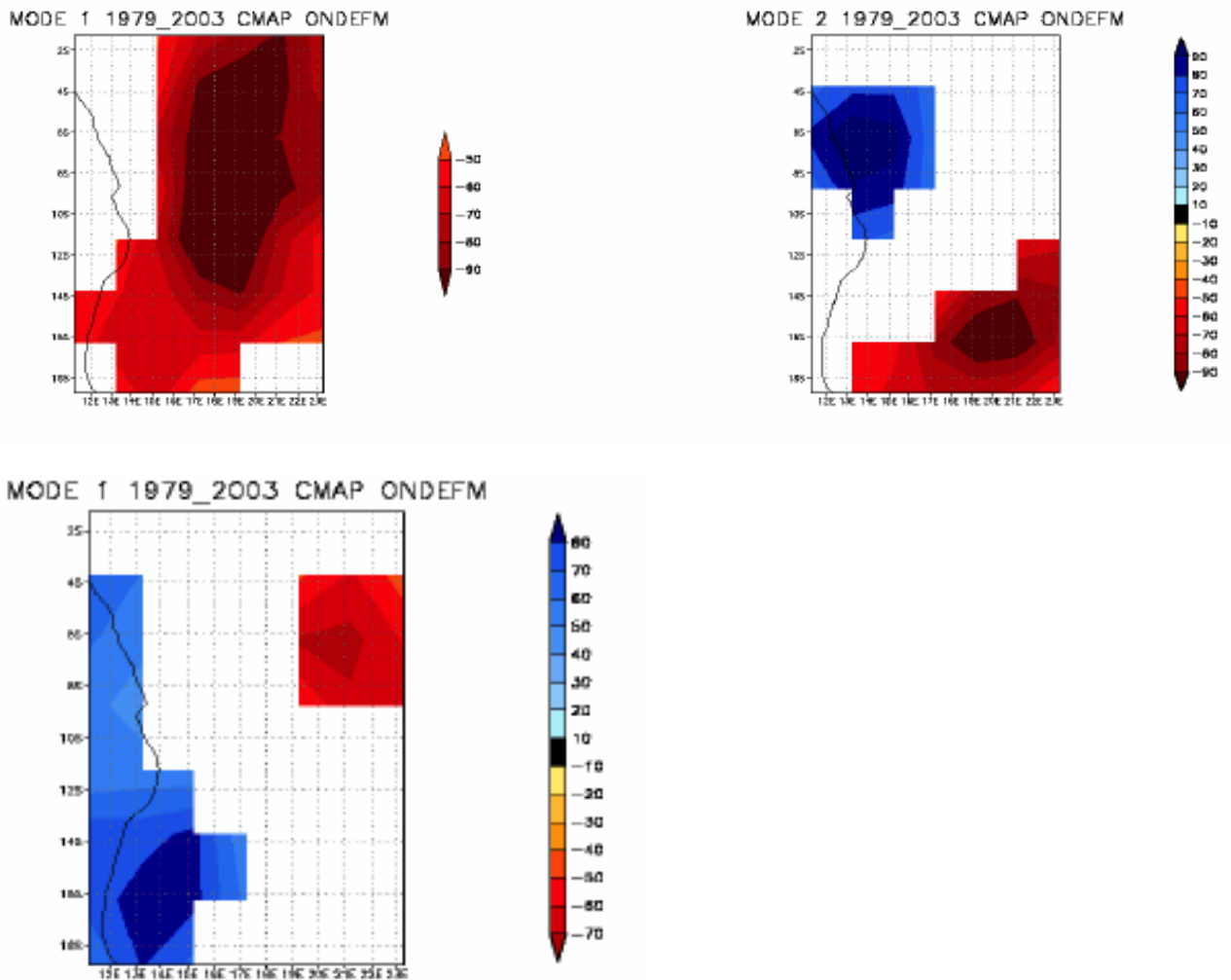


Figura 5.15. Análisis de las componentes principales de la precipitación de la base de datos CMAP para el período 1979-203. Mapas de correlación (el valor de la correlación ha sido multiplicado por 100 para una mejor representación)

Tomando la base de datos de satélite de CMAP (Xie y Arkin, 1997) se puede validar si los datos reconstruidos capturan la variabilidad de la región durante ese periodo concreto. La figura 5.15 muestra los resultados del análisis de componentes principales realizado con esta base de datos. El patrón dominante de variabilidad reconstruido en figura 5.14 reproduce el observado dentro de este periodo con la base de datos CMAP. Para el resto de modos, la reconstrucción da importantes diferencias para algunas localidades importantes. Sin embargo, cuando se compara el patrón dominante de

variabilidad con el correspondiente asociado al periodo 1951-1980 (figure 3) una importante diferencia aparece. De este modo, aunque el patrón describe una estructura de un sólo signo con máximos en las regiones centrales del País, este centro de acción está localizado ligeramente hacia el norte en el periodo 1981-97. Este cambio en la localización del centro de acción también aparece cuando se compara el patrón obtenido con CMAP para el segundo periodo con aquél obtenido con el resto de bases de datos para el periodo 1951-80, una faceta que confirma el cambio real en la localización del centro de acción. Se trata un resultado importante por el hecho de que varios trabajos recientes han documentado cambios importantes en el clima global tras los años 1970 (Baines y Folland, 2007), como cambios en el Niño del Pacífico y en la circulación tropical. Este resultado enaltece la importancia de la reconstrucción de la lluvia en Angola para el entendimiento de los cambios en el clima

La influencia de El Niño en este patrón de variabilidad se confirma en la Figura 5.16 en la que puede verse como, para casos de alto índice de la primera EOF de la lluvia durante este periodo, se produce una disminución de la lluvia asociada a un calentamiento del Pacífico ecuatorial y un enfriamiento relativo de las temperaturas del océano frente a las costas de Angola y Namibia. La relación contraria entre los Niños del Atlántico y el Pacífico se ha documentado en Rodríguez-Fonseca et al. (2009) y Ding et al. (2011) y su influencia en la lluvia en el Sahel se ha demostrado en Losada et al. (2012). No obstante, no se ha relacionado todavía para esta región ni durante estos meses que tienen lugar antes de la formación del Niño Atlántico pero durante la formación de los Niños de Benguela.

Un mayor estudio de la influencia oceánica y de los factores que controlan la variabilidad de la lluvia en Angola durante el periodo posterior a 1979 sería muy importante, pudiéndose realizar experimentos de sensibilidad y técnicas de regionalización con objeto de dar una información más precisa de la influencia de océanos remotos sobre la variabilidad pluviométrica de esta región, de gran valor para predicción estacional y para la gestión de los recursos de Angola.

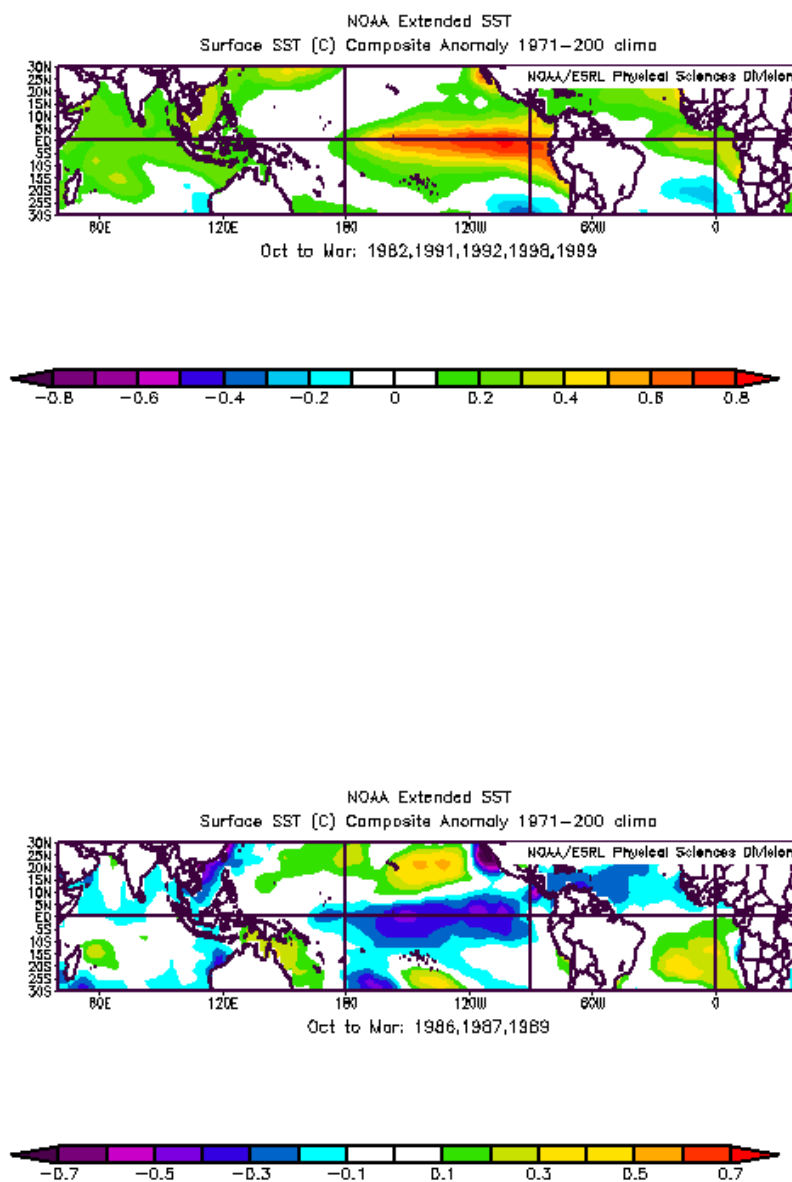


Figura 5.16: Regresión de la primera componente principal para casos de alto y bajo índice de la serie temporal de la componente principal calculada con CMAP

Capítulo 6. CONCLUSIONES

La República de Angola se encuentra estratégicamente localizada dentro de los trópicos, región donde se encuentra la principal fuente de energía de la circulación global. Se sitúa frente a uno de los sistemas de afloramiento costero más importante del planeta con un extraordinario ecosistema. El presente trabajo se presenta como un ejercicio de reconstrucción de la precipitación en una región donde los datos disponibles son escasos y la continuidad de los mismos se ha visto interrumpida durante un largo periodo debido a una Guerra Civil. En concreto, existe una falta generalizada de observaciones en Angola debido a la guerra civil que asoló el país en el periodo 1979-2002.

Se han analizado diferentes variables dinámicas y termodinámicas tanto del océano como de la atmósfera con el fin de determinar índices atmosféricos y oceánicos que sean válidos como predictores a la hora de reconstruir los datos en dicho periodo.

Se ha diseñado una técnica de regionalización para ajustar los datos disponibles de gran escala en un algoritmo que tenga en cuenta diferentes predictores.

El modelo de regresión obtenido se basa en una regresión paso a paso (primero hacia adelante y luego hacia atrás) y es capaz de reproducir la variabilidad de la precipitación en las diferentes estaciones de Angola empleando como variables independientes tanto índices remotos (asociados a estructuras de teleconexión) como índices locales oceánicos y atmosféricos.

Hay que enfatizar el hecho de que para la elaboración de esta Tesis doctoral ha tenido que llevarse a cabo una labor intensa de recopilación de datos, algunos de los cuales no se encontraban en formato electrónico y ha habido que transcribirlos. Los datos además no se encontraban homogeneizados por lo que algunas de las estaciones ha habido que rechazarlas.

La definición de los principales predictores con un potencial papel en la comprensión de las lluvias en Angola ha sido una tarea difícil. Estos predictores aparecen como el resultado de un profundo estudio de los factores de predicción atmosférica y oceánica obtenidos con los datos disponibles, y también con la inclusión de los obtenidos por otros autores en el estudio de áreas adyacentes.

Las conclusiones fundamentales que se derivan de este trabajo son:

1. La variabilidad pluviométrica en Angola, en base a los datos observados disponibles durante el periodo antes de la Guerra Civil, está muy determinada por factores atmosféricos y oceánicos en el Atlántico adyacente. Así, es importante considerar la posición e intensidad del anticiclón subtropical del Atlántico sur, o la variabilidad de la temperatura de la superficie del mar en la región del afloramiento de Angola, considerando diferentes índices.
2. La variabilidad pluviométrica en Angola, en base a los datos observados disponibles durante el periodo anterior a la Guerra Civil, está muy determinada por factores atmosféricos y oceánicos en regiones remotas, como son el océano Índico y el océano Pacífico. Así, es importante considerar la posición e intensidad del anticiclón subtropical del Índico sur y la Oscilación del sur en el Pacífico; pero también los cambios en la temperatura del Índico y del Pacífico, asociados a fenómenos como el dipolo del Índico o el fenómeno de El Niño.
3. El modelo contempla la inclusión de estos predictores y el análisis de los mismos revela la influencia de factores locales y remotos coherentes con los últimos estudios realizados en regiones próximas como Sudáfrica.
4. Los predictores empleados en la reconstrucción dan una idea de las causas que originan la variabilidad de la lluvia durante la estación lluviosa en Angola.

4.1 Para algunas de las estaciones, el modelo de regresión requiere el uso de índices de teleconexión a distancia, como Huambo, Lobito, Uíge y Lubango, que son las estaciones situadas en la parte sur del País, bajo la influencia del anticiclón de Santa Helena. Estas estaciones incluyen al Niño del Pacífico como predictor cuando se realiza el modelo paso a paso. La relación entre el Anticiclón de Santa Helena y El Niño ha sido referida por varios autores y su impacto en las últimas décadas, ha aumentado.

4.2 Las precipitaciones en la parte norte del País dependen de la posición de la ZCIT, lo que determina la temporada de lluvias.

4.3 Otras estaciones necesitan la inclusión de más de un fenómeno local, como la corriente de Agulhas (Menongue, Huambo y Lubango) y de algunos fenómenos atmosféricos no sólo en los niveles más bajos la troposfera, sino también en los niveles superiores.

En general, el modelo de regresión se aplica a los 10 años de observaciones disponibles que hemos hecho la reconstrucción.

5. El análisis efectuado de los predictores asociados a la precipitación en las estaciones de estudio son también importantes para la mejora del pronóstico estacional del país, cuya economía se basa en la agricultura.

6. La validación del modelo presenta resultados estadísticamente significativos por lo que se ha podido llevar a cabo la reconstrucción.

7. La variabilidad de la lluvia para las décadas antes de la guerra puede ser descrita por patrones que son consistentes independientemente de los datos empleados.

8. La variabilidad de la lluvia para las series reconstruidas proyectan en los mismos patrones obtenidos con los datos de satélite durante el periodo de guerra.

TRABAJO FUTURO:

Se requiere un mayor análisis para determinar las causas de la variabilidad de la lluvia en un País como Angola, cuya economía depende de los recursos hídricos. Gracias a las nuevas bases de datos, a los datos de satélite y los re-análisis atmosféricos, el modelo obtenido podría mejorarse y, por tanto, los resultados obtenidos podrían aumentar su grado de significación. Este mayor análisis incluiría el estudio de la estacionariedad de los predictores tras la década de los setenta, ya que para otras regiones del planeta, como Sahel, se ha demostrado que éstos cambian según las décadas analizadas. Si este hecho ocurre igual en la región del Atlántico sur, podríamos explicar los errores del modelo a la hora de reproducir la variabilidad.

Es importante recordar como la amplitud de los datos reconstruidos no es realista y la mayor parte de las estaciones presentan reconstrucciones con una amplitud menor que la media observada. Esto podría deberse a la falta de estacionariedad en las causas que originan la variabilidad de la lluvia en las décadas de estudio (Joly y Voldoire, 2009; Rodriguez-Fonseca et al., 2011; Losada et al., 2012) y que se ha debido a la diferente influencia oceánica. De este modo, la amplitud de la lluvia se ha visto modulada por

el océano de diferente forma antes y después de la década de los setenta y el modelo creado parte de la base de que las series son homogéneas y que los predictores son los mismos. Estudios recientes apuntan al monzón de América del sur como fuente de variabilidad de la lluvia en el sur de África. Este hecho se podría tener en cuenta para un mejor análisis futuro, partiendo de la base de la existencia de una estación de referencia en Luanda con datos observados desde principios de siglo 20.

Además, existe un cambio importante decadal en la lluvia en Sahel que se ha observado para la serie de Luanda (Mohino et al., 2011a,b). Este cambio decadal y la correspondiente influencia oceánica y antrópica podría ser parte de un trabajo futuro.

REFERENCIAS

- Allcroft, D. J., & Glasbey, C. A. (2003). A latent Gaussian Markov random- field model for spatiotemporal rainfall disaggregation. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 52(4), 487-498.
- Arntz, W. E., Gallardo, V. A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, L. A., Mendo, J., ... & Wolff, M. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Advances in geosciences*, 6, 243-265
- Baines, P. G., & Folland, C. K. (2007). Evidence for a rapid global climate shift across the late 1960s. *Journal of Climate*, 20(12), 2721-2744.
- Boebel, Olaf, Chris Duncombe Rae, Silvia Garzoli, Johann Lutjeharms, Phil Richardson, Tom Rossby, Claudia Schmid, and Walter Zenk. (1998). Float experiment studies interocean exchanges at the tip of Africa. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 79, 1, 1-8.
- Cane G.Eshel, R. W. Buckland (1994). Forecasting Zimbabwean maize yield using eastern equatorial Pacific sea surface temperature. *Nature*, 370, pp. 204–205.
- Clark, C. O., Cole, J. E., and Webster, P. J. (2000). Indian Ocean SST and Indian summer rainfall: Predictive relationships and their decadal variability. *J. Climate*, 13(14), 2503-2519.
- Cohen, A. L. and Tyson, P. D. (1995). Sea-surface temperature fluctuations during the Holocene off the south coast of Africa: Implications for terrestrial climate and rainfall. *The Holocene*, 5(3), 304-312.
- Cook, K. H. (2000). The South Indian convergence zone and interannual rainfall variability over southern Africa. *J. Climate*, 13(21), 3789-3804.
- Cook, K. H. (2001). A Southern Hemisphere wave response to ENSO with implications for southern Africa precipitation. *J. Atmos. Sci.*, 58(15), 2146-2162.
- Coy, L. (1979). An Unusually Large Westerly Amplitude of the Quasi-Biennial Oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 36, 174-176.

Crétat, J., Richard, Y., Pohl, B., Rouault, M., Reason, C., and Fauchereau, N. (2012). Recurrent daily rainfall patterns over South Africa and associated dynamics during the core of the austral summer. *Inter. J. Climatol.* 32(2), 261-273.

Crimp, S. J., Lutjeharms, J. R., and Mason, S. J. (1998). Sensitivity of a tropical-temperate trough to sea-surface temperature anomalies in the Agulhas retroflection region. *WATER SA-PRETORIA*-, 24, 93-100.

Diab, R. D., Preston-Whyte, R. A., and Washington, R. (1991). Distribution of rainfall by synoptic type over Natal, South Africa. *Int.J.Climatol.*, 11(8), 877-888.

Dias, C. A. (1983). Note on the evidence of a permanent southward flow of the upper oceanic tropospheric waters off Angola at 12 S. *Collection of Scientific Papers—International Commission for the Southeast Atlantic Fisheries*, 10, 99-102.

Dias, C. A. (1983). Preliminary report on the physical oceanography off southern Angola, March and July 1971. *Collection of Scientific Papers—International Commission for the Southeast Atlantic Fisheries*, 10, 103-116.

Ding, H., Keenlyside, N. S., and Latif, M. (2012). Impact of the equatorial Atlantic on the El Niño southern oscillation. *Clim. Dyn.*, 38(9-10), 1965-1972.

Doi, T., Tozuka, T., Sasaki, H., Masumoto, Y., and Yamagata, T. (2007). Seasonal and interannual variations of oceanic conditions in the Angola Dome. *J. Phys. Oceanogr.*, 37(11), 2698-2713.

Doi, T., Tozuka, T., and Yamagata, T. (2009). Interannual variability of the Guinea Dome and its possible link with the Atlantic Meridional Mode. *Clim. Dyn.*, 33(7-8), 985-998

Enfield, D. B., Mestas-Nuñez, A. M., Mayer, D. A., and Cid-Serrano, L. (1999). How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures?. *J. Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*, 104(C4), 7841-7848.

Fauchereau, N., Trzaska, S., Rouault, M., and Richard, Y. (2003). Rainfall variability and changes in southern Africa during the 20th century in the global warming context. *Natural Hazards*, 29(2), 139-154.

Ferreira, H. A., (1965). Climatología Dinámica da África Meridional. Serviço Meteorológico Nacional-Lisboa. Portugal.

Fillipov, E. A. and G. I. Kolesnikov,(1971). On the origin of Southward components in the Benguela Current system. *Inst. Rybn Khoz. Okeanogr.*, 33, 42-49.

Florenchie, P., Lutjeharms, J. R., Reason, C. J. C., Masson, S., and Rouault, M. (2003). The source of Benguela Niños in the south Atlantic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*,30(10).

Fu, C., Diaz, H. F., and Fletcher, J. O. (1986). Characteristics of the response of sea surface temperature in the central Pacific associated with warm episodes of the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*,114(9), 1716-1739.

Gibson, J. K. (1997). *ECMWF re-analysis project report series: ERA description*. Vol. 1. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts.

Giorgi, F., and Mearns, L. O. (1991). Approaches to the simulation of regional climate change: a review. *Reviews of Geophysics*,29(2), 191-216

Giorgi, F., Christensen, J., Hulme, M., Von Storch, H., Whetton, P., Jones, R., ... and Semazzi, F. (2001). Regional climate information-evaluation and projections. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, JT et al.(eds)]*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, US.

Glahn, H. R., and Lowry, D. A. (1972). The use of model output statistics (MOS) in objective weather forecasting. *J. of App. Meteorol.*,11(8), 1203-1211

Gneiting, T., Larson, K., Westrick, K., Genton, M. G., and Aldrich, E. (2006). Calibrated probabilistic forecasting at the stateline wind energy center: The regime-switching space-time method. *Journal of the American Statistical Association*, 101(475), 968-979.

Goddard, L., and Graham, N. E. (1999). Importance of the Indian Ocean for simulating rainfall anomalies over eastern and southern Africa. *J. Geophys. Res.*,104(D16), 19099-19

Gordon, A. L. (1985). Indian-Atlantic transfer of thermocline water at the Agulhas Retroflection. *Science*, 227(4690), 1030-1033.

Gourou, P., (1953). Les Pays Tropicaux. Paris, pp. 1-2.
<http://www.academiroyale.be/academi/documents/PerreGourou>.

Graham, N. E. (1994). Decadal-scale climate variability in the tropical and North Pacific during the 1970s and 1980s: Observations and model results. *Clim. Dyn.*,10(3), 135-162

Griffiths, J. F. (Ed.). (1972).*Climates of Africa*. Elsevier publishing company.

Harrison, M. S. J. (1984). A generalized classification of South African summer rain-bearing synoptic systems. *J. Climate*,4(5), 547-560.

Harrison, M. S. J. (1984). Comparison of rainfall time series over South Africa generated from real data and through principal component analysis. *Int. J. Climatol.*,4(5), 561-564.

Harrison, (1986). A synoptic climatology of South African rainfall variations. PhDThesis, University of Witwaterrand, South Africa.

Hastenrath, S., (1985). *Climate and Circulation of the Tropics*. D. Reidel Publishing Co.Dordrecht Holland, 455 pp.

Hastenrath, S., and Greischar, L. (1993). Circulation mechanisms related to northeast Brazil rainfall anomalies. *J. Geophys. Res.:Atmospheres (1984–2012)*, 98(D3), 5093-5102.

Hastenrath, S. (1995). Recent advances in tropical climate prediction. *J. Climate*,8(6), 1519-1532.

Heimann, D. (1986). Estimation of regional surface layer wind field characteristics using a three-layer mesoscale model. *Beitraege zur Physik der Atmosphaere*, 59, 518-537

Hoerling, M., Hurrell, J., Eischeid, J., and Phillips, A. (2006). Detection and attribution of twentieth-century northern and southern African rainfall change. *J. Climate*,19(16), 3989-4008.

Holton, J. R., and Lindzen, R. S. (1972). An updated theory for the quasi-biennial cycle of the tropical stratosphere. *J. Atmos. Sciences*,29(6), 1076-1080.

Horel, J. D., and Wallace, J. M. (1981). Planetary-scale atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*,109(4), 813-829.

Jolliffe I.T.(1986) *Principal Component Analysis*, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p. 28. ISBN 978-0-387-95442-4

Joly, M., A. Voldoire (2009): Influence of ENSO on the West African Monsoon: Temporal Aspects and Atmospheric Processes. *J. Climate*,22, 3193–3210.doi: <http://dx.doi.org/10.1175/2008JCLI2450.1>

Janowiak, J. E. (1988). An investigation of interannual rainfall variability in Africa. *J. Climate*,1(3), 240-255.

Jury, M. et al., (1992). Spatial structure and interannual variability of summer convection over southern Africa and the SW Indian Ocean. *S. Afr. J. Sci.*. 88, 275-280.

Jury, M. R., Pathack, B., and Waliser, D. (1993). Satellite OLR and microwave data as a proxy for summer rainfall over sub-equatorial Africa and adjacent oceans. *Int. J. Climatol.*,13(3), 257-269

Jury, M. R., Valentine, H. R., and Lutjeharms, J. R. (1993). Influence of the Agulhas Current on summer rainfall along the southeast coast of South Africa. *J. App. Meteorol.*,32(7), 1282-1287.

Jury, M. R. (1994). A thermal front within the marine atmospheric boundary layer over the Agulhas Current south of Africa: Composite aircraft observations. *J. Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*, 99(C2), 3297-3304

Jury, M. R., Mc Queen, C., and Levey, K. (1994). SOI and QBO signals in the African region. *Theor. App. Clim.*,50(1-2), 103-115

Jury, M. R. (1996). Regional teleconnection patterns associated with summer rainfall over South Africa, Namibia and Zimbabwe. *Int. J. Climatol.*,16(2), 135-153.

Jury, M. R., Pathack, B., Rautenbach, C. D. W., and Vanheerden, J. (1996). Drought over South Africa and Indian Ocean SST: statistical and GCM results. *The Global atmosphere and ocean system*,4(1), 47-63.

Jury, M. R. (1997). Inter-annual climate modes over southern Africa from satellite cloud OLR 1975–1994. *Theor. App. Clim*, 57(3-4), 155-163.

Jury, M. R., Enfield, D. B., and Mélice, J. L. (2002). Tropical monsoons around Africa: Stability of El Niño–Southern Oscillation associations and links with continental climate. *J. of Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*,107(C10), 15-1.

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., ... and Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Met. Soc.*,77(3), 437-471

Kim, J. W., Chang, J. T., Baker, N. L., Wilks, D. S., and Gates, W. L. (1984). The statistical problem of climate inversion- Determination of the relationship between local and large-scale climate. *Mon. Wea. Rev.*,112(10), 2069-2077.

Klein, W. H. (1983). Objective specification of monthly mean surface temperature from mean 700 mb heights in winter. *Mon. Wea. Rev.*,111(4), 674-691.

Klein, W. H. (1982). Statistical weather forecasting on different time scales. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 63, 170-177

Klein, W. H., and Bloom, H. J. (1989). An operational system for specifying monthly precipitation amounts over the United States from the field of concurrent mean 700-mb heights. *Weather and forecasting*, 4(1), 51-60

Klein, W. H., and Glahn, H. R. (1974). Forecasting local weather by means of model output statistics. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 55(10), 1217-1227

Köppen, W. P. (1936). *Das geographische system der klimate*. Gebrüder Borntraeger

Kostianoy, A. G., and Lutjeharms, J. R. E. (1999). Atmospheric effects in the Angola-Benguela frontal zone. *J. Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*, 104(C9), 20963-20970

Kuderski, L.A. 1962. Ī faune polihet Belogo Morja. *Zool. Zh.* Š 41 (4): 629-631.

Kuderskiy, S. k. and V. D. Strogalev, 1973. The Angola Current in the tropical zone of the SE Atlantic Ocean. *Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 51, 5-13.

Landman, W. A., and Mason, S. J. (1999). Change in the association between Indian Ocean sea-surface temperatures and summer rainfall over South Africa and Namibia. *Int. J. Climatol.*, 19(13), 1477-1492

Lass, H. U., Schmidt, M., Mohrholz, V., and Nausch, G. (2000). Hydrographic and current measurements in the area of the Angola-Benguela front. *J. Phys. oceanography*, 30(10), 2589-2609.

Lee-Thorp, A. M., Rouault, M., and Lutjeharms, J. R. E. (1999). Moisture uptake in the boundary layer above the Agulhas Current: A case study. *J. Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*, 104(C1), 1423-1430.

Legates, D. R., 1989, *A High-Resolution Climatology of Gauge-Corrected Global Precipitation*. In *Precipitation Measurement*, B. Sevruk (ed.), Proceedings of the

WMO/IAHS/ETH International Workshop on Precipitation Measurement, St. Moritz, Switzerland, Dec. 3-7, Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, pp. 519-526.

Legates, D. R., and Willmott, C. J. (1990). Mean seasonal and spatial variability in gauge-corrected, global precipitation. *Int. J. Climatol.*,10(2), 111-127

Lindzen, R. S., and Holton, J. R. (1968). A theory of the quasi-biennial oscillation. *J. Atmos. Sci.*,25(6), 1095-1107

Losada T., B. Rodríguez-Fonseca, E. Mohino, J. Bader, S. Janicot and C.R. Mechoso (2012). Tropical SST and Sahel rainfall: A non-stationary relationship , *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 39, L12705, doi:10.1029/2012GL052423

Lutjeharms, J. R. E., Mey, R. D., and Hunter, I. T. (1986). Cloud lines over the Agulhas Current. *S. Afr. J. Sci.*, 82(11), 635-640.

Mason, S. J., (1992). Sea Surface Temperatures and South African rainfall variability, Ph D Thesis, Geogr Dept. Univ. Wits, Johannesburg, 235 pp.

Mason, S. J., Lindesay, J. A., and Tyson, P. D. (1994). Simulating drought in southern Africa using sea surface temperature variations. *WATER SA-PRETORIA*-, 20, 15-15.

Mason, S. J.,(1995). Sea surface temperature - South African rainfall associations, 1910- 1989, *Int. J. Climatol.*, 15, 119-135.

Matano, R. P., Simionato, C. G., De Ruijter, W. P., Van Leeuwen, P. J., Strub, P. T., Chelton, D. B., and Schlax, M. G. (1998). Seasonal variability in the Agulhas Retroflection region. *Geophys.Res. Lett.*,25(23), 4361-4364

Mazeika, P. A. (1967). Thermal domes in the eastern tropical Atlantic Ocean. *Limnology and Oceanography*, 12(3), 537-539.

McClain, C. R., and Firestone, J. (1993). An investigation of Ekman upwelling in the North Atlantic. *J. Geophys. Res.: Oceans (1978–2012)*,98(C7), 12327-12339.

McGregor, G. R., and Nieuwolt, S. (1998). *Tropical climatology: an introduction to the climates of the low latitudes* (No. Ed. 2). John Wiley and Sons Ltd

Meehl, G. A., Tebaldi, C., Teng, H., and Peterson, T. C. (2007). Current and future US weather extremes and El Niño. *Geophys. Res. Lett.*, 34(20).

Mohino E., B. Rodriguez-Fonseca, T. Losada, S. Gervois, S. Janicot, J. Bader, P. Ruti and F. Chauvin (2011). Changes in the interannual SST-forced signals on West African rainfall. AGCM intercomparison. *Clim. Dyn.*, Vol. 37, 1707-1725, DOI: 10.1007/s00328-011-1093-2

Mohino, E., B. Rodriguez-Fonseca, C.R. Mechoso, S. Gervois, P. Ruti and F. Chauvin (2011). Impacts of the Tropical Pacific/Indian Oceans on the Seasonal Cycle of the West African Monsoon. *J. Climate*, Vol. 24, 3878-3891. DOI: 10.1175/2011JCLI3988.1

Moroshkin, K. V., Bubnov, V. A., and Bulatov, R. P. (1970). Water circulation in the eastern South Atlantic Ocean. *Oceanology*, 10 (1), pp 27-34, 1970. 8 p, 4 fig, 13 ref

Nassor, A., y Jury, M. S., (1997). Intraseasonal climate variability of Madagascar. Part 2. Evolution of flood events. *Meteorology and Atmospheric Physics* , 64, 243-254.

Neter, J., Wasserman, W., & Kutner, M. H. (1990). Regression, analysis of variance, and experimental designs. *Applied Linear Statistical Models*. J. Neter, W. Wasserman, and MH Kutner, ed. Irwin Pub., Homewood, IL, 1035-1066.

Nicholson, S. E., (1979). Revised rainfall series for the West African subtropics. *Mon. Wea. Rev.*, 107, 620-623.

Nicholson, S. E. y Entekhabi, D., (1987) Rainfall variability in Equatorial and southern Africa: Relationships with sea surface temperatures along the southwestern coast of Africa, *J. Clim. and App. Meteorol.*, vol. 26, NO. 5, 561-577.

Nicholson, S. E. y J. Kim, (1997). The Relationship of the El Niño-Southern oscillation to African rainfall, *Int. J. Climatol.*, vol.17, 117-135.

Nicholson, S. E. y Selato, J. C., (2000). The influence of la Niña on African rainfall. *Int. J. Climatol.* 20: 1761-1776.

Nicholson, S. E., D. Leposo, J. Grist, (2001): The Relationship between El Niño and Drought over Botswana. *J. Climate*, 14, 323–335. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442>

Nicholson, S. E., (2001). A semi-quantitative, regional precipitation data set for studying African climates of the nineteenth century, Part I. Overview of the data set, *Climatic Change* 50, 317-353.

Nicholson, S.E. and Amin K.D. (2013). The Relationship of rainfall variability in the Western Equatorial Africa to the Tropical oceans and Atmospheric Circulation. Part I: The Boreal Spring. *J. Climate*, 26, 45---65. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00653.1>

O'Toole, M.J. (1980). Seasonal distribution of temperature and salinity in the surface waters off south west Africa, 1972-1974. *Investigational Report South Africa Sea Fisheries Institute*, 121, 1-25.

Parker, B. A., and Jury, M. R. (1999). Synoptic environment of composite tropical cyclones in the South-West Indian Ocean. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 21(1), 99-115

Pathack, B. M. R., 1993: *Modulation of South African summer rainfall by global climatic processes*. Ph.D. thesis, University of Cape Town, 214 pp.

Peixoto, J. P. (1987). O Sistema Climático e as Bases Físicas do Clima. Gabinete de Estudos e Planeamento da Administração do Território SEARN_MPAT. Lisboa, pp.187.

Peña, D., (1995). *Estadística. Modelos y métodos. Part 2: Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Texto 5. Alianza Editorial, S. A. Madrid, España.

Peterson, R.G. y L. Stramma, (1991). Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography*, 26, 1-73.

Philippon, N., Rouault, M., Richard, Y., and Favre, A. (2012). The influence of ENSO on winter rainfall in South Africa. *Int. Climatol.*, 32(15), 2333-2347.

Polo, I. B. Rodríguez-Fonseca, T. Losada, J. García-Serrano. (2008) Tropical Atlantic Variability Modes (1979–2002). Part I: Time-Evolving SST Modes Related to West African Rainfall. *J. Climate* 21:24, 6457-6475

Preisendorfer, R. W. (1988). *Principal component analysis in meteorology and oceanography* (Vol. 17). C. D. Mobley (Ed.). Amsterdam: Elsevier.

Queiroz, D. (1955). *O Clima de Angola*. Serviço Meteorológico de Angola. Luanda - Angola.

Reason, C. J. C. y J. R. Lutjeharms, (1998). Variability of the south Indian Ocean and implications for southern African rainfall, *S. Afr. J. Sci.*, 94, 115-123.

Reason, C. J. y H. Mulenga, (1999). Relationships between South African rainfall and SST anomalies in the South West Indian Ocean , *Int. J. Climatol.*, 19, 1651-1673.

Reed, R. J., Campbell, W. J., Rasmussen, L. A., and Rogers, D. G. (1961). Evidence of a downward propagating, annual wind reversal in the equatorial stratosphere. *J. Geophys. Res.*, 66(3), 813-818.

Reed, R. J. y Rogers, D. G., (1962). The circulation of the tropical stratosphere in the years 1954-1960. *J. Atmos. Sci.* 19, 127-135.

Reed, R. J., (1965) The quasi-biennial oscillation of the atmosphere between 30 and 50 km over Ascension Island. *J. Atmos. Sci.*, 22, 331-333.

Richter, I., Behera, S. K., Masumoto, Y., Taguchi, B., Komori, N., and Yamagata, T. (2010). On the triggering of Benguela Niños: Remote equatorial versus local influences. *Geophys. Res. Lett.*, 37(20).

Rocha, A. y I. Simmonds, (1997). Interannual variability of Southeastern African summer rainfall. Part I: Relationships with air-sea interaction. *Int. J. Climatol.* 17, 235-236.

Rodríguez-Fonseca, 2001: Relación entre el régimen anómalo de precipitación en la Península Ibérica y la variabilidad de baja frecuencia del sistema climático. PhD Thesis.Universidad Complutense de Madrid.

Rodríguez-Fonseca, B. y J. A. Xavier,(2009). Angola rainfall reconstruction and rainfall variability during the war period: 1979-2003. *Física de la Tierra*, Vol. 21, 2009. U.C.M

Rodríguez-Fonseca, B., Janicot, S., Mohino, E., Losada, T., Bader, J., Caminade, C., ... and Voltaire, A. (2011). Interannual and decadal SST forced responses of the West African monsoon. *Atmos. Sci. Lett.*,12(1), 67-74.

Rodríguez-Fonseca B., Polo I., García-Serrano J., Losada T.,Mohino E., Mechoso C.R. and Kucharski F., (2009): Are Atlantic Niños enhancing Pacific ENSO events in recent decades? *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 36, L20705. DOI:10.1029/2009GL040048

Ropelewski, C. F., M. S. Halpert (1987). Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*,115, 1606–1626. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/1520-0493>

Ropelewski, C. F., y M. S. Halpert, (1989). Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation, *J. Climate*, 2, 268-284.

Rouault, M., Florenchie, P., Fauchereau, N., and Reason, C. J. (2003). South East tropical Atlantic warm events and southern African rainfall. *Geophys. Res. Lett.*30(5).

Rouault, M. Rocha A. y I. Simmonds, (1997). Interannual variability of Southeastern African summer rainfall, Part I: Relationships with air-sea interaction. *Inter. J. Climatol.*. 17, 235-236.

de Ruijter, W. P., Ridderinkhof, H., Lutjeharms, J. R., Schouten, M. W., and Veth, C. (2002). Observations of the flow in the Mozambique Channel. *Geophys. Res. Lett.*29(10), 1502.

Schonher, T., y S. E. Nicholson, (1989). The relationship between California rainfall and ENSO events. *J. Climate*, 2, 1258-1269.

Schulze, R., Meigh, J., and Horan, M. (2001). Present and potential future vulnerability of eastern and southern Africa's hydrology and water resources. *S. Afr. J. Sci.*97(3), 150-160.

Seager, R., Kushnir, Y., Chang, P., Naik, N., Miller, J., and Hazeleger, W. (2001). Looking for the Role of the Ocean in Tropical Atlantic Decadal Climate Variability. *J. Climate*, 14(5), 638-655.

Shannon, L. V., Agenbag, J. J. and Buys, M. E. L. (1987). Large-and mesoscale features of the Angola-Benguela front. *South African, J. Mar. Sci.*,5(1), 11-34.

Signorini, S. R., Murtugudde, R. G., McClain, C. R., Christian, J. R., Picaut, J., and Busalacchi, A. J. (1999). Biological and physical signatures in the tropical and subtropical Atlantic. *J. Geophys. Res.: Oceans* (1978–2012),104(C8), 18367-18382.

Stokes, S., Thomas, D. S., and Washington, R. (1997). Multiple episodes of aridity in southern Africa since the last interglacial period. *Nature*, 388(6638), 154-158.

Von Storch. et al., (1993). Downscaling of global climate change estimates to regional scales: An application to Iberian rainfall in wintertime. *J. Climate*, 6:1161-1171.

von Storch, H., and Navarra, A. (1999). *Analysis of climate variability: applications of statistical techniques*. Springer Verlag.

Von Storch, Hans y Francis W. Zwiers (2001). *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press. UK.

Stramma, L. y J. R. E. Lutjeharms, (1997). The flow field of the subtropical gyre in the South Indian Ocean. *J. Geophys. Res.*, 102, 5513-5530.

Tarakanov, G. G., (1982). *Tropical Meteorology*. Mir Publishers. Moscow, pp. 207.

Terjung, W. H., Liverman, D. M., and Hayes, J. T. (1984). Climatic change and water requirements for grain corn in the North American Great Plains. *Climatic Change*, 6(2), 193-220.

Terray, P., (1994). An evolution of climatological data in the Indian Ocean area. *J. Met. Soc. Japan*, 72, 359-386.

Tondel, F., and Essam, T. M. (2011). Impact of El Niño on Staple Food Prices in East and Southern Africa. In *2011 Annual Meeting, July 24-26, 2011, Pittsburgh, Pennsylvania* (No. 103960). Agricultural and Applied Economics Association.

Tourre, Y. M., y W. B. White, (1995). ENSO signals in global upper-ocean temperature. *J. Phys. Oceanogr.*, 25, 1317-1332.

Trenberth, K., (1990). Recent observed interdecadal climate changes in the northern hemisphere. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 71, 9888-993.

Trenberth, K. E. y T. J. Hoar, (1996). The 1990-1995 El Niño-Southern Oscillation event: longest on record, *Geophys. Res. Lett.* 23 (1), 57-60.

Tyson, P. D. (1986). *Climatic change and variability in southern Africa*. Oxford. University Press, Cape Town, 200 pp.

Uppala, S. M., Kållberg, P. W., Simmons, A. J., Andrae, U., Bechtold, V., Fiorino, M., ... and Woollen, J. (2005). The ERA40 reanalysis. *Q. J. R. Met. Soc.*, 131(612), 2961-3012.

del Valle Repossi, P., and Canziani, P. O. (2009). Detección y estudio de las perturbaciones generadas en la atmósfera por los eventos “El Niño Benguela”. *Revista de Climatología*, 9.

Veryard, R. G. and R. A. Ebdon, (1961). Fluctuations in tropical stratosphere winds. *Meteorol. Mag.*, 90:125-143.

Wagner, R. C. y A. da Silva (1994). Surface conditions associated with anomalous rainfall in the Guinea coastal region. *Int. J. Climatol.*, 14, 179-199.

Walker, S. G. T. (1924). Correlation in Seasonal Variations of Weather, IX: *Further Study of World-weather*. Meteorological Office.

Walker, N. D. (1989). *Sea surface temperature-rainfall relationships and associated ocean atmosphere coupling mechanisms in the southern African region*. PhD. Thesis. University of Cape Town, pp. 171

Walker, N. D. y Lindsay J. A. (1989). Preliminary observations of oceanic influences on the February-March 1988 floods in Central South Africa, *S. Afr. J. Sci.*, 85, 164-169.

Walker, N. D. (1990). Links between South African summer rainfall and temperature variability of the Agulhas and Benguela current systems. *J. Geophys. Res.*, 95, 3297-3319.

Wallace, J. M., & Gutzler, D. S. (1981). Téléconnexions in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109(2), 784-812.

Wallace, J. M. y Hobes, P. V. (1977). *Atmospheric Science: An introductory survey*. Academic Press, New York. 467 pp.

Wallace, J. M. (1973). General circulation of the tropical lower stratosphere. *Reviews of Geophysics*, 11(2), 191-222.

Wang, B., (1995). Interdecadal changes in El Niño onset in the last four decades. *J. Climate*, 8, 267-285.

Weber, Silveira R.,(1968). Estudo das chuvas em Angola em Dezembro de 1967, MEM 64. Serviço Meteorológico de Angola, *S. Afr. J. Sci.*, 22, 71-79

Webster, P. J., (1981). Mechanisms determining the atmospheric response to sea surface temperature anomalies. *J. Atmos. Sci.*, 38, 554-571.

Wedepohl, P. M. (2012). *Aspects of the surface currents in the South Indian and South Atlantic oceans from ships' drift* (Doctoral dissertation).

Wilby, R. L., Charles, S. P., Zorita, E., Timbal, B., Whetton, P., & Mearns, L. O. (2004). Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. *IPCC task group on data and scenario support for impacts and climate analysis*.

Wilk, J. (2006). Estimating rainfall and water balance over the Okavango River basin for hydrological applications. *Journal of Hydrology* (2006) 331, 18-19.

Wilks, D. S. (2006). *Statistical Methods in the Atmospheric Scenarios*. Second Edition, 627 pp, Elsevier. Academic Press, USA.

World Meteorological Organization (1998): WMO statement on the status of the global climate in 1997. Annual, Geneva, Switzerland, WMO/TD 877, 12 pp. *Climate*, 8, 149-172.

Xavier, J. A. et al., 2003. Reconstructing a monthly precipitation data set of Angola. Proceedings del 3º Simposio de Meteorologia e Geofísica da APMG. (Aveiro, Portugal).

Xie, P. and P.A. Arkin, (1997): Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2539– 2558

Zebiak, S. E. (1993). Air-sea interaction in the equatorial Atlantic region, *J. Climate.*, 6, 1567-158

.

.

Anexo-I: Acrónimos y abreviaciones

ABFZ: Angola-Benguela Frontal Zone

ABFZSST: Temperatura de la superficie del mar de la región del frente de Angola-Benguela

ABFZSSTA: Temperatura Anómala de la superficie del mar de la región del frente de Angola-Benguela

ADSST: Índice de la Dorsal de Angola

ADSSTA: Índice Anómalo de la Dorsal de Angola

CAB: Congo Air Boundary

CAGUSST: Índice de la Corriente Cálida de Agulhas

CAGUSSTA: Índice Anómalo de la Corriente Cálida de Agulhas

CANGSST: Índice de la Corriente Cálida de Angola

CANGSSTA: Índice Anómalo de la Corriente Cálida de Angola

CBSST: Índice de la Corriente Fría de Benguela

CBSSTA: Índice Anómalo de la Corriente Fría de Benguela

CEISSTA: Índice Anómalo del Océano Índico Ecuatorial Central

COADS: Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set

DEF: Diciembre-Enero-Febrero

E: East

ECAU: Central Equatorial Atlantic

ECMWF: European Center for Medium Range Weather Forecast

EE.UU.: Estados Unidos de América

ENSO: El Niño-Southern Oscillation

EOFs: Empirical Orthogonal Functions

ERA: European Center for Medium Range Weather Forecast Re-Analysis

GCMs: General Circulation Models

HR: Humedad Relativa

LW: Legates and Willmott

MAM: Marzo-Abril-Mayo

MOS: Model Output Statistics

NCAR: National Center for Atmospheric Research

NCEP: National Centers for Environmental Prediction

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

NW: North-West

OIS: Índice de la Oscilación del Índico Sur

OND: Octubre-Noviembre-Diciembre

PCA: Principal Component Analysis

Pcp: Principal Component

PNB: Producto Nacional Bruto

PP: Prognosis Perfecta

PTLW: Precipitación de la base de Legates y Willmot

QBO: Quasi Biennial Oscillation

SAA: South Atlantic Anticyclone

SE: South-East

SLP: Sea Level Pressure

SO: Southern Oscillation

SOI: Southern Oscillation Index

SON: Septiembre-Octubre-Noviembre

SONDEFMAM: Septiembre-Octubre-Noviembre-Diciembre-Enero-Febrero-Marzo-Abril-Mayo

SST: Sea Surface Temperature/Skin Surface Temperature

SW: South-West

T: Temperatura del aire

T2: Temperatura del aire a 2 metros

TPLW: Temperatura del aire de la base de Legates y Willmot

TSA: Índice del Atlántico Sur Tropical

TSM: Temperatura Superficial del Mar

TTT: Índice de las depresiones Tropicales de Temperatura

U: Velocidad del viento zonal

V: Velocidad del viento meridional

VE: Variación Explicada

VNE: Variación No Explicada

VT: Variación Total

W: Velocidad vertical

WMO: World Meteorological Organization

Z: Altura geopotencial

ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical

APÉNDICE I PUBLICACIONES

ABSTRACT

The Republic of Angola has a dramatic lack of in situ precipitation and temperature data since 1979 up to 2003 due to a civil war. Due to this fact, there are only a few and old studies about the climate of the region being the improvement of the state of the Art of the rainfall climatology and its variability, a hot point for the understanding of the tropical climate. The period without data occurs after the *climate shift* of the 70's, for which important changes in the global climate have been documented. For all these reasons, the reconstruction of the Angola precipitation timeseries is of great interest. Using the commonly used methodology of statistical downscaling, the 1979- 2003 rainfall timeseries have been reconstructed for the rainy season, taking into account the available atmospheric information from the NCEP reanalysis and documented teleconnection indices with an important influence in Southern African continent. Also, new indices have been calculated on the basis of the teleconnections established with the available data and the analysis of the work done by other authors. The variability of the reconstructed precipitation has been characterized by calculating the principal modes of the anomalous rainfall and a comparison with a satellite-based rainfall data set has been also performed. The information obtained in this study is very useful and adds new insight for the improvement of the knowledge of the Angola climatology and its variability.

Key words: Angola rainfall; South African climate variability; Southern Atlantic variability; Tropical Atlantic variability; reconstruction of rainfall time series; statistical downscaling

SUMMARY: 1. Introduction. 2. Data and Methodology. 3. Results. 4. Conclusions. 5. Acknowledgements. 6. References

1. INTRODUCTION

The republic of Angola is sited in the south Atlantic tropical region, a feature that makes its study of high interest. Tropical climate effects go further the limits of their frontiers. The tropical radiation budget and the resultant humidity and temperature conditions are the big engine of the General Circulation of the atmosphere. For this reason the knowledge of the tropical climate and its variability is crucial for the understanding of the global climate variability.

The climate of Angola varies from the northern region (Cabinda), with a tropical climate, to the southern region, characterized by almost desert conditions (Namibe). The country is influenced by the Santa Helena Subtropical high and the ITCZ, and nearby an area of high oceanic variability. The Angola-Benguela upwelling region is the focus of a big number of studies about the tropical Atlantic Variability, because it is the source of the so-called Benguela Niños (Florenchie et al., 2003) and it has been recently pointed out as the origin of the so called Atlantic Niño (Zebiak, 1993; Polo et al., 2008). In this way, minimum precipitation amounts take place in the western part of the southern continent, close to the Desert of Namibe, due to the presence of this coastal upwelling.

Also, remotes influences from the Indian and Pacific oceans have been documented in the region (Fauchereau et al., 2003) and Ropelewski and Halpert (1987; 1989) pointed to a positive correlation between the meridional African rainfall and the Southern Oscillation.

Also, the nearby location of the warm Agulhas current illustrates the higher amounts of precipitation in other coastal regions (Jury et al., 2002) and the generation of extended cumulus directly over it.

The southern Atlantic climate variability is one of the regions with strongest biases in the seasonal prediction models. This variability is determined, among others, by the position of the ITCZ, the Santa Helena High and the anomalous SST conditions. Due to the location of the Angola region, the knowledge of the rainy season and its variability along the observational period is determinant to give insights to the understanding of the coupled system and thus, the improvement of the seasonal prediction system.

The current rainfall databases over regular grids are based *in situ* data and, for this reason, they are not reliable in those regions with no available data.

Nevertheless, Angola has suffered a dramatic Civil War which began after the end of the war for independence from Portugal in 1975 and continued up to 2002. During this time, most of the *in situ* rainfall information disappeared, with just a few records of observed precipitation.

This is the case of Angola and, for this reason there is a need of data reconstruction over it. Nevertheless, this work does not try to reconstruct the observed precipitation record but yes the seasonal evolution of the rainfall in Angola variability during the rainy season in the war period on the basis of the available data.

The tropical countries host most of the poor populations in the world, in which most of the economy is based on the agriculture. With the new database, a new perspective of the climate variability of the region can be determined and new insights in the study of the seasonal predictability of this under-developed country.

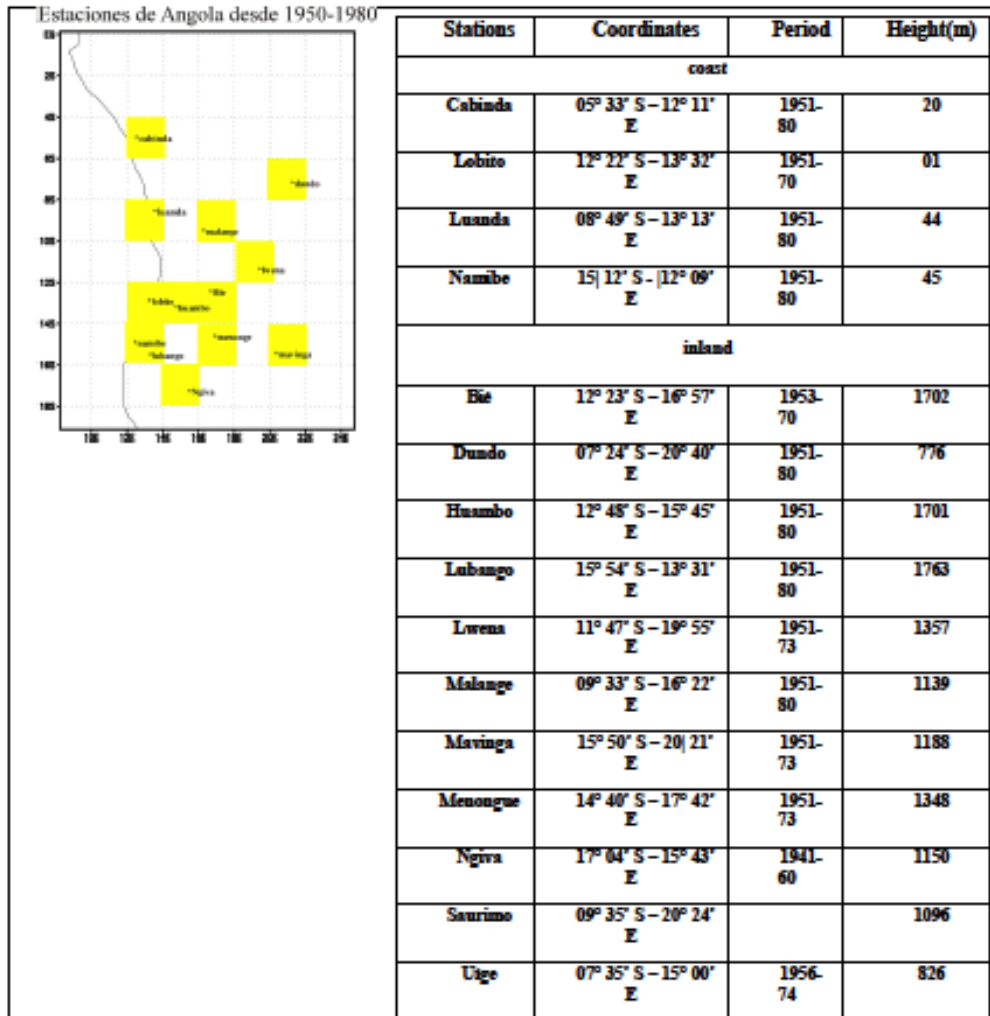


Figure 1: Location of the Angola stations used in the study. Table 1 indicates the *in situ* precipitation and temperature stations together with the location and the availability of data

In the next section, the data used in the analysis and the teleconnection indices, both known and designed for this experiment, are described. Next, after a brief description of the Methodology, the reconstructed time series will be shown together with the analysis of the predictors used. Finally, the variability patterns of the precipitation, obtained with different databases and the reconstructed time series, are described.

2. DATA AND METHODOLOGY

In this study, observed data of monthly mean precipitation in the 15 stations from the Angola Meteorological Service with longer available timeseries are used, as it can be seen in Table 1. These rainfall data compose the dependent variable of the statistical multivariate regression model that we will develop in order to have an algorithm to reconstruct the rainfall variability in each of the Angola rainfall station.

As independent variables, the predictors used will be:

1. Monthly means of atmospheric fields from the NCEP reanalysis (Kalnay et al., 1996), as summarized in Table 2.
2. Historical data of SST from the NCEP/Reynolds data base (Table 2).
3. Historical data of rainfall and temperature from the University of Delaware (Legates, 1989) database (see Table 2).

The different tasks involved in this study, in order to design an optimal reconstruction, were:

- Determination of the model predictors.
- Development of the statistical model.

In this way, for each of the 15 *in situ* stations, the timeseries of the different atmospheric variables (from NCEP reanalysis, see Table 2) for the 4 gridpoints surrounded each of the stations are taken as independent variables. Also, different atmospheric and oceanic indices, dynamically associated with the Angola rainfall or with the southern African region, are also included as independent variables or predictors (see Table 2). These predictors are related to remote teleconnections as El Niño, but also with the local variability as the Angola-Benguela upwelling system and the southern Atlantic ocean (Rouault et al., 2003).

Also, calculating composite maps of different atmospheric and oceanic variables, for high and low rainfall anomaly episodes, different new indices were also defined (see Table 2).

The methodology is based on the "Model Output statistics" (MOS) technique, although in this case we use reanalysis data and not seasonal predictions coming from a model. This is an statistical downscaling technique that requires the use of regression models with more than one factor (Klein and Bloom, 1989) in a way that there is an equation for each of the timeseries reconstructed (one per station) on the basis of the designed predictors (see Table 2). Hence, we create a stepwise regression model, including also the Analysis of Variance, the analysis of the dispersion, the correlation, and the statistical significance (for more further information, please refer to the PhD Thesis of Joaquim Adolfo Xavier).

3. RESULTS

3.1 Application of the Model

The definition of the main predictors with a potential role in the understanding of the Angola rainfall has been a hard task which would constitute the focus of a

longer paper. These predictors appears as the result of a deep study of the atmospheric and oceanic predictors obtained with the available data, and also with the inclusion of those obtained by other authors when studying surrounded areas or the entire South Atlantic climate variability. As the main goal of this paper is to summarize the main conclusions about the reconstruction of the Angola rainfall and its variability in the war period, in Table 2 we have just summarized these indices and its definition in case of being defined as the first time.

Once the predictors are defined, a stepwise regression is performed for the period with available data in each of the stations, leaving 10 years of data out of the model for validation. In Fig. 2, the modelled precipitation together with the observed one, for the period with available data, is shown together with a summary of the main predictors used in the model and the correlation coefficient score obtained between the observed data and those simulated with the regression model. The r-squared coefficient gives a measure of the explained variance, so we have selected those stations explaining more that the 40% of the variance.

As it can be inferred from Fig. 2, for some of the stations, the regression model needs the use of remote teleconnection indices, as Huambo, Lobito, Uige and Lubango; which are stations sited in the southern part of the country, under the influence of the Santa Helena Anticyclone. These stations need the inclusion of *El Niño* when performing the stepwise model. The relation between the Santa Helena Anticyclone and *El Niño* has been reported by several authors and its impact in recent decades has increased. The rainfall in the southern part of the country depends of the position of the ITCZ, which determines the rainy season. For this reason, the analysis of the predictors associated to the rainfall for those stations is also important for the improvement of the seasonal forecast of the country, which economy is based on the agriculture.

Other stations need the inclusion of more local phenomenon, as the Agulhas current (Menongue and Huambo and Lubango) and of some atmospheric phenomena in lower tropospheric levels but also in upper levels.

In general the regression model fits the observational record in those stations located in the southern part of the country.

The next step is to validate the model applying it for the 10 years of available observations that we have left out of the analysis. The correlation between the model and the observations (not shown) is good in all the stations shown in Fig. 2, and for these stations, we have made the reconstruction (not shown). For more information, please refer to Joaquim Adolfo Xavier PhD Thesis (Xavier, 2010).

In the next section, the rainfall variability pattern calculated with different databases (NCEP precipitation and Legated and Willmot precipitation) for the observational period, and also with the in situ stations, is described and compared with those patterns obtained with the reconstructed data and the CMAP data set, based on satellite data (Xie and Arkin, 1997)

3.2 Variability of the Rainy Season

Applying the Principal component analysis (PCA) to the rainy season anomalous rainfall (from October to March), the leading spatial pattern, accounting for about

20% of the variability, points out to a one-signed structure with maximum values over the mountainous region of the central Angola (Fig. 3). The pattern resembles the climatological mean pattern and the appearance of a monopolar pattern reflects the influence of a global scale phenomenon with does not care about local features. This mode is related to a strong gradient of sea surface temperature between the tropical Atlantic and Indian Ocean (not shown). Using the available observations from the 15 mentioned stations, the resultant leading mode coincides with that obtained with the Legates and Willmot and the NCEP databases.

Local atmospheric predictors	<p><u>Atmospheric variables used (in pressure levels):</u> Relative humidity (H); Geopotential height (Z); Aire temperaturer (T); Meridional wind speed (v); Zonal wind speed (u); Vertical wind speed (w) Levels 925 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 300hPa, 200 hPa, 100 hPa <u>Variables at the surface:</u> Sea level Pressure (SLP); 2 m temperature (T2) Data base:NCEP-reanalysis Period: 1948-2000; Resolution: 2.5x 2.5</p>
Observed rainfall and temperature	Legates and Willmott database Period: 1950 a 1996; Resolution: 2.5x 2.5
Local oceanic predictors	COADS SST.Period: 1950 a 1998; Resolution: 2x 2
Remote predictors	El Niño indices (regions 1-2,3,4 y 3-4), Southern Oscillation index (SO), Quasi-bienal Oscillation (QBO), Atlantic Niño index Period: 1950-2003
Designed indices from composite maps	<p>Dundo- South Atlantic = $-3.0z500(37^{\circ}S, 10^{\circ}E) + 3.0z500(13^{\circ}S, 20^{\circ}E)$ in SONDEFMAM Bie- Indian = $1.8z500(15^{\circ}S, 20^{\circ}E) - 3.0z500(27^{\circ}S, 40^{\circ}E)$ in SONDEFMAM Bié- South Atlantic = $1.8z500(15^{\circ}S, 20^{\circ}E) - 6.6z500(35^{\circ}S, 8^{\circ}W)$ in SONDEFMAM Mavinga-Indian = $-5.4th(17^{\circ}S, 12^{\circ}E)+6.6th(30^{\circ}S, 40^{\circ}E)$ in SONDEFMAM Agulhas current-Lwena = $-4.2z850(28^{\circ}S, 28^{\circ}E) + 1.8z850(10^{\circ}S, 20^{\circ}E)$ in SONDEFMAM Data base: the indices have been calculated with the NCEP reanalysis</p>
Designed indices from referenced studies	<p>Oceanic indices Equatorial Indian ocean (CEI); Warm Angola Current(SST [10°E-14°E,9°-16°S]); Cold Benguela Current(SST [24° S-30° S,10° E-17° E]); Warm Agulhas current (SST [27° S-40° S , 12° E-27° E]); Angola-Benguela frontal zone (ABFZ);[4.5° S-18.5° S, 10 ° E]; Tropical South Atlantic (TSA-1, TSA-2 y TSA-3). SST [0-20° S,30° W-10° E] and [5° W-5° E,10° S-20° S] and [10° W-10° E,10° S- 30° S] respectively. Data base: the indices have been calculated with the COADS data.</p>
	<p>Atmospheric indices: South Atlantic Ancyclone1 (SAA-1) SLP (30° S, 10° W) South Atlantic Ancyclone 2 (SAA-2) SLP (30° S, 10° W) – SLP (10° S, 30° E) Tropical Temperature Throughs (TTT) Z850 (35°S, 0°E)-Z850(45°S, 25°E) ITCZ: index of the latitude for which the meridional wind is null between 0° and 20°S Central Equatorial Atlantic (ECAU) Z200 hPa (5°N-10°S, 35°W-5°W) South Indian Osillation index-1(OIS-1) SLP (55°E, 33°S)-SLP(55° E, 6°S) Data base: the indices have been calculated with the NCEP reanalysis</p>

Table 2: Summary of the main indices used as predictors of the multivariate regression model used to reconstruct the seasonal rainfall in Angola during the war period. For further information, please refer to the PhD Thesis of Joaquim Adolfo Xavier.

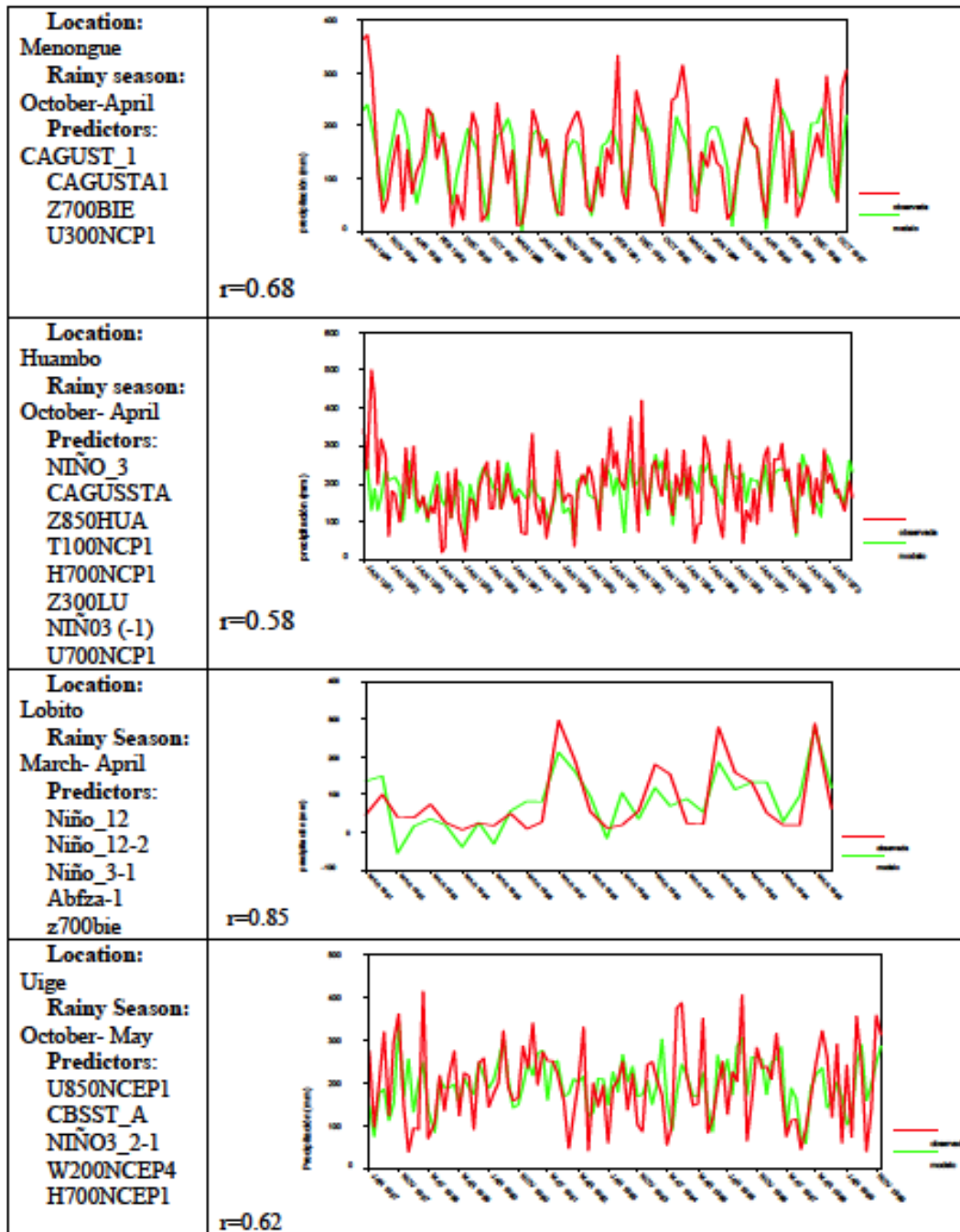
The second EOF (15%) has a dipolar structure with opposite behavior in the NW and the SE regions. This dipolar structure reflects the presence of local effects acting taking into account the orography of the region. In this case, the spatial structure obtained with the observations differs from the corresponding structure obtained with the gridded databases, may be because of the bad reliability of the latter representing the rainfall due to more local phenomena. Finally, the third EOF differences the rainfall in the SW from the NE.

Next step is to analyse the anomalous principal patterns obtained with the reconstructed timeseries in order to test if this new data captures the variability of the regions. Figure 4 represents the three leading EOFs for the reconstructed 1981-1997 period and compares them with those obtained with the CMAP rainfall, a dataset based on satellite measurements from 1979. The leading pattern of the reconstructed series resembles de observed one obtained, within this time period, with the CMAP database. For the rest of the modes, the reconstruction gives some important differences for some particular locations.

Nevertheless, when comparing the leading pattern with the corresponding one associated with the 1951-1980 one (Fig.3) an important difference appears. In this way, although the pattern describes a one-signed structure with maximum in the central regions, this center of action is located further north in the 1981-97 period. This change in the location of the action center also appears when comparing the pattern obtained with CMAP for the second period with the one obtained with the rest of datasets for the 1951-80 period, a feature that confirm the real change in the location of the action center.

This is also an important finding due to the fact that several works have reported important changes in the global climate after 1970's (Baines and Folland, 2007), as changes in the Pacific Niño and the tropical circulation.

This result highlights the importance of the reconstruction of the data in Angola also in the understanding of the climate change.



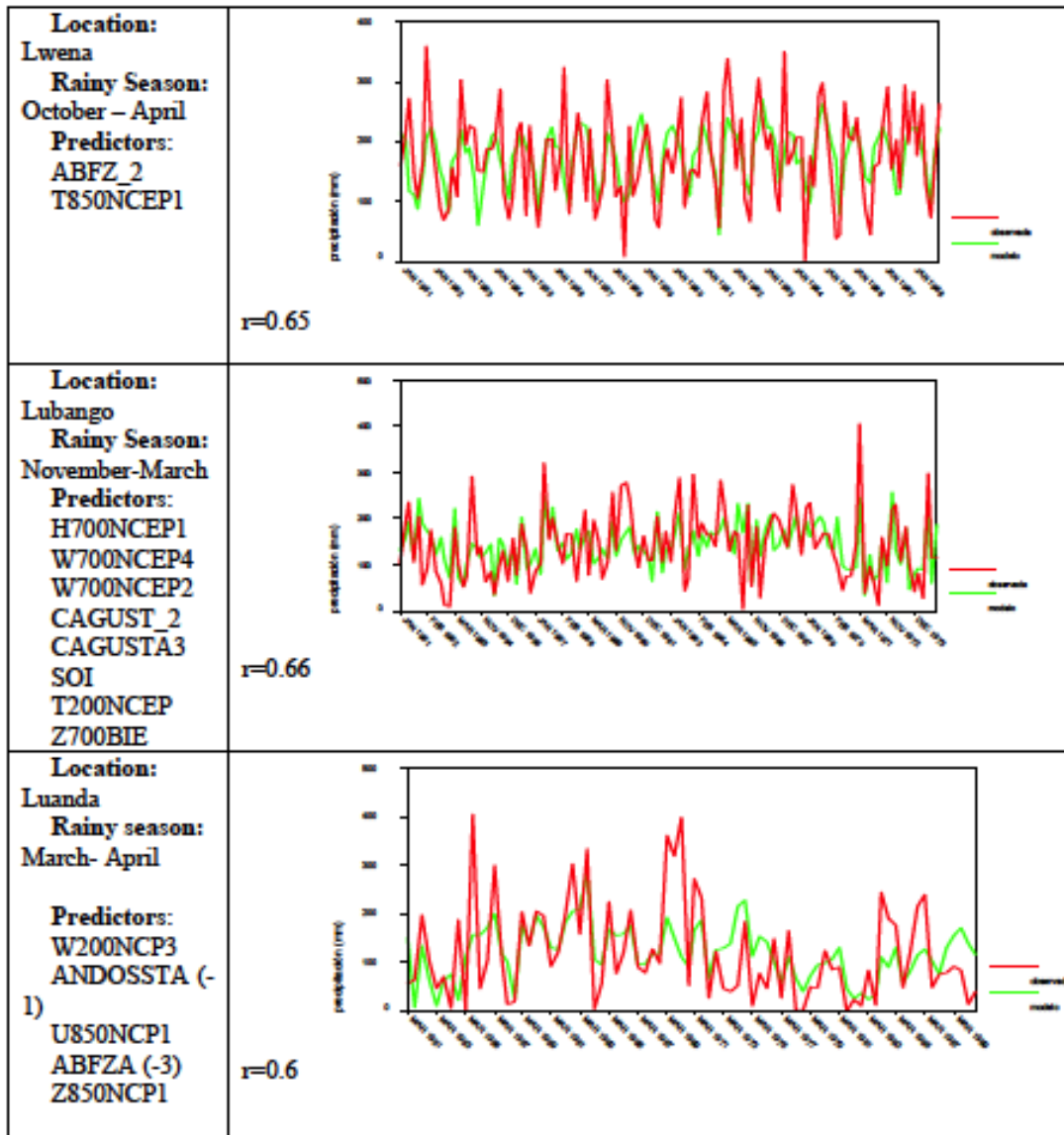


Figure 2: Representation of the reliability of the model. Total rainfall precipitation amounts (mm) for the rainy season, from the available observations (red) together with the obtained with the statistical model (green).

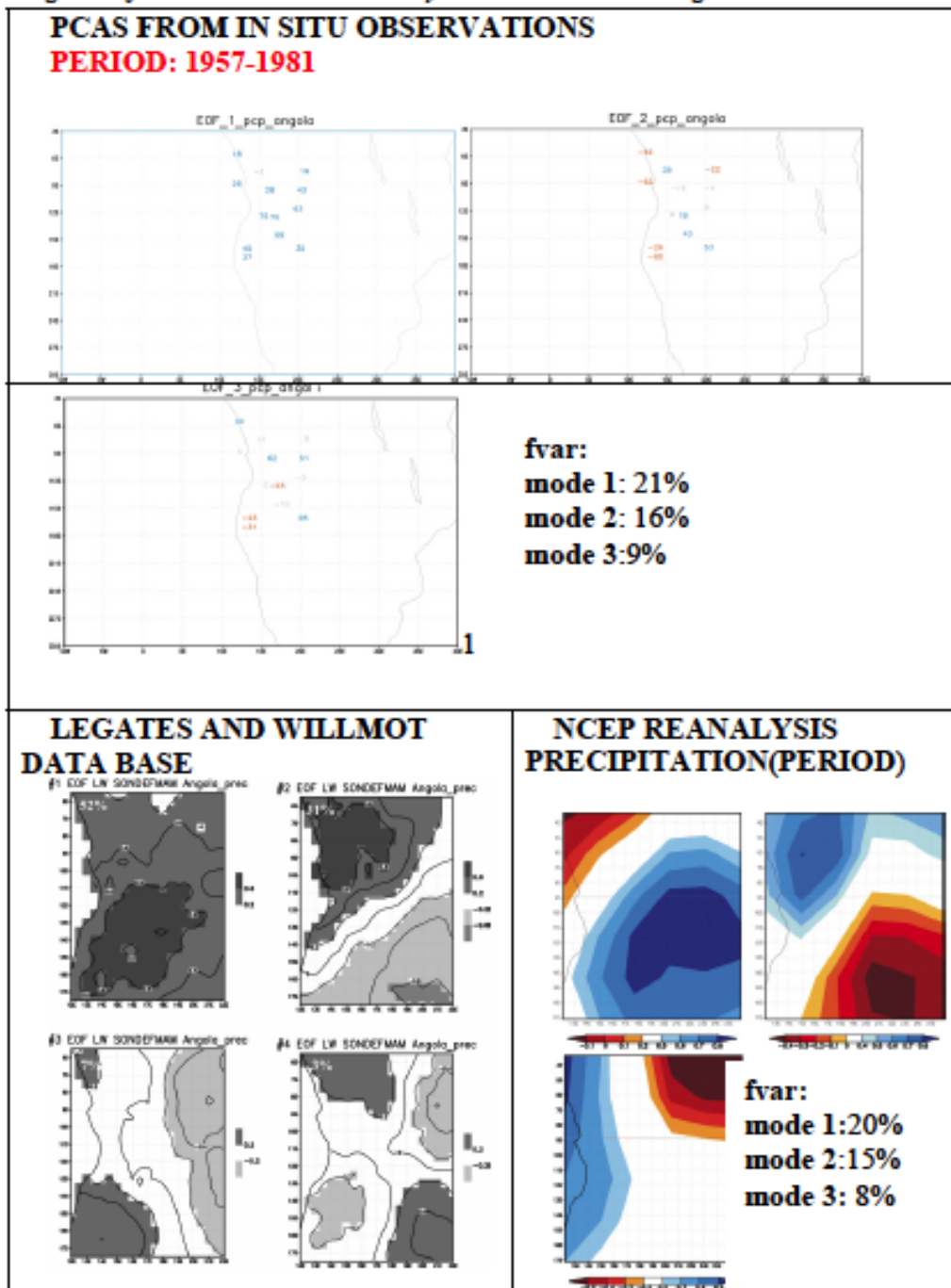


Figure 3: First 3 principal components of the observed precipitation in the different Angola observatories for the period 1953-1977. The results appear in terms of significant correlation maps (top maps are multiplied by 100) evaluated with a T-Test.

4. CONCLUSIONS

The main results of this paper can be summarized as follows:

- There is a lack of observations in the Angola country due to the 1975-2002 civil war.
- With the available rainfall data, different dynamical variables have been analysed in order to create atmospheric and oceanic indices that will be used as predictors in the reconstruction of the data.
- A downscaling technique has been designed to fit the available data with a regression algorithm that takes into account the different predictors.
- The obtained regression model is able to reproduce the Angola rainfall in most of the stations, using as independent variables, both remote and local oceanic and atmospheric indices (predictors).
- The validation of the model is good, so the reconstruction of the rainfall has been performed.
- The variability of the rainfall for the decades before the war, can be described by statistical patterns that are consistent regardless of the database used.
- The variability of the reconstructed times series projects on the same patterns obtained with satellite-base dataset for the war period.
- The leading pattern of rainfall in Angola, which is characterized by a one signed structure, has changed the location of its action center after the 70's, coinciding with the so-called climate shift.

Further analysis is needed to determine the causes of these changes in a country in which the economy depends strongly of the water resources. Also, with the new available data sets and atmospheric reanalysis, the model obtained could be improved and better results should be obtained.

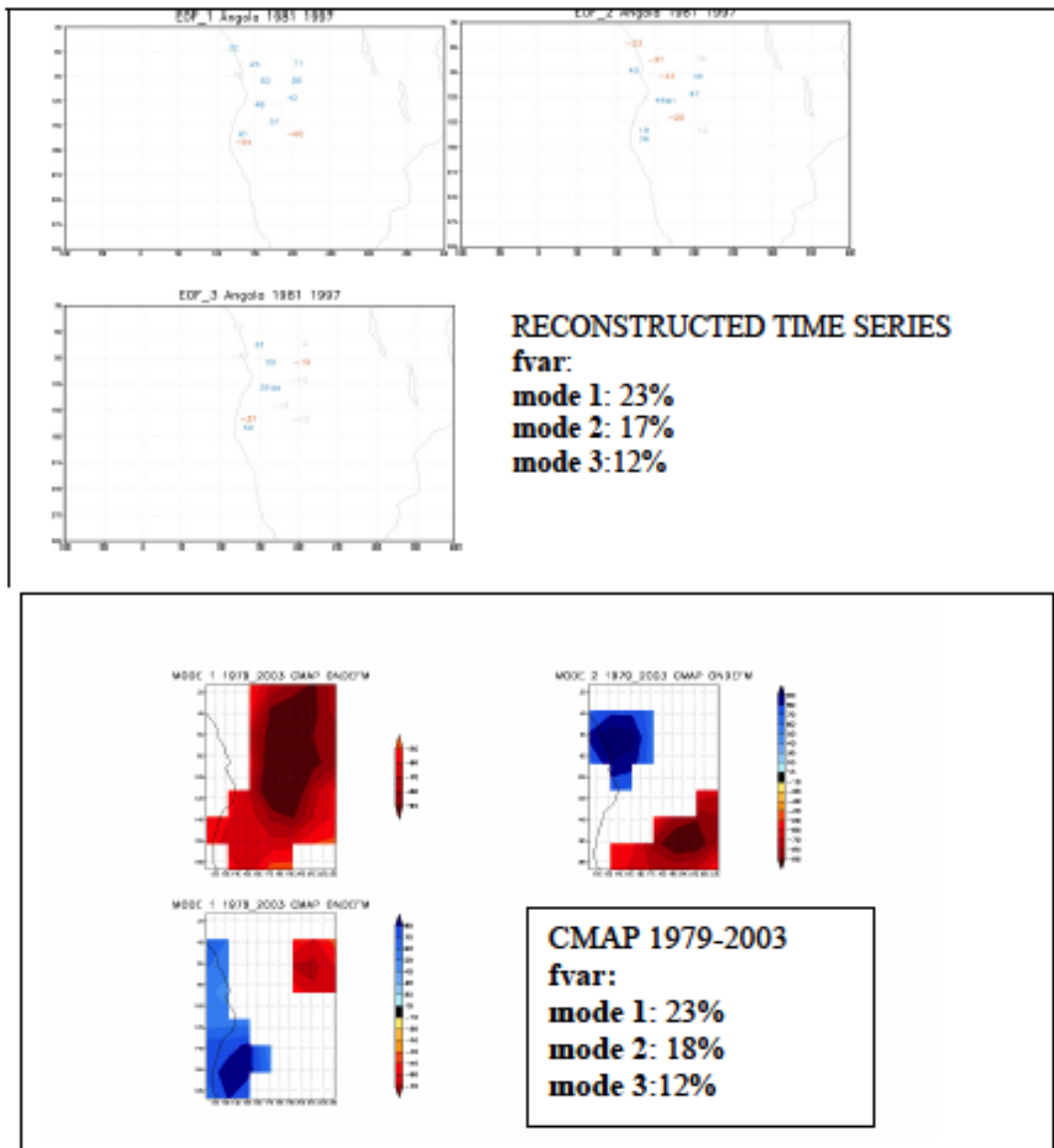


Figure 4: As figure 3 but for the reconstructed time series (top) and the EOFs calculated with the CMAP data for the same period (bottom)

5. ACKNOWLEDGEMENTS

¿Quién va a querer investigar la variabilidad climática de un país que hace 27 años lucha por sobrevivir de las minas antipersonales, donde no se siembra ni recolecta, donde el ganado no prospera y los elefantes huyen a regiones más tranquilas?

Joaquim Adolfo Xavier vino de Angola y quiso hacer este esfuerzo. Se encontró en el camino a una mujer ilusionada. Elvira Zurita le dio la oportunidad, como se la había dado años atrás a Abdesselam Zarougui, de hacer un doctorado y contribuir en la formación de un estudiante de un país sin recursos.

Este artículo es un resumen del trabajo llevado a cabo por Joaquim Adolfo Xavier durante el periodo 2001-2004 y ampliado durante el año 2008. Elvira Zurita García y Belén Rodríguez de Fonseca compartieron la dirección de la Tesis de Xavier. Durante estos años todos nos hicimos cómplices en un reto inexplicable, en el sueño de poder hacer una ciencia diferente, y poder ayudar con nuestras herramientas, a la mejora del conocimiento de la variabilidad climática de un país desolado por la guerra.

En 2002 terminó la guerra civil de Angola que había tenido lugar durante 27 años. Xavier deseaba volver a su casa, visitar su hermoso país devastado. En 2004 Xavier volvió a su tierra, con el propósito de regresar en breve a España para defender la Tesis, que ya tenía escrita y presentada al Departamento. Diversas circunstancias le llevaron a ir retrasando su vuelta y en 2008 vino a España unos meses. Sin embargo, de nuevo tuvo que regresar a su país sin realizar la defensa.

Elvira y yo nos ilusionamos con este proyecto. Elvira era la paciencia y la tranquilidad, la calma en la tormenta y la solución en la desesperación.

Xavier regresa en 2010 a terminar este reto, porque sabe que te lo debe Elvira, y para que desde donde estés veas terminado el trabajo paciente de una ilusión cumplida.

6. REFERENCES

- BAINES P.G. & C.K. FOLLAND (2007). Evidence for a rapid global climate shift across the late 1960s. *J. Climate*, 20, 2721-2744.
- FAUCHEREAU, N., S. TRZASKA, M. ROUAULT & Y. RICHARD (2003). Rainfall Variability and Changes in Southern Africa during the 20th Century in the Global Warming Context. *Natural Hazards* 29, 139-154.
- FLORENCHIE, P., J.R.E. LUTJEHARMS, C.J.C. REASON, S. MASSON, & M. ROUAULT (2003). The source of Benguela Niños in the South Atlantic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1505.
- JURY, M.R., D.B. ENFIELD & J.-L. MÉLICE (2002). Tropical monsoons around Africa: Stability of El Niño–Southern Oscillation associations and links with continental climate. *J. Geophys. Res.*, 107, 3151.
- KALNAY E.M., M. KANAMITSU, R. KISTLER, W. COLLINS, D. DEAVEN, L. GANDIA, M. IREDELL, S. SAHA, G. WHITE, J. WOOLLEN, Y. ZHU, M. CHELLIAH, W. EBISUZAKI, W. HIGGINS, J. JANOWIAK, MO KC, C. ROPELEWSKI, J. WANG, A. LEETMAA, R. REYNOLDS, R. JENNE & D. JOSEPH (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.
- KLEIN, W.H. & H. J. BLOOM, (1989). An operational systems for specifying monthly precipitation amounts over the United States from field of concurrent mean 700 mb heights. *Weather and Forecasting*, 4, 51-60.

- LEGATES, D.R. (1989). A high-resolution climatology of gauge-corrected global precipitation. In *Precipitation Measurement. Proceedings of the WMO/LAHS/ETH International Workshop on Precipitation Measurement, St. Moritz, Switzerland, Dec. 3–7, 1989*, Sevruk B (ed). Swiss Federal Institute of Technology: Zurich, 519–526.
- POLO I., B. RODRIGUEZ-FONSECA, T. LOSADA & J. GARCIA-SERRANO (2008). Tropical Atlantic variability modes (1979–2002). Part I: time evolving SST modes related to West African rainfall. *J. Climate*, 21, 6457–6475.
- ROPELEWSKI C.F. & M.S. HALPERT (1987). Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1606–1626.
- ROPELEWSKI, C.F. & M.S. HALPERT (1989). Precipitation patterns associated with the high index of the Southern Oscillation. *J. Climate*, 2, 268–284.
- ROUAULT, M., P. FLORENCHIE, N. FAUCHEREAU & C. REASON (2003). South East tropical Atlantic warm events and southern African rainfall. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 8009.
- XIE, P. & P.A. ARKIN (1997). Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2539–2558
- ZEBIAK, S.E. (1993). Air–sea interaction in the equatorial Atlantic region. *J. Climate*, 6, 1567–1586.
- XAVIER, J.A. (2010). Análisis de la variabilidad pluviométrica en Angola y reconstrucción de las series de precipitación. Directoras: Elvira Zurita García y Belén Rodríguez de Fonseca (en espera de defensa).

Análisis de la variabilidad pluviométrica en Angola mediante el uso de datos de modelos y de análisis.

The use of model and analysis data to study the pluviometric variability over Angola

Joaquín Adolfo Xavier⁽¹⁾ Belén Rodríguez de Fonseca⁽²⁾ Elvira Zurita⁽³⁾

⁽¹⁾Dep. de Geofísica y Meteorología, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n 28040, Madrid
xavier@fis.ucm.es

⁽²⁾Dep. de Geofísica y Meteorología, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n 28040, Madrid
brfonsec@fis.ucm.es

⁽³⁾Dep. de Geofísica y Meteorología, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n 28040, Madrid
elvira@fis.ucm.es

SUMMARY

Angola, a former Portuguese colony, has been under war since 1980. That is the reason why there are not many observed precipitation and temperature data since that year and also why the existing climate studies of this region are scarce. A better understanding of Angolan climate is needed.

On the other hand, during the last decades the number of studies about the low frequency variability of the global climate has grown substantially. Along with this, the quality of the general circulation models (GCMs) has improved mainly due to improvements and advances in the computer sciences. The aim of this project is to obtain a complete and homogeneous data set of the Angolan temperature and precipitation from 1940's to now. Data from analysis (NCEP and ECMWF), observations (Legated and Willmot data set, available observations in situ) will be used, improved with the use of GCMs. This poster shows the main objectives of this project. Also, and as a preliminary result, the principal components of the Angola precipitation using data from the Legated and Willmot data set is shown along with observational data sets that will be used as a base for the development of the Angola climatology.

1. INTRODUCCIÓN

La antigua colonia portuguesa de Angola lleva años sacudida por las guerras. Desde 1980 no se dispone de observaciones de temperatura y precipitación de dicha región. Esto ha hecho que los estudios de clima de Angola se hayan visto casi paralizados y exista una necesidad de ayuda en la mejora de los conocimientos que se tienen sobre el clima de dicha nación.

Por otro lado, es en las últimas décadas cuando se ha producido una mejora cualitativa de los estudios globales de clima así como de los modelos de circulación general a raíz de los recientes avances informáticos. Este hecho ha creado esperanzas en la reconstrucción de las series de pérdidas tanto de precipitación como de temperatura durante más de 20 años sobre Angola.

Se disponen de tres climatologías de Angola, la llevada a cabo por el Servicio Meteorológico de Angola (Quiroz, 1955) y la llevada a cabo por Ferreira (1965) y Silveira (1967).

Como puede observarse, desde finales de los años 60 no se ha prestado atención en crear una nueva climatología. Según la climatología llevada a cabo por Ferreira en 1965, Angola se divide en dos regiones dominantes muy diferenciadas:

- Una región litoral constituida por Cabinda, Luanda, N'zeto, Porto Amboim, Sumba, Lobito, Benguela y

Namibe. En esta región el periodo de lluvias abarca los meses de noviembre a abril (6 meses).

- Una región interior, constituida por Bansa Congo, Uige, Dalatando, Dundo, Malange, Luena, Lubango, Menonge, Mavinga, Saurimo, Huambo, Kuito, Waku Kung y Ngiva. En la que el periodo de lluvias es más amplio, con regiones en las que dicha estación lluviosa abarca los meses de septiembre a mayo (9 meses, Uige) y otras en las que el periodo de lluvias es de octubre a abril (7 meses, Malange).

Los factores climáticos dominantes sobre el clima de Angola son:

1. La circulación general de la atmósfera y, dentro de ésta:
 - a. Los sistemas de presión, siendo los dominantes: el anticiclón subtropical del Atlántico Sur y, en verano, la depresión térmica del continente. En la estación fría es importante la influencia del anticiclón situado sobre el África meridional.
 - b. Las masas de aire, siendo las típicas la tropical marítima y la ecuatorial.

- c. La situación de la zona de convergencia intertropical
2. La circulación general oceánica, influyendo en especial la corriente fría de Bengala.
3. La topografía de la zona. Casi todo el territorio de Angola, con excepción de la costa, se encuentra constituido por tierras altas que forman parte del Gran Macizo Centro-Africano.

Se han realizado estudios sobre el clima de África del sur, sobretudo en Sudafrica y Zimbabwa que tocan de lado el clima en Angola (Hirst and Hasturath, 1983; Hasturath, 1984; Levey and Jury, 1996; Makarau and Jury, 1997). Sin embargo en todos estos estudios se han empleado datos del reanálisis del ECMWF¹ y para un periodo muy corto de tiempo, no habiéndose realizado un estudio climatológico exhaustivo que abarcara un mayor número de años.

El objetivo de este estudio es construir una base de datos fiable y homogénea que abarque el mayor número de años posibles y que permita conocer mejor las causas que provocan las anomalías climáticas que se producen sobre Angola y que será de gran ayuda para el desarrollo de este país del suroeste africano.

Aquí se muestran los datos disponibles y la metodología propuesta para llevar a cabo este estudio así como los resultados obtenidos del análisis en componentes principales de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa.

2. DATOS Y METODOLOGÍA Y RESULTADOS PRELIMINARES.

Como estudio preliminar se ha realizado un análisis en componentes principales de la precipitación en Angola durante la estación de lluvias. Se ha tomado la estación compuesta por los meses de septiembre a mayo (SONDEFMAM) para tener un mayor número de datos que garantice una significación estadística.

Las series más largas de que se dispone son datos mensuales de precipitación y temperatura en las 13 estaciones de observación cuya información aparece resumida en la Tabla 1. Como puede observarse no se dispone de datos a partir de 1980.

En este estudio se emplearán también datos de la base Legates y Willmott (1990, de ahora en adelante se denominará con las siglas LW), así como observaciones de países vecinos.

Con respecto a los datos de la base LW correspondientes a los puntos de malla de las observaciones (Tabla 1) se correlacionan con un coeficiente mayor de 0.8 en todos los casos. Por esta razón para un primer estudio de los datos observados disponibles (de 1950-1980) se han tomado los datos LW con el objeto de poder analizar la distribución espacial de las principales EOFs (funciones empíricas ortogonales) de la precipitación en Angola.

El conocimiento de los factores que afectan al clima en Angola y que fueron enumerados en la Introducción, hace pensar que los resultados obtenidos del Análisis en Componentes Principales de la precipitación en Angola son coherentes para las cuatro primeras componentes principales.

Tabla 1: Relación de estaciones de observación de precipitación y temperatura en Angola. La situación de las mismas así como el periodo de datos disponibles aparece incluido en la tabla. En todas ellas la correlación con los datos correspondientes a la base de datos LW es mayor de 0.8 durante la estación de lluvias.

Estación	Coordenadas	Datos disponibles
Estaciones del litoral		
Cabinda	5° 33' S- 12° 11' E	1940-1980
Luzanda	8° 49' S-12° 13' E	1901-1980
Lobito	12° 22' S-13° 32' E	1934-1970
Namibe	15° 12' S-12° 9' E	1940-1980
Estaciones del interior		
Huambo	12° 48' S-15° 45' E	1940-1980
Luwana	11° 47' S-19° 55' E	1940-1973
Lubango	15° 54' S-13° 31' E	1932-1980
Malango	9° 33' S-16° 22' E	1951-1980
Mavinga	15° 50' S-20° 21' E	1951-1973
Mamongo	14° 40' S-17° 42' E	1951-1973
Dundo	7° 24' S-20° 49' E	1939-1980
Bie	12° 23' S- 16° 57' E	1953-1970
Ngiva	17° 4' S- 15° 43' E	1923-1960

En las Figuras 1 y 2 se presentan los resultados fundamentales de este análisis en componentes principales. Como puede verse la primera EOF indica un mismo comportamiento de la precipitación en Angola, al existir un mismo signo del coeficiente de correlación en todo el mapa (Figura superior izquierda). Este primer modo explica un 52% de la variabilidad pluviométrica de la estación lluviosa. Este primer modo evoluciona con un perfil que coincide con el de la orografía de modo que las regiones más altas son aquellas en las que se producen las mayores anomalías pluviométricas. La evolución temporal de la componente principal asociada a este primer modo se muestra en la Figura 2 (superior izquierda) en la que puede verse la gran variabilidad pluviométrica tanto intra-anual como inter-anual que existe en Angola. Este primer modo recuerda mucho al mapa de precipitación media mostrado por Silveira (1967) y que pone de manifiesto la presencia de fenómenos de gran escala.

En cuanto al segundo modo, muy importante ya que explica un 31% de la variabilidad, presenta una estructura dipolar que distingue el comportamiento pluviométrico del norte-noroeste del sur-sureste. Este distinto comportamiento podría estar unido a las fluctuaciones de la zona de convergencia intertropical que hace que entren masas de aire tropical continental transportadas por los vientos alisios por el nordeste de Angola (y afectando al noroeste de Angola) y masas de aire tropical marítimo procedente por el sudeste atlántico (Ferreira, 1965).

El tercer y cuarto modo solo explican un 7% y un 3% respectivamente y su comportamiento dipolar y tetrapolar con líneas nodal coincidiendo con la orografía hacen sospechar que sus causas puedan estar unidas a factores más locales como por ejemplo la orografía.

¹ Siglas en inglés de Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Plazo Medio (Reading, Inglaterra)

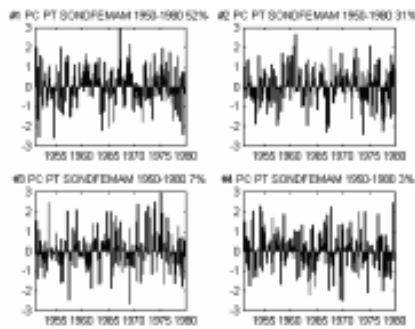


Figura 2: Evolución temporal de las cuatro primeras componentes principales de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa

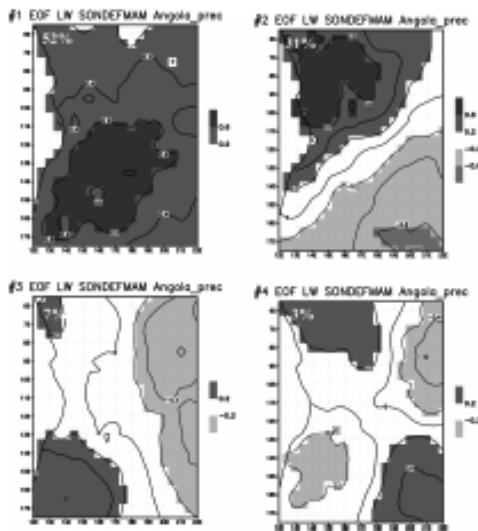


Figura 1: Representación de las cuatro primeras funciones empíricas ortogonales (en forma de mapas de correlación) de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa (de septiembre a mayo) de 1950-1980

3. Conclusiones

- Desde 1967 no se ha realizado ningún estudio climático de Angola, lo que hace necesario establecer una nueva climatología de la región.
- Sólo existen series completas de precipitación y temperatura mensual procedentes de 14 estaciones y hasta 1980.
- La base de datos LW se relaciona muy bien en el periodo 1950-1980 con los datos disponibles, atribuyéndose las pequeñas discrepancias a fallos en las observaciones y no en la base de datos LW.
- Las cuatro primeras componentes principales de la precipitación en Angola durante la estación lluviosa muestran un comportamiento coherente con los factores climáticos que afectan al clima de la nación.
- Como resultado preliminar se puede decir que los datos de la base LW podrían emplearse como base de datos inicial en la reconstrucción de las series de datos tanto de precipitación como de temperatura sobre Angola.
- Se propone llevar a cabo la elaboración de una nueva base de datos climatológica de Angola mediante técnicas de "downscaling" estadístico a partir de datos observados y de modelos. También se emplearán datos atmosféricos y oceánicos así como predictores procedentes de distintos patrones de teleconexión que puedan tener una influencia clave sobre la climatología de Angola.

De esta forma se podrá estudiar el régimen de circulación general dominante en las estaciones lluviosas de cada región con el fin de aclarar la lacra climatológica que existe sobre Angola.

4. REFERENCIAS

- Ferreira, H.A., 1965. Climatología distritica da África meridional. Serviço Meteorológico Nacional de Portugal.
- Queiroz, D.X., 1955. Clima de Angola. Serviço Meteorológico de Angola.
- Silveira, M.M., 1967. Climas de Angola. Serviço Meteorológico de Angola.
- Hind, C. A. and S. Hastenrath, 1983. Diagnostics of hydrometeorological anomalies in the Zaire (Congo) basin. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 109, 881-892.
- Hastenrath, S. 1984. Interannual variability and annual cycle: mechanisms of circulation and climate in the Tropical Atlantic sector. *Month. Weath. Rev.*, 112, 1097-1107.
- Legates D. R. and J. Willmott, 1990. Mean seasonal and spatial variability in Gauge-Corrected, Global precipitation. *Int. J. Climatol.* 10, 111-127.
- Lovey, K. M. and M. R. Jury, 1996. Composite intraseasonal oscillations of convection over southern Africa. *J. Climate*, 9, 1910-1920.
- Makana, A. and M. R. Jury, 1997. Seasonal cycle of convective spells over southern Africa, during austral summer. *Int. J. Climatol.* 17, 1313-1332.

APÉNDICE II INDICES CREADOS 32

ABFZ: Índice del Frente Angola-Benguela (°C); **ABFZa:** Índice anómalo del Frente Angola-Benguela (°C)

ANDOSST: Índice de la dorsal de Angola (°C); **CAGU_SST:** Índice de la Corriente de Agulhas (°C)); **CAGU_SSTA:** Índice anómalo de la Corriente de Agulhas (°C); **CANGSST:** Índice de la Corriente de Angola (°C) ; **CANGSSTa:** Índice anómalo de la Corriente de Angola (°C) ;

CB_SST: Índice de la Corriente de Benguela (°C); **CB_SSTa:** Índice anómalo de la Corriente de Benguela(°C); **SAA1:** Índice I del Anticiclón subtropical del Atlántico Sur (hPa); **SAA2:** Índice 2 del Anticiclón subtropical del Atlántico Sur (hPa) ; **TSA1:** Índice del Atlántico Sur Tropical 1 (°C); **TSA2:** Índice del Atlántico Sur Tropical 2 (°C); **TSA3:** Índice del Atlántico Sur Tropical 3 (°C); **TTT:** Índice de las depresiones tropicales de temperatura(hPa)

Faltan_

Índice de centro del Océano Índico Ecuatorial (CEI)

Índice del flujo de humedad integrado

El flujo de vapor de agua integrado entre 1000 hPa y 500 hPa

Índice de la Zona de Convergencia Intertropical

Vorticidad en 200 hPa

Índice del viento zonal de la alta troposfera en el océano Atlántico Ecuatorial Central (ECAU)

Índice de la oscilación del Índico Sur:

1.OIS-1Diferencia de presión entre (55° E,33° S)-(55° E,15° S)

32 Las definiciones de estos índices así como su descripción y representación gráfica aparece en el capítulo 4 de esta Memoria.

2. OIS-2 Diferencia de presión entre (55° E,33° S)-(55° E,6° S).

AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	Cangsst a	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1948	enero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1020,16	1016,12	25,9	23,42	23,07	1017,85
1948	febrero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1020,38	1016,23	26,39	24,91	24,02	1018,37
1948	marzo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1020,53	1015,55	26,41	23,7	23,63	1022,32
1948	abril	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1020,27	1016,05	26,25	24,22	23,73	1021,88
1948	mayo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1021,19	1018,08	26,01	23,93	22,41	1017,95
1948	junio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1022,91	1020,92	24,36	21,85	20,47	1014,53
1948	julio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1026,83	1022,51	23,08	20,65	20,12	1019,68
1948	agosto	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1025,47	1021,72	22,83	21,18	19,77	1020,76
1948	septiembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1023,06	1020,35	22,92	19,73	19,19	1019,9
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	Cangsst a	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1948	octubre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1022,61	1019,43	23,43	20,01	19,64	1020,72
1948	noviembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1024,28	1018,93	23,54	19,47	19,59	1023,86
1948	diciembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1022,66	1017,84	23,89	20,69	21,06	1020,42

1949	enero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1020,8	1016,4	25,13	23,22	22,77	1016,21
1949	febrero	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1019,16	1014,76	25,9	24,25	23,56	1016,27
1949	marzo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1019,66	1014,79	25,92	24,23	23,42	1020,89
1949	abril	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1021,01	1016,73	26,61	23,24	22,46	1019,69
1949	mayo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1018,2	1016,3	25,23	22,28	22,18	1013,26
1949	junio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1022,08	1018,73	24,1	21	21,06	1019,67
1949	julio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1025,6	1021,02	23,22	20,67	19,96	1024
1949	agosto	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1025,31	1020,81	22,99	20,52	19,28	1020,28
1949	septiembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1026,16	1020,92	22,38	20,26	18,7	1022,41
1949	octubre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1021,45	1018,42	22,88	20,23	19,41	1017,61
1949	noviembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1019,79	1016,83	23,09	21,84	20,07	1018,35
1949	diciembre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1018,51	1015,57	25,44	.	20,64	1014,88
1950	enero	21,5	0,3	0	19,6	-0,9	25,1	0,4	19,8	0,3	1019,64	1015,28	26,91	.	23,72	1016,16
1950	febrero	23,6	1,2	0,5	20,4	-0,7	27,2	1,5	19,9	0	1021,19	1015,53	25,58	23,51	22,66	1020,68
1950	marzo	23,2	0,6	0,7	19,7	-1,1	27,2	1,1	19,7	0	1020,08	1015,4	26,23	24,24	23,6	1018,59
1950	abril	21	-0,9	-0,3	19,2	-0,7	25,1	-0,6	18,3	-0,5	1020,24	1015,3	26,09	23,99	23,35	1019,04
1950	mayo	19,8	-0,5	0	17,7	-0,8	24,1	0,1	17,3	-0,6	1021,42	1017,21	25,98	23,2	21,78	1018,12

1950	junio	18,1	-0,6	-0,4	16,3	-0,9	21,2	-0,5	16,9	-0,1	1021,85	1018,55	24,53	22,44	21,21	1014,96	
1950	julio	16,7	-0,6	-0,2	15,4	-0,8	19,8	-0,2	15,9	-0,2	1025,52	1020,88	23,36	24,03	20,96	1022,96	
1950	agosto	15,7	-0,8	-1,2	15,1	-0,6	17,7	-1,6	15,7	0,2	1024,98	1020,59	22,96	19,98	18,86	1020,04	
1950	septiembre	16,1	-0,7	-0,5	15,1	-0,5	19,2	-0,8	15,1	-0,3	1024,77	1021,04	23,97	.	18,59	1019,26	
1950	octubre	15,6	-2,1	-1,9	16,2	0,2	18,5	-3,1	15,9	0	1020,6	1018,56	25,18	.	.	1017,17	
1950	noviembre	18,1	-0,8	-0,9	16,8	-0,3	21,9	-1,2	16,9	-0,1	1019,78	1016,73	25,26	.	.	1016,43	
1950	diciembre	18,6	-1,3	-0,8	18,6	-0,4	22,9	-0,9	16,9	-1,4	1023,07	1017,65	25,12	23,9	22,97	1021,36	
1951	enero	20,1	-1,1	-0,9	21,6	1	23,7	-0,9	18	-1,4	1022,23	1017,19	26,03	.	.	1020,72	
1951	febrero	21,1	-1,3	-1,5	20,8	-0,3	24,2	-1,6	18,7	-1,2	1021,21	1016,05	26,75	.	.	1020,97	
1951	marzo	21,9	-0,8	-1,3	22,2	1,4	24,9	-1,3	18,4	-1,2	1019,47	1015,45	26,85	.	22,39	1017,99	
1951	abril	21,4	-0,5	-0,4	20,7	0,9	25	-0,7	18,7	-0,1	1019,59	1016,45	25,47	22,96	21,57	1018,21	
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	a	Cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1951	mayo	16,9	-3,4	-2,6	18,1	-0,4	19,6	-4,4	17,5	-0,3	1021,36	1017,83	26,6	.	.	.	1020,62
1951	junio	17,4	-1,2	-0,2	18,4	1,2	21	-0,7	17	0,1	1021,33	1019,34	25,44	.	.	.	1012,39
1951	julio	17,5	0,2	0,6	16,9	0,7	21	1,1	15,9	-0,2	1021,66	1019,88	23,3	17,2	17,2	.	1020,79
1951	agosto	16,1	-0,4	0	16,3	0,5	19	-0,2	15,5	0	1028,05	1021,33	23,08	19,89	18,94	.	1028,48

1951	septiembre	17,1	0,4	0,4	17	1,4	20,9	0,8	15,5	0	1025,75	1020,68	22,08	16,95	16,6	1021,59
1951	octubre	18,3	0,6	0,7	16,2	0,2	22,6	1	15,8	-0,1	1021,52	1018,47	22,58	18,67	18,03	1017,1
1951	noviembre	18,5	-0,4	-0,4	16,5	-0,6	22,9	-0,2	16	-1	1019,67	1017,12	25,19	.	19,65	1015,34
1951	diciembre	20,2	0,2	0,6	18,2	-0,8	25	1,1	17,6	-0,8	1020,09	1017,08	24,84	.	21,13	1016,08
1952	enero	22,3	1,1	0,6	19,6	-1	25,9	1,2	19,6	0,1	1019,87	1016,6	25,35	.	.	1017,13
1952	febrero	23,1	0,7	0,1	20,6	-0,5	26,1	0,4	20,1	0,2	1020,81	1015,6	27,44	.	.	1018,92
1952	marzo	22,5	-0,1	-0,2	19,9	-0,9	25,8	-0,4	19,4	-0,2	1019,44	1015,53	28,1	.	25,1	1018,54
1952	abril	21,3	-0,6	-0,4	19,3	-0,5	25,2	-0,5	18,4	-0,4	1021,06	1016,62	28,18	.	.	1018,32
1952	mayo	19,6	-0,7	-0,7	18,5	0	23,4	-0,6	17,1	-0,8	1022,11	1018,03	27,61	.	22,76	1017,62
1952	junio	18,6	0	-0,5	16,5	-0,8	21	-0,7	16,8	-0,2	1022,34	1019,8	26,83	.	21,86	1017,63
1952	julio	17,3	0	-0,4	15,5	-0,7	19,5	-0,4	16,2	0,1	1025,46	1021,49	27,53	.	.	1022,82
1952	agosto	16,8	0,3	-0,2	15,4	-0,3	19,1	-0,2	15,6	0,1	1025,47	1021,21	23,56	.	17,9	1021,12
1952	septiembre	16,1	-0,7	-0,4	15,7	0,1	19,1	-0,9	15,6	0,1	1023,43	1019,5	21,72	19,83	18,11	1021,48
1952	octubre	17,4	-0,3	-0,2	15,9	-0,1	21,3	-0,2	15,9	0	1023,35	1019,51	25,02	.	18,83	1019,06
1952	noviembre	20,1	1,1	-0,1	17,6	0,4	23,4	0,3	17,5	0,6	1019,23	1016,49	23,81	.	19,13	1019,05
1952	diciembre	19,8	-0,2	-0,5	18,5	-0,5	23,5	-0,4	17,7	-0,6	1022,44	1017,91	.	.	.	1019,6
1953	enero	20,6	-0,6	-0,5	21,4	0,8	24,2	-0,5	19,5	0	1020,47	1017,1	24,56	22,87	22,09	1016,29

1953	febrero	21,4	-1	-0,4	22,2	1,1	25,1	-0,6	19,6	-0,3	1019,69	1015,63	28,76	.	.	1017	
1953	marzo	22,4	-0,2	-0,1	21,1	0,3	26	-0,2	20	0,3	1019,02	1015,17	29,15	.	.	1016,81	
1953	abril	21,4	-0,5	-0,8	19,3	-0,5	24,5	-1,2	18,9	0,1	1021,72	1017,11	26,51	24,9	23,83	1019,18	
1953	mayo	20,6	0,4	0	18,7	0,2	24,3	0,3	17,6	-0,2	1021,82	1018,02	.	.	.	1016,02	
1953	junio	18,9	0,3	0	17,7	0,4	22	0,3	17	0	1025,26	1020,57	26,48	.	.	1020,53	
1953	julio	17,6	0,3	-0,2	16,4	0,2	19,7	-0,2	16,4	0,3	1026,34	1021,75	26,56	.	.	1022,44	
1953	agosto	16,4	-0,2	-0,5	15	-0,7	19,1	-0,2	15,2	-0,3	1025,21	1021,46	25,66	.	.	1020,76	
1953	septiembre	16,9	0,1	0	15,3	-0,4	20,3	0,3	15,1	-0,3	1022,16	1019,2	25,82	.	.	1016,31	
1953	octubre	17,5	-0,1	-0,2	15,8	-0,2	21,1	-0,4	16	0,1	1019,94	1018,07	.	.	.	1016,52	
1953	noviembre	17,8	-1,2	-0,6	16,9	-0,2	22	-1,1	16,6	-0,4	1021,01	1018,11	24,01	20	19,43	1019,09	
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	a	Cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1953	diciembre	18,9	-1,1	-0,2	18,1	-0,9	23,5	-0,3	17,6	-0,7	1019,62	1016,57	23,59	21,52	21,29	1016,99	
1954	enero	19,6	-1,6	-1,1	20,2	-0,4	22,9	-1,7	18,7	-0,8	1020,53	1016,5	24,63	23,04	21,78	1019,41	
1954	febrero	20,6	-1,8	-0,9	20,6	-0,5	24,3	-1,4	18,9	-1	1019,35	1015,88	25,76	23,91	23,1	1018,33	
1954	marzo	21,6	-1	-0,7	20,6	-0,2	25,2	-1	18,9	-0,7	1019,27	1015,53	26,55	24,66	23,89	1016,55	
1954	abril	22	0,1	-0,9	19,3	-0,5	24,5	-1,2	18,9	0,2	1022,09	1017,11	25,06	23,33	21,61	1021,76	

1954	mayo	19,4	-0,9	-1,2	18,3	-0,2	22,3	-1,8	17,6	-0,2	1023,34	1018,61	24,5	22,15	21,31	1019,21
1954	junio	17,9	-0,8	-1	16,6	-0,7	20,6	-1,2	16,4	-0,5	1024,48	1020,21	23,57	21,39	20,74	1018,93
1954	julio	15,9	-1,3	-1,7	16,2	0	17,5	-2,4	15,6	-0,5	1026,16	1021,72	23,15	20,08	19,91	1022,68
1954	agosto	16	-0,5	-0,8	15	-0,8	18,6	-0,7	14,5	-1	1023,97	1020,87	21,5	19,17	18,64	1019,47
1954	septiembre	16,1	-0,7	-0,5	15,2	-0,5	19,5	-0,5	14,9	-0,5	1024,97	1020,76	21,61	19,1	18,77	1019,03
1954	octubre	18,4	0,7	0,8	15,9	-0,1	23,1	1,5	15,5	-0,3	1020,6	1018,09	22,5	19,58	19,1	1018,79
1954	noviembre	19,3	0,4	0,4	17	-0,2	24,1	1	16,5	-0,5	1021,74	1017,27	22,85	20,15	19,92	1020,99
1954	diciembre	19,7	-0,3	0	19,7	0,7	24,2	0,3	17,7	-0,6	1020	1016,36	23,37	20,96	20,65	1016,78
1955	enero	21,1	0	-0,1	20,8	0,3	24,9	0,3	18,6	-0,9	1021,01	1016,74	25,51	22,83	22,52	1019,82
1955	febrero	20,7	-1,7	-1,2	21,1	0	23,8	-1,9	19	-0,9	1019,67	1015,31	25,28	23,57	22,93	1019,14
1955	marzo	22	-0,6	-0,4	21,6	0,7	25,8	-0,3	18,9	-0,7	1020,53	1015,21	26,39	25,75	23,51	1020,22
1955	abril	20,6	-1,3	-0,5	19,7	-0,1	25,2	-0,5	17,6	-1,2	1019,01	1015,33	26,34	23,57	23	1019,24
1955	mayo	19,9	-0,4	-0,3	18,4	-0,1	23,9	-0,1	17,6	-0,2	1019,05	1017,19	25,77	23,96	22,19	1012,52
1955	junio	17,9	-0,7	-0,4	17,4	0,1	21,1	-0,6	16,1	-0,8	1024,64	1020,2	24,13	22,84	21	1020,3
1955	julio	16,7	-0,6	-0,5	16,3	0	19,4	-0,6	15,2	-0,9	1026,11	1020,94	22,94	20,7	19,67	1023,51
1955	agosto	15,4	-1,1	-0,6	15,7	0	18,2	-1	14,8	-0,7	1023,02	1020,47	22,69	19,76	19,18	1019,38
1955	septiembre	15,6	-1,2	-0,5	16	0,3	19,3	-0,8	14,4	-1	1023,18	1019,81	22,18	19,33	18,58	1018,39

1955	octubre	17,7	0	0,1	15	-1	22,2	0,6	15	-0,9	1022,61	1018,46	22,87	20	18,99	1020,18	
1955	noviembre	18,9	0	0,3	16,8	-0,3	24	0,9	16,1	-0,8	1020,53	1016,65	23,5	20,48	19,69	1016,94	
1955	diciembre	18,3	-1,7	-0,7	18,3	-0,7	22,9	-1	16,7	-1,6	1021,96	1017,36	24,05	21,02	20,94	1017,11	
1956	enero	20,6	-0,5	-0,3	19,6	-1	24,2	-0,5	18,9	-0,6	1019,65	1014,94	24,78	22,57	22,27	1015,43	
1956	febrero	21,3	-1,1	-0,6	20	-1,1	24,9	-0,8	18,6	-1,3	1021,43	1015,53	26,03	24,47	23,94	1020,97	
1956	marzo	21,1	-1,5	-1	20,5	-0,3	24,6	-1,5	18,9	-0,7	1020,15	1015,29	26,69	24,96	24,36	1019,33	
1956	abril	20,6	-1,2	-0,3	19,9	0,1	25,3	-0,4	17,3	-1,5	1021,33	1016,29	25,57	24,4	23,33	1022,54	
1956	mayo	20,5	0,2	0	18,7	0,2	24,2	0,2	17,1	-0,7	1019,18	1016,57	25,5	22,97	21,85	1019,17	
1956	junio	17,8	-0,8	-0,4	17,5	0,3	21,2	-0,5	16	-1	1020,84	1018,4	23,87	22,25	20,12	1017,76	
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	a	Cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1956	julio	16,6	-0,7	-0,7	16,5	0,2	19	-0,9	15,5	-0,6	1022,49	1019,9	22,84	20,58	19,7	1017,91	
1956	agosto	15,8	-0,8	-0,5	16,2	0,4	18,2	-1,1	15,3	-0,2	1024,05	1020,61	22,11	19,66	19,01	1021,64	
1956	septiembre	16,6	-0,2	0,3	16	0,3	20,2	0,2	15,2	-0,2	1022,34	1019,46	22,47	19,15	18,87	1019,13	
1956	octubre	17,1	-0,6	-0,1	16,5	0,5	21,4	-0,1	15,6	-0,3	1023	1019,58	22,84	19,35	19,03	1020,12	
1956	noviembre	18,4	-0,6	-0,3	17	-0,1	22,8	-0,3	16,5	-0,5	1020,53	1017,42	23,04	19,84	19,42	1016,24	
1956	diciembre	19,1	-0,8	-1,1	18,4	-0,6	22,2	-1,7	18,6	0,2	1022,04	1017,33	23,76	21,53	21,29	1017,52	

1957	enero	20,9	-0,3	-1	19,4	-1,2	23,3	-1,3	20,1	0,7	1021,58	1017,34	24,83	22,77	22,83	1016,25
1957	febrero	22,9	0,5	-0,6	20	-1,1	25,1	-0,7	20,9	1	1020,05	1016,1	26,07	24,75	24,11	1017,82
1957	marzo	22,9	0,3	-0,3	20,1	-0,7	25,9	-0,3	20	0,4	1020,64	1016,2	26,62	25,09	24,27	1019,66
1957	abril	22,5	0,6	-0,1	18,7	-1,1	26,1	0,4	19	0,2	1020,32	1016,7	26,59	24,8	23,61	1017,05
1957	mayo	20,6	0,3	-0,3	17,6	-0,9	23,9	-0,1	17,9	0,1	1020,96	1017,88	25,67	23,52	22,6	1018,87
1957	junio	18,6	0	0,3	16,8	-0,5	22,3	0,6	17	0	1026,56	1021,48	24,79	23,05	22,17	1022,18
1957	julio	16,8	-0,5	-0,3	16	-0,3	19,4	-0,5	15,9	-0,2	1024,16	1020,64	23,65	21,74	20,17	1018,43
1957	agosto	16	-0,5	-0,4	15,1	-0,6	18,7	-0,6	15	-0,5	1022,48	1020,61	22,69	20,51	19,64	1013,79
1957	septiembre	16,3	-0,5	-0,5	15,6	-0,1	19	-1,1	15,1	-0,3	1024,43	1020,37	22,75	20,55	19,51	1022,05
1957	octubre	16,5	-1,2	-1	15	-1	20,1	-1,5	15,2	-0,6	1025,47	1020,7	23,35	20,09	19,46	1020,56
1957	noviembre	18	-0,9	-0,3	16,2	-1	22,7	-0,4	16,3	-0,7	1018,98	1017,43	23,12	20,65	20,02	1013,63
1957	diciembre	19,5	-0,5	-0,1	18,5	-0,5	23,6	-0,2	18,4	0	1021,01	1017,86	23,78	21,3	20,96	1014,93
1958	enero	20,7	-0,5	-0,3	19,1	-1,5	24,2	-0,4	19,5	0	1020,46	1016,53	25,37	23,11	22,61	1016,78
1958	febrero	22,1	-0,3	0,2	19,9	-1,2	26	0,3	19,9	0	1023,01	1018,17	26,29	24,47	23,69	1019,04
1958	marzo	20,8	-1,8	-0,6	19,8	-1	24,7	-1,4	19,2	-0,4	1021,12	1016,94	26,64	24,67	23,93	1019,17
1958	abril	19,5	-2,3	-0,7	19,4	-0,4	23,8	-1,9	18,1	-0,7	1020,51	1016,85	26,61	24,48	23,67	1020,26
1958	mayo	17,6	-2,6	-2,3	17,6	-0,9	20,4	-3,6	16,9	-0,9	1023,1	1019,36	25,48	23,15	21,72	1017,11

1958	junio	16,2	-2,4	-2,5	16,4	-0,9	18,1	-3,6	16,2	-0,8	1023,24	1020,99	24	22,71	21,59	1016,93
1958	julio	15,7	-1,6	-1,6	14,8	-1,4	17,9	-2	15,7	-0,4	1022,8	1021,23	23,2	21,23	20,12	1019,15
1958	agosto	14,9	-1,6	-1,2	15	-0,7	17,3	-1,9	15,5	0	1026,23	1021,36	22,93	19,97	19,63	1023,44
1958	septiembre	15,8	-1	-1,1	15,3	-0,4	18,7	-1,3	14,9	-0,5	1023,57	1020,14	22,54	19,44	18,92	1021,2
1958	octubre	17,1	-0,6	-0,4	16,1	0,1	21	-0,6	15,8	-0,1	1024,48	1020,27	21,86	19,22	18,72	1021,38
1958	noviembre	18,9	-0,1	-0,5	17,3	0,2	22,5	-0,5	17,1	0,2	1019,33	1017,48	22,96	19,9	19,37	1014,65
1958	diciembre	20,5	0,6	0,3	19,6	0,6	24,6	0,7	18,5	0,2	1020,52	1017,3	23,67	20,75	19,87	1017,15
1959	enero	21,4	0,2	0	21,2	0,6	25,2	0,6	19,2	-0,2	1021,46	1016,96	24,06	22,44	21,38	1019,77
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1959	febrero	22,7	0,3	0	21,5	0,4	26,1	0,4	20	0,1	1020,15	1016,35	25,1	23,84	22,96	1016,48
1959	marzo	23,7	1,1	0,3	20,1	-0,7	27,2	1	20,2	0,6	1020,33	1016,23	25,47	23,94	22,92	1018,39
1959	abril	22,1	0,3	0,5	18,9	-1	26,7	1	19,1	0,3	1019,84	1016,23	26,17	23,32	22,62	1017,27
1959	mayo	20,2	-0,1	-0,3	17,5	-1	24,1	0,1	17,4	-0,5	1021,51	1017,9	25,01	22,82	21,87	1017,61
1959	junio	18	-0,6	-0,6	16,8	-0,5	21	-0,7	16,7	-0,3	1021	1018,75	23,91	21,47	20,94	1014,65
1959	julio	16,6	-0,7	-0,3	15,4	-0,8	20,1	0,1	15,3	-0,8	1024,86	1021,79	23,24	20,7	19,7	1016,34
1959	agosto	16,6	0,1	-0,2	14,9	-0,9	19,5	0,3	15,5	-0,1	1022,97	1020,2	23,09	20,18	19,22	1016,92
1959	septiembre	16,3	-0,5	-0,1	15,4	-0,3	19,9	-0,2	15,2	-0,3	1021,21	1019,22	22,46	19,79	19,03	1017,4

1959	octubre	17,4	-0,3	0,1	16	0	21,9	0,4	15,4	-0,5	1021,45	1018,62	23,18	19,82	19,29	1016,48
1959	noviembre	18,3	-0,6	-0,2	17,2	0,1	23	-0,1	16,6	-0,3	1022,92	1018,08	23,75	20,22	19,82	1018,98
1959	diciembre	19,3	-0,7	-0,5	19,1	0,1	23,4	-0,5	17,6	-0,7	1022,81	1017,82	24,04	21,62	20,98	1019,99
1960	enero	20,3	-0,9	-0,7	20,9	0,3	24,1	-0,5	18,7	-0,8	1022,17	1017,57	25,41	22,35	22,99	1018,43
1960	febrero	22	-0,4	-0,5	21,3	0,2	25	-0,7	19,7	-0,2	1020,15	1016,38	25,98	23,78	23,58	1017,71
1960	marzo	22,6	-0,1	-0,4	20,5	-0,3	25,8	-0,3	19,7	0,1	1019,44	1015,63	26,65	24,43	23,95	1019,52
1960	abril	21,8	-0,1	0,2	19,3	-0,5	26,2	0,5	18	-0,8	1021,79	1016,84	26,01	24,22	23,42	1019,14
1960	mayo	20	-0,3	-0,3	18	-0,5	23,5	-0,5	17,6	-0,2	1019,04	1017,16	25,79	23,22	22,12	1013,23
1960	junio	17,9	-0,7	-0,3	17	-0,2	21,2	-0,5	16,6	-0,3	1023,87	1020,37	24,58	22	21,2	1020,13
1960	julio	17,4	0,1	0,3	15,8	-0,4	20,5	0,6	15,9	-0,1	1024,07	1020,29	23,33	21,11	20,37	1018,94
1960	agosto	16,6	0,1	0,4	15,7	0	19,8	0,5	15,6	0,1	1027,67	1021,94	22,79	20,13	19,21	1024,34
1960	septiembre	16,3	-0,5	0,1	15,7	0	19,9	-0,2	15,4	0	1020	1019,27	22,34	20,04	19,27	1016,54
1960	octubre	17,1	-0,6	0,1	16,1	0,1	21,8	0,3	15,6	-0,3	1022,61	1019,37	22,65	19,47	19,24	1017,05
1960	noviembre	19,7	0,8	0,6	16,5	-0,6	24,2	1,1	17	0	1024,46	1019,02	23,83	20,66	20,41	1021,48
1960	diciembre	20,1	0,2	0,4	19	0	24,6	0,7	18,7	0,4	1023,66	1018,14	24,15	21,71	21,11	1018,65
1961	enero	21,2	0	0,1	21,1	0,5	25,2	0,6	19,5	0,1	1022,81	1017,24	25,06	23,12	22,82	1020,35
1961	febrero	21,9	-0,5	-0,2	21,8	0,7	25,7	-0,1	19,7	-0,2	1020,96	1016,82	25,51	23,79	23,45	1017,54

1961	marzo	23	0,4	0,1	20,7	-0,1	26,5	0,4	19,7	0,1	1023,37	1017,06	26,28	24,97	24,16	1022,91
1961	abril	21,5	-0,4	-0,1	20,5	0,7	25,6	-0,1	18,5	-0,3	1021,9	1016,73	25,88	24,28	23,49	1020,12
1961	mayo	20,1	-0,1	0,5	18,9	0,4	24,5	0,5	17,9	0,1	1020,99	1018,25	25,7	23,35	22,57	1016,44
1961	junio	17,9	-0,7	-0,2	17	-0,2	21,3	-0,4	16,9	0	1022,26	1019,81	24,5	22,32	21,02	1015,43
1961	julio	16,6	-0,6	-0,5	16,2	0	18,7	-1,2	16,4	0,4	1023,85	1020,54	23,44	21,13	19,79	1018,33
1961	agosto	16,4	-0,1	0,1	16,3	0,5	19	-0,3	15,7	0,1	1022,7	1021,14	22,53	20,33	19,32	1014,72
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1961	septiembre	16,9	0,1	0,2	15,3	-0,4	20,4	0,3	15,6	0,1	1022,54	1019,54	22,58	19,82	19,53	1017,27
1961	octubre	17,3	-0,4	0,2	15,7	-0,3	21,9	0,4	15,4	-0,4	1024,7	1019,96	23,14	20,24	19,42	1022,08
1961	noviembre	18,8	-0,1	0,2	17,4	0,2	23,7	0,6	16,3	-0,6	1021,9	1017,98	23,05	20,03	19,73	1018,9
1961	diciembre	19,1	-0,8	-0,2	18,7	-0,3	23,8	-0,1	17,2	-1,1	1024,17	1018,51	23,81	21,01	20,8	1021,21
1962	enero	21,4	0,2	0,2	21,3	0,7	25,2	0,6	19	-0,5	1020,19	1016,66	24,61	22,49	22,21	1018,9
1962	febrero	22,2	-0,2	-0,1	21,5	0,4	25,6	-0,1	20	0,1	1019,63	1016,23	25,55	23,4	23,07	1017,21
1962	marzo	22,1	-0,5	-0,1	21,1	0,2	25,7	-0,5	19,9	0,3	1019,56	1015,86	26,09	23,77	23,15	1016,18
1962	abril	21,8	-0,1	0,2	19,6	-0,2	25,7	0	19,5	0,7	1018,58	1015,94	26,34	24,09	23,23	1016,99
1962	mayo	20,3	0	0,3	17,8	-0,7	24	0	18,4	0,5	1017,64	1016,49	25,25	22,93	21,93	1014,51
1962	junio	18,9	0,3	0,1	17,2	-0,1	21,5	-0,2	17,5	0,5	1017,39	1017,83	23,99	21,9	20,64	1012,18

1962	julio	16,9	-0,4	-0,6	15,7	-0,5	18,9	-1	16,4	0,3	1024,1	1021,41	22,74	20,45	19,66	1016,93
1962	agosto	16,1	-0,4	-0,3	14,2	-1,5	18,4	-0,8	15,7	0,1	1022,56	1021	21,93	19,66	18,67	1015,78
1962	septiembre	16,1	-0,6	-0,4	14,8	-0,9	19,1	-1	15,7	0,3	1024,63	1020,93	21,9	19,12	18,5	1021,2
1962	octubre	17,6	-0,1	0	15,5	-0,5	21,4	-0,1	16,1	0,2	1022,23	1019,11	22,92	19,24	18,81	1018,67
1962	noviembre	18,9	0	0	15,4	-1,8	23,4	0,3	16,6	-0,4	1022,29	1018,36	23,67	20,18	19,84	1018,24
1962	diciembre	20,1	0,2	0,2	18,6	-0,4	24,5	0,6	18,1	-0,2	1021,57	1017,74	23,92	21,33	20,83	1016,88
1963	enero	22,4	1,2	0,5	19,8	-0,8	25,5	0,8	19,8	0,4	1020,3	1015,83	24,73	22,46	22,05	1018,16
1963	febrero	22,3	-0,2	0,2	20,3	-0,8	25,9	0,1	19,9	0	1020,45	1015,67	25,59	23,68	22,91	1018,48
1963	marzo	23,8	1,2	0,6	20,2	-0,6	27,3	1,1	20,3	0,7	1019,44	1015,8	26,55	24,51	23,42	1019,52
1963	abril	22,4	0,6	0,4	19,5	-0,3	26,2	0,5	19,5	0,7	1019,56	1015,39	26,24	23,55	22,75	1019,05
1963	mayo	22,6	2,4	1,3	18,1	-0,4	26,2	2,2	18,7	0,9	1019,81	1017,01	25,79	23,23	22	1014,04
1963	junio	20,6	2	1,6	18,1	0,8	24,3	2,5	17,8	0,8	1020,24	1018,66	24,35	21,95	20,71	1015,7
1963	julio	18,3	1	0,9	16,3	0	21,6	1,7	16,5	0,4	1021,82	1019,6	23,38	20,9	19,62	1017
1963	agosto	17	0,4	0,9	15,5	-0,2	20,2	0,9	16,4	0,9	1020,78	1019,16	22,53	19,65	18,8	1014,01
1963	septiembre	17,1	0,3	0,6	15,1	-0,6	20,6	0,5	16,3	0,8	1021,22	1019,03	22,7	18,7	18,28	1016,47
1963	octubre	17,6	0	0,3	14,2	-1,8	21,6	0	16,4	0,5	1021,36	1018,92	22,96	19,33	18,81	1016,69
1963	noviembre	19,6	0,7	0,4	15,7	-1,5	23,7	0,6	18,2	1,2	1021,3	1017,58	23,49	20,14	19,66	1017,16

1963	diciembre	21,1	1,1	0,6	18,5	-0,5	24,5	0,7	19,3	1	1020,3	1016,97	24,03	20,88	20,31	1017,09
1964	enero	21,5	0,3	0,4	18,5	-2,1	25,3	0,7	19,8	0,4	1020,34	1016,84	24,98	22,3	21,91	1015,67
1964	febrero	22	-0,4	-0,4	19,4	-1,7	25,2	-0,5	20,1	0,2	1018,55	1015,19	25,72	23,31	22,79	1017,95
1964	marzo	21,8	-0,9	-0,1	19,8	-1	25,4	-0,7	20	0,4	1021,36	1016,67	25,87	24,01	23,18	1018,57
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1964	abril	20,4	-1,5	-0,6	19,3	-0,6	24,7	-1	18,5	-0,3	1019,56	1016,47	25,97	23,26	22,05	1016,28
1964	mayo	19,5	-0,8	-0,5	17,7	-0,8	23,4	-0,6	17,8	0	1020,44	1017,53	25,7	23,03	21,84	1015,72
1964	junio	18,1	-0,5	-0,7	16,3	-1	21,1	-0,7	17	0,1	1019,04	1017,94	24,48	21,15	20,13	1012,6
1964	julio	17,1	-0,2	-0,5	15,3	-0,9	19,5	-0,5	16,4	0,3	1019,73	1019	23,39	20,63	19,57	1011,7
1964	agosto	16,4	-0,1	-0,5	14,8	-1	19	-0,3	15,2	-0,3	1028,17	1022,51	23	19,94	19,08	1024,57
1964	septiembre	16,2	-0,6	-0,9	14,6	-1,1	19	-1	14,9	-0,5	1028,93	1022,65	23,03	19,42	18,72	1028,18
1964	octubre	16,1	-1,6	-1,5	14,7	-1,3	19,3	-2,2	15,6	-0,3	1023,37	1019,88	22,94	19,13	18,55	1019,99
1964	noviembre	18,2	-0,7	-1,2	16,1	-1,1	21,7	-1,4	16,5	-0,4	1023,02	1019,18	23,45	19,86	19,4	1019,45
1964	diciembre	19,5	-0,4	-1,1	18,5	-0,5	23,1	-0,8	17,7	-0,6	1019,04	1016,62	24,08	21,06	21,01	1014,28
1965	enero	21,4	0,2	-0,8	19,6	-1	24,3	-0,4	19,4	-0,1	1020,08	1016,33	24,82	22,95	22,71	1017,39
1965	febrero	23,4	1	-0,2	19,9	-1,2	26,1	0,4	20,4	0,6	1015,89	1014,41	26,25	24,96	24,42	1012,91
1965	marzo	23,5	0,9	0,3	20,7	-0,1	26,9	0,7	19,8	0,2	1020,68	1016,6	26,67	25,21	24,37	1017,42

1965	abril	22,9	1	0,3	18,4	-1,4	26,7	1	19,2	0,4	1019,79	1016,07	26,55	24,32	23,45	1015,49
1965	mayo	21,1	0,9	0,4	17	-1,5	25,1	1	18	0,2	1018,4	1017,03	25,68	23,22	22,45	1014,59
1965	junio	19,1	0,5	-0,3	15,6	-1,7	22,1	0,3	17,1	0,1	1022,44	1020,34	24,72	21,79	21,29	1016,94
1965	julio	17,3	0	-1	14,8	-1,4	19,3	-0,6	16	-0,1	1023,26	1020,74	23,37	20,74	19,9	1017,95
1965	agosto	16,5	0	-0,5	15,3	-0,5	18,8	-0,5	15,5	0	1019,95	1019,31	22,76	19,6	19,01	1014,22
1965	septiembre	17,1	0,3	0	14,6	-1,1	20,1	0,1	15,3	-0,1	1022,73	1019,94	22,45	19,26	18,56	1018,06
1965	octubre	17,7	0	-0,7	15,1	-0,9	20,8	-0,8	16,1	0,2	1024,36	1019,85	22,51	18,88	18,58	1021,9
1965	noviembre	18,4	-0,6	-0,8	16,7	-0,4	22,2	-0,9	16,7	-0,2	1023,19	1018,8	23,33	20,22	19,92	1019,57
1965	diciembre	19,5	-0,5	-0,7	18,4	-0,6	23,1	-0,8	17,9	-0,4	1020,6	1017,54	24,12	21,12	21,01	1014,87
1966	enero	20,8	-0,4	-0,6	20,1	-0,4	24,2	-0,4	18,8	-0,7	1020,98	1017,16	24,89	22,55	22,59	1018,44
1966	febrero	21,9	-0,6	-0,3	20,7	-0,4	25,6	-0,2	19,1	-0,8	1022,04	1017,03	25,95	24,36	23,64	1020,2
1966	marzo	22,6	0	0	20,4	-0,4	26,5	0,4	18,8	-0,8	1019,52	1015,97	26,18	24,07	23,55	1015,19
1966	abril	22,1	0,2	0,1	20,2	0,3	26	0,3	19	0,2	1016,65	1015,07	26,08	23,51	22,7	1015,02
1966	mayo	19,9	-0,4	0,1	17,6	-0,9	24,3	0,3	18	0,2	1018,69	1016,55	24,79	22	21,51	1014,59
1966	junio	19	0,4	0,8	16,2	-1,1	23	1,3	17	0	1021,8	1019,12	23,68	21,07	20,36	1013,61
1966	julio	16,8	-0,5	0,3	16,8	0,6	20	0	16,4	0,3	1025,91	1021,65	22,99	20,68	19,88	1020,05
1966	agosto	16,3	-0,2	-0,2	15	-0,8	19	-0,3	15,8	0,3	1024,05	1020,53	22,3	19,07	18,76	1020,25

1966	septiembre	16,9	0,1	0	14,7	-1	19,9	-0,1	15,7	0,2	1023,67	1020,49	22,09	18,97	18,72	1018,68
1966	octubre	17,1	-0,6	-0,4	15,5	-0,5	20,8	-0,7	16,4	0,5	1021,64	1018,54	22,61	19,11	18,79	1016,41
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1966	noviembre	18,8	-0,1	0,1	16	-1,2	23,1	0	17,3	0,4	1020,26	1017,3	23,28	20,39	20,12	1015,47
1966	diciembre	21,1	1,1	0,8	17,5	-1,5	25,3	1,4	18,9	0,6	1018,44	1015,28	24,61	22,12	21,82	1012,98
1967	enero	22	0,9	0,5	19,8	-0,8	25,7	1,1	19,4	-0,1	1019,89	1016,07	25,18	23,2	23,05	1016,8
1967	febrero	23	0,6	0,3	20,2	-0,9	26,5	0,8	19,8	-0,1	1020,17	1015,47	26,26	24,27	23,9	1017,97
1967	marzo	22,5	-0,1	0	20,3	-0,6	26,5	0,4	18,9	-0,7	1022,17	1016,35	27,04	25,19	24,51	1020,35
1967	abril	21,1	-0,7	-0,5	18,9	-0,9	25,4	-0,3	18	-0,8	1021,5	1017,22	27,14	24,71	23,72	1018,92
1967	mayo	19,8	-0,5	-0,8	17,1	-1,4	23,3	-0,7	17,6	-0,2	1020,69	1018,17	25,6	23,18	21,92	1014,1
1967	junio	17,5	-1,1	-1	15,4	-1,9	20,3	-1,4	16,2	-0,8	1022,48	1020,26	24,58	21,86	20,75	1015,97
1967	julio	16,4	-0,9	-0,9	15,1	-1,1	18,6	-1,4	15,9	-0,2	1023,27	1020,67	23,24	20,48	19,56	1019,97
1967	agosto	16,2	-0,3	-0,8	14,9	-0,8	18,4	-0,8	15	-0,5	1024,89	1022,01	22,79	19,9	18,97	1018,99
1967	septiembre	16,3	-0,5	-0,9	14,9	-0,8	18,9	-1,2	15,4	0	1023,58	1021,02	22,89	19,54	18,81	1019,75
1967	octubre	16,4	-1,2	-1,1	15,5	-0,5	19,9	-1,7	15,5	-0,4	1024,75	1021,04	23,26	19,45	18,69	1018,33
1967	noviembre	19,1	0,1	-1,2	16,5	-0,7	22,1	-1	17,3	0,4	1019,54	1016,93	23,77	20,14	19,27	1017,2
1967	diciembre	20,3	0,3	-0,7	18,2	-0,8	23,2	-0,7	19	0,7	1019,84	1017,57	24,2	21,42	20,9	1013,34

1968	enero	22,1	1	-0,1	19,9	-0,7	24,9	0,3	19,9	0,4	1022,45	1017,89	24,82	22,44	22,05	1018,09
1968	febrero	22,1	-0,3	-0,6	21,1	0	25,5	-0,2	18,9	-0,9	1021,98	1016,99	25,82	24,02	23,39	1019,85
1968	marzo	22,5	-0,2	-0,3	21,2	0,4	26,1	-0,1	18,8	-0,8	1019,82	1016,4	26,63	24,94	24,46	1018,62
1968	abril	22,5	0,6	0	20,2	0,3	26,1	0,3	18,7	-0,1	1016,96	1015,82	26,69	24,3	23,17	1012,31
1968	mayo	20,2	-0,1	-0,3	18,9	0,4	23,9	-0,2	17,7	-0,1	1020,83	1018,15	25,87	23,43	22,5	1015,34
1968	junio	18,5	-0,2	-0,8	17,4	0,2	20,8	-0,9	16,4	-0,5	1020,96	1019,41	24,57	21,88	20,87	1015,58
1968	julio	17	-0,3	-0,1	16,2	0	19,6	-0,3	16	-0,1	1023,85	1021,89	23,68	21	20,15	1018,3
1968	agosto	16,4	-0,2	-0,2	15,9	0,2	19	-0,3	15,4	-0,1	1023,48	1020,39	22,98	20,38	19,55	1022,56
1968	septiembre	17,4	0,6	0,3	16	0,3	20,7	0,7	15,4	0	1019,93	1018,58	22,8	19,59	18,84	1016,28
1968	octubre	18,1	0,4	0,1	16,6	0,6	21,6	0,1	16,2	0,4	1019,53	1018,41	23,23	19,56	19,12	1014,25
1968	noviembre	19,5	0,5	0	16,9	-0,2	23,4	0,3	17,5	0,6	1017,98	1016,69	23,67	20,46	19,88	1015,76
1968	diciembre	20,4	0,4	-0,2	19,1	0,1	23,6	-0,2	19	0,6	1019,35	1017,14	24,67	21,62	21,33	1013,25
1969	enero	21,1	-0,1	0,2	20,5	-0,1	24,7	0	19,7	0,2	1017,54	1015,19	25,15	22,74	22,27	1012,13
1969	febrero	22,5	0,1	0,7	21,4	0,3	26,4	0,7	20,3	0,4	1017,3	1014,74	26,09	24,17	23,22	1014,93
1969	marzo	22,8	0,2	0,9	20,6	-0,3	26,9	0,7	19,8	0,2	1018,41	1015,51	26,65	25,12	23,79	1016,59
1969	abril	22,6	0,7	0,8	19,5	-0,3	26,6	0,9	18,7	-0,1	1020,3	1016,23	26,54	24,08	23,09	1020,4
1969	mayo	19,9	-0,4	0	18,3	-0,2	23,8	-0,2	17,3	-0,5	1021,04	1017,94	26,02	23,39	22,39	1018,86

AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1969	junio	17,6	-1	-0,7	17,3	0	20,4	-1,3	16,8	-0,1	1023,83	1020,4	24,71	22,32	20,96	1020,29
1969	julio	16,6	-0,7	-0,7	16	-0,2	18,8	-1,1	15,6	-0,5	1023,49	1021,29	23,32	21,15	20,22	1017,85
1969	agosto	15,9	-0,7	-0,7	15,2	-0,6	18,4	-0,9	15,5	0	1023,35	1021,03	22,85	20,16	19,43	1017,08
1969	septiembre	16,6	-0,1	-0,6	15,3	-0,4	19,2	-0,8	15	-0,4	1021,71	1019,95	22,87	19,84	19,24	1017,34
1969	octubre	17,6	-0,1	-0,6	16	0	20,7	-0,8	15,7	-0,1	1022,66	1019,47	23,34	20,18	19,11	1018,74
1969	noviembre	19,1	0,2	-0,4	17	-0,2	22,7	-0,3	16,7	-0,3	1022,13	1018,46	23,83	20,52	19,91	1019,22
1969	diciembre	19,8	-0,2	-0,2	18,4	-0,6	23,7	-0,2	17,7	-0,6	1022,69	1018,4	24,38	21,43	21,04	1019,1
1970	enero	20,6	-0,6	-0,6	20,2	-0,4	23,9	-0,8	18,9	-0,6	1022,27	1018,19	25,53	22,89	22,44	1018,22
1970	febrero	22,4	-0,1	-0,5	20,9	-0,2	25,2	-0,5	19,3	-0,6	1020,98	1017,28	26,06	23,9	23,66	1018,09
1970	marzo	22,1	-0,6	-0,4	19,6	-1,2	25,5	-0,6	19,5	-0,1	1019,28	1016,53	26,86	24,68	24,1	1014,55
1970	abril	21,6	-0,3	-0,5	19,3	-0,5	25	-0,8	18,7	-0,1	1021,58	1017,49	26,77	24,15	23,59	1019,35
1970	mayo	19,9	-0,3	-0,5	17,7	-0,8	23,2	-0,8	17,5	-0,3	1018,2	1017,5	26,19	23,63	23,05	1014,67
1970	junio	17,4	-1,2	-0,9	16,5	-0,7	20,3	-1,5	16,7	-0,2	1022,61	1020,61	24,79	22,19	21,74	1016,97
1970	julio	16,5	-0,8	-0,8	15,6	-0,7	18,9	-1	15,7	-0,4	1023,94	1021,38	23,52	21,32	20,28	1017,71
1970	agosto	15,8	-0,8	-0,6	15	-0,8	18,5	-0,7	15	-0,5	1029,32	1022,93	22,94	20,25	19,61	1025,04
1970	septiembre	15,9	-0,9	-0,6	15,3	-0,3	19,3	-0,7	15	-0,4	1023,61	1020,27	22,86	19,71	19,01	1019,82

1970	octubre	16,9	-0,7	-0,6	15,9	-0,1	20,7	-0,8	15,4	-0,4	1018,71	1017,45	23,26	19,88	19,16	1015,52
1970	noviembre	19,1	0,1	-0,1	17,4	0,3	22,9	-0,2	16,7	-0,3	1021,17	1018,01	23,89	20,42	19,93	1017,86
1970	diciembre	19,9	0	-0,2	19,1	0,1	23,6	-0,2	18,1	-0,2	1018,24	1016,57	24,32	21,27	21,04	1014,57
1971	enero	21,6	0,4	-0,2	21	0,4	24,5	-0,1	19,6	0,1	1019,31	1015,89	25,32	23,05	22,4	1016,1
1971	febrero	22,8	0,3	0	21	-0,1	25,7	-0,1	19,8	-0,1	1020,22	1015,27	26,49	24,5	23,72	1019,79
1971	marzo	23,2	0,6	0,1	20,7	-0,1	26,6	0,4	19,6	0	1020,35	1015,73	27,24	25,17	24,25	1018,7
1971	abril	22,3	0,4	0,2	20,1	0,2	26,5	0,8	18,1	-0,7	1017,93	1015,4	27	24,73	23,84	1015,52
1971	mayo	21,4	1,1	0,7	18,7	0,2	25,5	1,5	17,6	-0,2	1020,36	1017,42	26,53	24,27	22,93	1016,3
1971	junio	19,7	1,1	0,1	17,4	0,1	22,4	0,7	17	0,1	1022,12	1019,7	25,36	22,8	21,39	1017,75
1971	julio	17,8	0,5	-0,1	16,4	0,2	20	0,1	16	-0,1	1024,23	1021,29	24,3	21,28	20,04	1018,06
1971	agosto	16,6	0,1	-0,4	16,1	0,3	19	-0,2	15,2	-0,3	1023,99	1021,12	23,68	20,91	19,85	1017,27
1971	septiembre	17	0,2	-0,4	15,8	0,1	20,1	0	15,5	0,1	1022,82	1020,5	23,4	19,97	19,08	1021,46
1971	octubre	16,9	-0,8	-0,7	16,1	0,1	20,6	-0,9	15,7	-0,2	1023,54	1020,35	23,67	20,41	19,57	1020,34
1971	noviembre	18,3	-0,6	-1,2	17,2	0	21,3	-1,8	17	0	1023,78	1019,62	24,34	21,78	20,77	1020,06
1971	diciembre	19,3	-0,7	-1,5	19,1	0,1	21,6	-2,2	18,3	0	1020,99	1018,01	25,27	23,27	22,12	1016,32
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1972	enero	22	0,8	-0,1	20,3	-0,3	24,2	-0,5	20,6	1,2	1017,73	1015,42	26,26	24,14	23,35	1012,72

1972	febrero	22,3	-0,1	0	21,1	0	25,3	-0,5	20,4	0,5	1019,84	1016,15	26,65	24,75	23,99	1018,82
1972	marzo	23,2	0,6	-0,5	20,5	-0,4	25,5	-0,6	20,4	0,8	1018,14	1015,68	27,37	24,77	24,1	1016,05
1972	abril	22,1	0,3	-0,7	19,6	-0,2	24,7	-1	19,5	0,7	1019,66	1016,37	26,76	24,12	23,22	1017,18
1972	mayo	20,1	-0,2	-0,2	18,6	0,1	23,6	-0,4	18	0,2	1018,63	1016,95	25,81	22,93	21,96	1014,18
1972	junio	18,8	0,1	-0,4	17	-0,2	21,2	-0,5	17,7	0,8	1021,65	1019,85	24,79	22,19	21,32	1014,31
1972	julio	18,2	0,9	0,4	16,7	0,5	20,6	0,6	16,7	0,6	1023,15	1020,41	23,49	21,12	20	1019,86
1972	agosto	17,2	0,7	-0,3	16,6	0,8	18,5	-0,7	16,3	0,7	1022,12	1019,55	22,82	20,24	19,23	1018,62
1972	septiembre	17,9	1,1	-0,2	16,4	0,7	19,6	-0,4	16,6	1,1	1022,91	1020,14	22,41	19,2	18,61	1017,17
1972	octubre	18,6	1	0,2	16,4	0,4	21,4	-0,2	17,3	1,4	1022,05	1019,09	22,66	19,1	18,61	1017,01
1972	noviembre	20,1	1,2	0,4	17,4	0,3	23,5	0,4	18,2	1,3	1020,12	1017,78	23,24	19,86	19,8	1014,06
1972	diciembre	21,9	1,9	1	19,3	0,3	25,5	1,6	19,6	1,2	1020,12	1017,24	23,75	20,94	20,67	1014,19
1973	enero	22,7	1,5	1,5	20,7	0,2	26,8	2,2	20,2	0,8	1020,79	1017,75	25,01	23,27	22,72	1016,26
1973	febrero	23,4	1	0,9	21,3	0,2	27	1,3	21,1	1,2	1019,58	1016,1	26,36	25,05	24,52	1017,49
1973	marzo	23,6	0,9	0,7	21	0,2	27	0,8	20,5	0,9	1019,48	1015,91	27,09	25,09	24,51	1018,69
1973	abril	23,1	1,2	1	20,1	0,3	27	1,3	19,7	1	1018,56	1015,54	27,03	24,58	23,58	1018,39
1973	mayo	21,9	1,6	1,2	18,8	0,3	25,3	1,3	18,6	0,8	1021,3	1017,54	26,08	23,87	22,85	1019,54
1973	junio	19,9	1,3	0,9	16,9	-0,4	22,9	1,2	17,6	0,6	1020,76	1018,91	24,46	22,31	21,35	1014,76

1973	julio	19,1	1,9	1,6	15,8	-0,4	22,3	2,3	16,8	0,7	1021,7	1019,85	23,24	21,23	20	1017,17
1973	agosto	18,1	1,6	1,2	15,8	0,1	21,1	1,8	15,8	0,3	1021,19	1019,26	22,65	20,27	19,4	1017,65
1973	septiembre	18,4	1,6	1,2	15,5	-0,2	21,9	1,9	15,7	0,3	1020,95	1019,6	22,9	20,2	19,29	1015,17
1973	octubre	18,4	0,8	1	16,4	0,4	22,9	1,3	16,3	0,4	1018,86	1017,17	23,12	20,14	19,37	1016,78
1973	noviembre	19,9	1	0,8	17,5	0,3	24	0,9	18	1,1	1021,17	1018,12	23,61	20,39	19,94	1017,03
1973	diciembre	20,5	0,5	0,3	19,4	0,4	23,9	0	19	0,7	1021,88	1017,83	24,3	21,42	21,15	1018,06
1974	enero	21,9	0,7	0,4	21,6	1	25,1	0,4	20,1	0,6	1021,07	1016,21	25,28	22,99	22,59	1020,18
1974	febrero	22,9	0,5	0,1	21,6	0,5	25,9	0,2	20,1	0,2	1018,18	1014,62	26,11	24,58	23,59	1017,17
1974	marzo	23,1	0,5	0	21,2	0,3	26,6	0,5	19,4	-0,2	1018,75	1014,81	26,51	24,39	23,37	1017,74
1974	abril	23,2	1,3	0,5	20,2	0,4	27,1	1,4	18,8	0	1016,99	1015,37	27	24,68	23,89	1013,11
1974	mayo	22,1	1,9	1,2	18,8	0,3	26,2	2,2	18	0,2	1020,9	1017,99	26,08	23,65	22,71	1014,56
1974	junio	20,1	1,4	0,8	17,2	0	23,1	1,4	17,5	0,5	1020,12	1018,08	25,51	22,67	21,63	1016,21
1974	julio	18,7	1,4	0,9	16	-0,3	21,4	1,4	16,5	0,4	1022,6	1020,62	23,82	21,61	20,62	1017,17
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1974	agosto	17,3	0,8	0,5	15,8	0	19,9	0,6	16,4	0,9	1020,09	1019,82	22,68	20,2	19,43	1015,45
1974	septiembre	17,4	0,6	0,2	16	0,3	20,5	0,5	15,7	0,3	1023,68	1020,53	22,89	20,01	19,23	1019,11
1974	octubre	18,1	0,4	-0,2	15,9	-0,1	21,5	-0,1	16,1	0,2	1020,94	1018,92	23,25	19,93	19,34	1016,27

1974	noviembre	19,6	0,7	-0,3	17,9	0,8	23	-0,1	17,6	0,6	1020,31	1017,66	23,99	20,94	20,47	1017,51
1974	diciembre	20,5	0,5	-0,2	19,2	0,2	23,8	0	18,7	0,4	1018,9	1016,75	25,1	22,46	22,32	1014,62
1975	enero	21	-0,2	-0,4	20,4	-0,2	24,4	-0,3	19,2	-0,2	1022,07	1017,57	25,61	23,49	23,19	1018,43
1975	febrero	22,6	0,2	-0,4	20,9	-0,2	25,7	-0,1	19,8	-0,1	1017,67	1015,61	26,61	24,86	24,31	1014,67
1975	marzo	23,1	0,5	-0,2	20,7	-0,1	26,2	0,1	19,7	0,1	1019,35	1016,12	26,95	24,86	23,77	1018,63
1975	abril	22,2	0,3	-0,1	20,3	0,5	25,7	0	18,7	0	1018,74	1015,86	26,62	24,02	22,77	1016,42
1975	mayo	20,6	0,4	0	18,5	0	24,4	0,4	18,2	0,4	1018,12	1016,4	25,65	22,67	21,65	1013,96
1975	junio	19,6	0,9	0,4	17,2	-0,1	22,4	0,7	17,3	0,4	1020,26	1019,12	23,99	21,26	20,4	1014,08
1975	julio	17,6	0,3	0	16,1	-0,1	20,3	0,3	16,1	0,1	1023,41	1020,15	22,93	20,48	19,55	1018,13
1975	agosto	16,8	0,2	0	15,4	-0,3	19,5	0,2	15,5	0	1028,5	1022,83	22,46	19,85	19,09	1023,44
1975	septiembre	16,4	-0,4	0,1	15,5	-0,2	20,1	0,1	14,8	-0,7	1023,79	1020,43	22,56	19,65	18,97	1020,79
1975	octubre	17,2	-0,5	-0,1	15,9	-0,1	21,4	-0,1	15,5	-0,4	1023,41	1019,7	22,69	19,56	18,9	1020,32
1975	noviembre	18,4	-0,6	-0,1	17,9	0,8	23,1	0	16,5	-0,4	1022,12	1018,59	23,29	20,4	20,02	1017,83
1975	diciembre	19,6	-0,4	-0,4	19,4	0,4	23,4	-0,5	17,6	-0,7	1022,64	1017,75	24,41	22,4	21,77	1019,85
1976	enero	20,8	-0,4	-0,4	20,6	0	24,4	-0,2	18,6	-0,9	1019,77	1016,28	25,44	23,73	23,3	1016,05
1976	febrero	22,4	-0,1	-0,2	21,9	0,8	25,7	0	19,2	-0,7	1021,56	1016,35	26,04	24,41	23,61	1019,81
1976	marzo	22,5	-0,2	-0,2	21,6	0,8	26,1	0	19	-0,7	1021,82	1016,21	26,66	24,5	23,66	1020,42

1976	abril	21,5	-0,4	-0,3	20	0,2	25,2	-0,6	18,3	-0,5	1020,9	1017,37	26,84	24,36	23,54	1015,91
1976	mayo	20,5	0,2	-0,3	18,6	0,1	23,9	-0,1	17,7	-0,2	1020,92	1018,28	26,01	23,3	22,5	1017,04
1976	junio	17,8	-0,9	-1,3	17,4	0,1	20,3	-1,4	16,9	-0,1	1021,87	1020,45	24,77	22,33	21,17	1014,13
1976	julio	16,6	-0,6	-1,4	16,1	-0,1	18,4	-1,5	16,1	0	1026,02	1022,57	23,89	21,32	20,07	1021,31
1976	agosto	16,3	-0,2	-0,9	15,4	-0,3	18,4	-0,8	15,3	-0,2	1026,17	1022,49	23,04	20,26	19,42	1021,47
1976	septiembre	16,7	-0,1	-0,5	15,3	-0,3	19,7	-0,3	15,3	-0,1	1022,58	1020,75	23,35	20,12	19,41	1018,23
1976	octubre	17,1	-0,5	-1	16,1	0,1	20,5	-1,1	15,8	-0,1	1023,71	1019,42	23,63	20,38	19,96	1023,45
1976	noviembre	19	0,1	-0,6	18,1	0,9	22,9	-0,2	16,2	-0,7	1021	1018,6	24,25	21,14	20,69	1016,21
1976	diciembre	19,6	-0,3	-0,6	18,9	-0,1	23,1	-0,7	18,4	0	1018,01	1016,77	24,88	22,3	22,16	1012
1977	enero	21,4	0,2	-0,5	20,5	-0,1	24,1	-0,5	19,8	0,3	1020,08	1016,85	25,59	23,38	23,15	1014
1977	febrero	23,6	1,2	0,2	21,2	0,1	26,5	0,8	20	0,1	1021,3	1016,95	26,8	24,71	24,45	1018,77
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1977	marzo	23,5	0,9	0,2	20,8	0	26,8	0,7	19,6	0	1021	1016,69	27,28	25,11	24,37	1018,16
1977	abril	22,1	0,2	-0,1	20,3	0,5	25,6	-0,1	18,9	0,1	1018,1	1015,93	27,05	24,64	23,58	1014,52
1977	mayo	20	-0,3	-0,1	19	0,5	24,3	0,3	17,3	-0,5	1022,56	1018,69	26,03	23,38	22,36	1019,24
1977	junio	18,1	-0,6	-0,1	17,9	0,6	21,4	-0,3	16,5	-0,5	1022,71	1020,28	24,45	22,06	21,01	1016,21
1977	julio	17,3	0	-0,3	16,6	0,3	19,9	0	15,7	-0,4	1023,73	1021,54	23,3	21,06	19,89	1016,82

1977	agosto	16,8	0,3	0,4	16	0,2	19,8	0,6	15,4	-0,1	1021,01	1019,91	22,79	20,04	19,31	1016,64
1977	septiembre	16,8	0	0,4	15,6	-0,1	20,6	0,6	15,2	-0,3	1026,59	1021,82	22,69	19,58	19,08	1023,22
1977	octubre	18	0,3	0,2	16,5	0,5	22	0,5	15,5	-0,3	1024,86	1020,84	23,12	19,96	19,46	1020,74
1977	noviembre	18,5	-0,4	0	17,4	0,3	22,8	-0,3	16,8	-0,1	1023	1019,18	23,85	20,72	20,11	1018,83
1977	diciembre	19,1	-0,8	-0,7	18,5	-0,5	22,6	-1,3	18,4	0	1020,14	1018,1	24,44	21,57	21	1013,63
1978	enero	20,4	-0,8	-0,6	20,2	-0,4	23,5	-1,1	19,3	-0,1	1022,41	1018,63	25,06	22,71	22,19	1018,32
1978	febrero	21,1	-1,3	-0,9	21,1	0	24,3	-1,4	19,7	-0,2	1022,56	1017,99	25,99	23,97	23,26	1020,41
1978	marzo	21,3	-1,3	-1,1	20,6	-0,2	24,3	-1,8	19,5	-0,1	1021,7	1017,83	26,53	24,55	23,66	1018,93
1978	abril	19,9	-2	-1,7	19,4	-0,4	23,2	-2,5	18,6	-0,2	1022,57	1018	26,36	24,05	23,13	1020,93
1978	mayo	19,4	-0,9	-1,2	19,2	0,7	22,1	-2	17,6	-0,2	1020,3	1018,28	25,72	23,35	22,2	1015,23
1978	junio	18,6	0	-0,3	18,5	1,2	21	-0,7	16,9	0	1021,82	1020,23	24,17	21,99	20,86	1015,71
1978	julio	17,7	0,4	0,1	17,1	0,8	19,9	-0,1	16,1	0	1026,44	1021,88	23,38	21,01	20,07	1023,85
1978	agosto	16,5	-0,1	-0,2	16,8	1	19	-0,2	15,5	0	1027,87	1023,24	22,62	19,76	19,01	1026,51
1978	septiembre	15,9	-0,9	-0,4	16,7	1	19,2	-0,8	15,1	-0,3	1026,7	1022,28	22,59	19,09	18,4	1024,48
1978	octubre	17,1	-0,5	-0,3	16,4	0,4	21,1	-0,4	15,3	-0,6	1022,47	1019,75	22,81	19,01	18,62	1020,46
1978	noviembre	19	0,1	-0,1	18,4	1,2	23,1	0	16,7	-0,2	1023,26	1019,53	23,59	20,17	19,89	1017,88
1978	diciembre	20	0,1	0,2	19,5	0,5	24,2	0,4	18,6	0,3	1020,74	1018,04	24,2	21,2	21,29	1016,63

1979	enero	21,1	0	0,1	20,7	0,1	24,7	0	19,5	0	1021,26	1016,8	25,52	23,39	23,27	1018,91
1979	febrero	21,9	-0,6	-0,1	20,8	-0,3	25,4	-0,3	19,9	0	1020,48	1016,7	26,46	24,71	24,34	1016,8
1979	marzo	21,4	-1,2	-0,4	20,7	-0,1	25,4	-0,8	19,4	-0,2	1019,49	1016,42	26,86	24,7	23,91	1017,92
1979	abril	21	-0,9	-0,1	20,2	0,4	25,1	-0,6	18,9	0,1	1015,82	1015,59	26,87	24,53	23,22	1011,48
1979	mayo	20,3	0	0	18,9	0,4	24	0	17,9	0,1	1020,85	1018	26,55	23,96	22,66	1017,88
1979	junio	19,1	0,5	0,2	17,9	0,6	21,8	0,1	17,4	0,5	1021,17	1020,03	24,85	22,42	21,41	1013,58
1979	julio	17,3	0	0,3	16,6	0,4	20,2	0,2	16,1	0	1024,19	1021,65	23,39	21,05	19,9	1020,25
1979	agosto	16,6	0	0,2	16,5	0,8	19,4	0,1	15,5	0	1022,33	1019,51	22,69	19,82	19,07	1022,63
1979	septiembre	16,9	0,1	0,1	16,1	0,4	20	-0,1	15,6	0,2	1022,89	1020,08	22,78	19,23	18,78	1022,14
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1979	octubre	17,7	0	0,2	16,6	0,6	21,7	0,1	15,8	-0,1	1022,59	1019,62	22,95	19,58	18,94	1021,04
1979	noviembre	18,2	-0,7	0	17,8	0,7	22,9	-0,2	16,6	-0,4	1019,94	1017,56	23,32	20,06	19,76	1016,26
1979	diciembre	19,1	-0,9	-0,1	19,1	0,1	23,4	-0,5	18,2	-0,1	1018,69	1017,37	23,71	21,3	21,07	1014,03
1980	enero	20,1	-1	-0,6	20,6	0,1	23,5	-1,1	19,7	0,2	1021,58	1018	25,44	23,64	23,69	1019,48
1980	febrero	21,6	-0,8	-0,5	20,6	-0,5	25,1	-0,6	19,7	-0,2	1019,07	1016,08	26,53	24,94	24,45	1018,2
1980	marzo	22	-0,6	-0,5	20,6	-0,2	25,4	-0,7	19,7	0,1	1017,34	1016,18	26,9	25,43	24,58	1013
1980	abril	21,5	-0,3	0	19,6	-0,2	25,5	-0,2	18,7	0	1017,6	1015,98	26,83	24,81	23,91	1015,89

1980	mayo	20	-0,2	-0,2	18,8	0,3	23,5	-0,5	17,8	0	1021,54	1018,85	26,15	23,92	22,82	1015,76
1980	junio	17,9	-0,7	-0,6	16,9	-0,4	20,7	-1,1	16,7	-0,3	1024,2	1020,69	24,87	22,9	21,74	1021,94
1980	julio	16,9	-0,4	-0,3	16,8	0,6	19,2	-0,7	16,3	0,2	1022,39	1020,43	24,01	21,63	20,65	1017,68
1980	agosto	17,5	0,9	0,1	15,7	-0,1	19,6	0,4	15,7	0,2	1024,48	1021,64	23,12	20,86	20	1018,98
1980	septiembre	17,3	0,5	0,2	15,6	-0,1	20,6	0,6	15,8	0,4	1020,73	1019,43	23,23	20,47	19,79	1016,23
1980	octubre	17,9	0,2	0,1	16,4	0,4	21,7	0,2	15,8	-0,1	1022,95	1020,07	23,84	20,66	20,14	1019,71
1980	noviembre	18,9	0	-0,3	18	0,8	22,9	-0,2	17	0	1024,63	1019,85	24,41	21,29	20,98	1024,19
1980	diciembre	19,4	-0,6	-0,6	19,9	0,9	23,2	-0,7	18	-0,3	1019,33	1017,48	25,44	22,97	22,63	1015,68
1981	enero	21,4	0,2	0	21,5	0,9	24,8	0,1	19,5	0	1020,86	1017,52	26,41	24,2	24,16	1020,96
1981	febrero	21,9	-0,5	-0,4	22,4	1,3	25,2	-0,5	19,5	-0,4	1021,47	1016,93	27,04	25,26	25,06	1020,15
1981	marzo	21,3	-1,3	-0,9	22	1,2	24,7	-1,4	19	-0,6	1021	1017,51	27,49	25,63	24,91	1017,45
1981	abril	21,5	-0,4	-0,4	20,5	0,7	25,1	-0,6	18,8	0	1020,31	1016,86	27,53	25,24	24,28	1018,17
1981	mayo	19,8	-0,5	-0,7	18,8	0,3	22,9	-1,1	17,7	-0,1	1018,4	1017,41	27,01	24,45	23,53	1016,81
1981	junio	18,2	-0,4	-0,4	17,8	0,5	21	-0,7	16,5	-0,5	1024,87	1021,37	25,6	23,42	22,54	1019,94
1981	julio	17,1	-0,1	-0,4	16,6	0,3	19,4	-0,5	15,9	-0,2	1020,87	1020,45	24,4	21,98	21,04	1015,11
1981	agosto	16,6	0,1	0	16	0,3	19,2	-0,1	15,1	-0,4	1020,68	1020,06	23,49	20,81	20,04	1019,12
1981	septiembre	17,4	0,6	0,2	15,9	0,2	20,4	0,3	15,4	0	1020,88	1019,89	23,73	20,58	19,88	1016,26

1981	octubre	18,8	1,1	0,6	16	0	22,6	1	16,2	0,3	1019,98	1018,49	23,92	20,11	19,8	1014,61
1981	noviembre	19,6	0,7	0,6	17,5	0,4	23,8	0,8	17,1	0,2	1023,53	1019,1	24,54	21,16	20,98	1020,57
1981	diciembre	19,9	-0,1	0,2	18,9	-0,1	23,9	0,1	18	-0,4	1023,71	1018,94	25,02	22,34	21,99	1020,75
1982	enero	19,8	-1,4	-0,4	21,1	0,5	23,5	-1,1	18,9	-0,5	1021,12	1017,4	25,85	23,91	23,14	1017,89
1982	febrero	21,5	-0,9	-0,2	21,7	0,6	25,4	-0,3	18,9	-1	1021,41	1016,97	26,48	24,98	23,96	1018,72
1982	marzo	21,6	-1	-0,3	21,8	1	25,7	-0,5	18,9	-0,7	1022,31	1016,92	27,15	25,2	24,09	1022,14
1982	abril	20,6	-1,3	-0,8	20,6	0,8	24,6	-1,1	17,8	-0,9	1021,5	1017,27	27,19	25,03	23,98	1020
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1982	mayo	18,5	-1,7	-1,2	18,9	0,4	22,3	-1,7	17,1	-0,7	1016,54	1017,02	26,76	24,09	22,95	1011,3
1982	junio	17,5	-1,1	-1,3	17,4	0,2	20,1	-1,6	16,7	-0,2	1022,51	1021	25,28	22,76	21,63	1016,02
1982	julio	16,9	-0,4	-0,7	16,8	0,6	18,9	-1,1	16,1	0	1025,53	1021,9	24,24	21,99	20,72	1020,1
1982	agosto	15,7	-0,9	-1	16	0,3	18	-1,3	15	-0,5	1025,38	1022,43	23,37	20,74	19,74	1018,63
1982	septiembre	16,5	-0,3	-0,6	16,7	1	19	-1	15,7	0,2	1021,56	1019,93	23,13	20,13	19,25	1017,15
1982	octubre	17,9	0,2	-0,5	16,6	0,6	20,9	-0,6	16,4	0,5	1022,19	1019,65	23,39	20,1	19,48	1019,42
1982	noviembre	18,5	-0,4	-1	16,9	-0,2	22,1	-1	17	0	1020,83	1018,41	24,13	20,97	20,37	1016,17
1982	diciembre	20	0	-0,3	18,6	-0,4	23,6	-0,3	18,2	-0,1	1020,24	1018,22	24,6	21,93	21,61	1014,41
1983	enero	21,3	0,1	0,3	19,9	-0,6	25	0,4	19,7	0,3	1019,35	1016,96	25,31	23,15	22,8	1013,99

1983	febrero	22,4	-0,1	0,5	21	-0,1	26,3	0,5	19,8	-0,1	1022,95	1017,72	26,12	23,99	23,74	1021,94
1983	marzo	21,4	-1,2	0,1	21,2	0,3	26	-0,2	18,9	-0,7	1023,19	1017,82	26,8	24,79	24,01	1021,51
1983	abril	20,9	-1	-0,4	19,9	0,1	24,7	-1	18,7	-0,1	1018,15	1016,21	26,65	24,55	23,42	1014,65
1983	mayo	19,6	-0,7	-0,9	18,1	-0,4	22,7	-1,3	17,8	0	1020,5	1017,95	26,02	23,65	22,61	1015,55
1983	junio	18,1	-0,5	-1,1	17,6	0,3	20,1	-1,7	16,7	-0,3	1021,86	1020,27	25,1	22,77	21,59	1015,64
1983	julio	16,4	-0,9	-1,1	16,6	0,3	18,2	-1,8	15,5	-0,6	1021,57	1020,58	23,79	21,59	20,43	1018,37
1983	agosto	16,4	-0,1	-0,5	15,9	0,2	18,4	-0,9	15,3	-0,2	1023,52	1021,85	22,98	20,6	19,51	1016,78
1983	septiembre	17,4	0,7	0	15,2	-0,5	20	0	15,6	0,2	1020,56	1019,97	22,69	19,53	18,72	1014,92
1983	octubre	17,9	0,2	-0,2	15,7	-0,3	21,3	-0,2	15,8	-0,1	1024,49	1020,14	23,09	19,62	18,89	1020,55
1983	noviembre	18,9	-0,1	-0,2	16,8	-0,4	22,9	-0,2	16,6	-0,4	1021,24	1018,81	23,57	19,97	19,74	1020,46
1983	diciembre	20,5	0,5	0,2	19	0	24,1	0,2	18,7	0,4	1019,7	1017,76	24,33	21,21	20,67	1013,86
1984	enero	22,2	1	0,3	20,7	0,2	25	0,4	20,6	1,2	1016,47	1015,03	25,07	22,92	22,29	1011,25
1984	febrero	24,1	1,7	0,8	21,2	0,1	27,2	1,5	20,5	0,6	1017,1	1014,11	26,1	24,43	23,47	1014,64
1984	marzo	25,1	2,4	1,3	20,9	0	28,2	2	20,4	0,8	1018,12	1015,04	26,41	24,52	23,52	1015,53
1984	abril	23,6	1,7	1	19,8	0	27,1	1,4	19,8	1	1019,78	1016,2	26,09	23,76	22,91	1015,69
1984	mayo	21,3	1	1	18,5	0	25,3	1,3	18,1	0,3	1019,13	1017,05	25,48	23,14	21,97	1012,92
1984	junio	20,5	1,9	1,8	17,1	-0,2	24,4	2,6	17,5	0,6	1018,66	1018,19	24,11	22,22	20,93	1013,12

1984	julio	18,4	1,2	1,6	15,7	-0,5	22,3	2,4	16,3	0,2	1021,83	1019,77	23,01	21,02	19,69	1016,57
1984	agosto	18,4	1,9	2	16	0,2	22,1	2,9	15,7	0,2	1020,67	1019,63	22,61	20,45	19,23	1016,94
1984	septiembre	18,5	1,8	1,7	15,8	0,1	22,4	2,4	15,9	0,4	1018,62	1018,57	22,66	20,05	19,17	1013,95
1984	octubre	18,9	1,2	0,8	15,8	-0,2	23,2	1,6	15,9	0	1024,68	1020,12	23,1	19,99	19,15	1020,51
1984	noviembre	18,8	-0,2	-0,1	17	-0,1	23	-0,1	17	0,1	1021,62	1018,29	23,48	20,2	19,66	1016,96
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1984	diciembre	20	0	0,5	19,7	0,7	24,3	0,4	18,4	0,1	1018,79	1016,03	24,2	21,51	21,63	1014,24
1985	enero	21,3	0,1	0,2	20,7	0,1	24,8	0,1	19,4	0	1018,85	1015,99	25,25	23,17	23,13	1015,76
1985	febrero	23	0,6	0,1	21	-0,1	26	0,2	20,2	0,3	1018,36	1015,2	26,41	25,18	24,24	1015,73
1985	marzo	22,1	-0,5	-0,3	20,7	-0,2	25,8	-0,3	19	-0,6	1018,75	1015,11	26,81	25,18	24,02	1016,71
1985	abril	21,6	-0,3	-0,1	20,7	0,9	25,5	-0,2	18,6	-0,2	1020,39	1016,08	26,74	24,72	23,3	1018,63
1985	mayo	20,4	0,1	0,3	19,1	0,6	24,3	0,3	17,7	-0,1	1020,12	1017,67	25,86	23,56	22,18	1014,21
1985	junio	18,4	-0,2	0,1	17,7	0,4	21,6	-0,1	16,8	-0,1	1019,17	1019,26	24,62	21,86	21,04	1011,12
1985	julio	17,1	-0,2	0,2	16,6	0,3	20	0,1	16,2	0,1	1023,63	1020,87	23,51	21,08	19,95	1018,2
1985	agosto	16,1	-0,5	0,3	16,3	0,5	19,2	0	15,8	0,3	1023,25	1021,05	22,9	20,18	19,42	1015,53
1985	septiembre	16,7	-0,1	0,4	16,3	0,6	20,4	0,4	15,7	0,3	1021,01	1019,31	22,86	19,85	18,9	1016,59
1985	octubre	17,9	0,2	0,5	16,5	0,5	22,1	0,5	16	0,1	1020,93	1018,36	23,32	19,86	19,29	1016,47

1985	noviembre	18,8	-0,1	0,2	17,3	0,1	23,1	0	17,8	0,8	1019,34	1017,5	23,77	20,58	19,95	1014,54
1985	diciembre	20,6	0,6	0	18,6	-0,4	23,9	0,1	19,2	0,9	1020,05	1017,01	24,31	21,28	21,15	1016,53
1986	enero	21,3	0,1	0	20,1	-0,4	24,9	0,3	19,7	0,2	1019,72	1016,81	25,26	23,3	22,68	1015,54
1986	febrero	23,1	0,6	0,5	21,2	0,1	26,5	0,8	20	0,1	1017,96	1015,45	26,12	24,45	23,73	1013,87
1986	marzo	23,4	0,8	0,8	21,2	0,4	27,4	1,2	19,9	0,3	1021,09	1016,77	26,41	24,8	23,64	1017,26
1986	abril	22,8	0,9	0,4	20,1	0,3	26,5	0,8	19	0,3	1017,89	1015,45	26,13	23,99	22,87	1014,66
1986	mayo	20,8	0,5	0,7	18,9	0,4	24,8	0,8	18,5	0,7	1016,86	1016,61	25,47	23,38	22,28	1011,19
1986	junio	19,2	0,6	0,7	17,7	0,4	22,3	0,6	17,8	0,8	1021,06	1019,31	24,55	22,06	21,22	1016,85
1986	julio	16,9	-0,4	0,1	16,6	0,3	19,6	-0,4	16,6	0,5	1021,18	1021,11	23,59	21,23	20,21	1011,93
1986	agosto	16,8	0,2	0	16,1	0,4	18,8	-0,4	16,5	0,9	1023,32	1020,83	22,92	20,55	19,53	1019,63
1986	septiembre	16,6	-0,1	-0,2	16,3	0,6	19,4	-0,6	16,1	0,7	1024,31	1021,06	22,48	19,44	18,67	1019,99
1986	octubre	17,4	-0,3	-0,4	17	1	20,6	-1	16,7	0,8	1022,36	1019,87	22,87	19,49	18,85	1017,66
1986	noviembre	18,6	-0,3	-0,6	17,5	0,3	22	-1	17,7	0,7	1023,87	1019,43	23,62	20,46	19,85	1019,55
1986	diciembre	19,6	-0,4	-0,5	19,7	0,7	23	-0,8	18,8	0,5	1021,33	1018,51	24,53	21,7	21,34	1017,68
1987	enero	19,9	-1,3	-0,7	21,5	0,9	23,3	-1,3	19,4	-0,1	1019,42	1017,7	25,4	23,17	22,75	1014,08
1987	febrero	22,1	-0,3	0	21,9	0,8	25,5	-0,2	20,1	0,2	1020,72	1017,16	26,22	24,57	23,92	1018
1987	marzo	21,4	-1,3	0,1	21,5	0,7	25,3	-0,8	19,6	0	1019,98	1016,02	26,61	24,69	23,7	1018,2

1987	abril	21,4	-0,5	0,6	20,5	0,7	25,8	0,1	18,6	-0,2	1019,27	1016,92	26,78	24,58	23,48	1014,62
1987	mayo	20,6	0,4	0,9	19,6	1,1	24,5	0,5	18,5	0,7	1017,14	1016,45	26,15	23,88	22,71	1011,09
1987	junio	18,5	-0,1	0,9	18	0,7	22,1	0,4	17,5	0,6	1021,87	1020,42	25	23,05	21,88	1016,36
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1987	julio	17,6	0,4	1,1	17,3	1,1	20,9	1	16,6	0,5	1023,76	1020,24	23,76	21,57	20,46	1019,55
1987	agosto	16,6	0	0,9	16,5	0,8	19,7	0,5	16	0,5	1022,52	1020,01	23,11	20,44	19,57	1018,29
1987	septiembre	16,6	-0,1	0,5	16,9	1,3	20,3	0,3	15,7	0,3	1025,13	1021,44	23,26	20,6	19,49	1020,42
1987	octubre	18,2	0,5	0,9	16,8	0,8	22,6	1	16,1	0,2	1020,47	1018,43	23,44	20,43	19,61	1016,58
1987	noviembre	19,4	0,5	0,8	17,9	0,8	24,2	1,1	17,4	0,5	1021,07	1018,36	24,05	20,79	20,08	1019,66
1987	diciembre	20,1	0,2	0,5	20	1	24,1	0,3	18,9	0,6	1020,76	1017,94	24,7	21,41	21,14	1016,69
1988	enero	21,6	0,4	0,6	21,7	1,1	25,3	0,7	19,6	0,1	1018,55	1016,29	25,32	22,9	22,79	1014,4
1988	febrero	23,5	1,1	0,7	21,6	0,5	26,8	1,1	20,1	0,2	1018,06	1014,89	26,12	23,78	23,63	1019,42
1988	marzo	24,4	1,7	1	20,7	-0,1	27,7	1,6	20,4	0,8	1015,76	1014,78	26,67	24,47	23,88	1012,56
1988	abril	22,8	0,9	0,7	20,1	0,3	26,9	1,2	18,7	-0,1	1022,46	1017,22	26,81	24,95	23,96	1020,5
1988	mayo	21,9	1,6	1,4	19,1	0,6	26,1	2	18,3	0,5	1018,31	1017,25	25,9	23,89	22,72	1013,89
1988	junio	19,5	0,9	1,4	17,5	0,2	23,6	1,8	17,1	0,1	1020,47	1019,08	24,58	22,44	21,47	1015,81
1988	julio	17,5	0,2	1,1	16,2	0	21,2	1,2	16	-0,1	1024,12	1021,38	23,51	21,16	20,16	1018,42

1988	agosto	17	0,5	1,1	16,1	0,3	20,3	1	16,1	0,6	1024,05	1020,53	23,01	20,2	19,43	1019,36
1988	septiembre	17,1	0,4	0,6	15,1	-0,6	20,8	0,7	15,1	-0,3	1022,05	1019,92	23,14	20,11	19,16	1015,24
1988	octubre	18,3	0,6	0,7	15,6	-0,4	22,5	0,9	16	0,1	1024,12	1019,33	23,23	20,21	19,37	1022,56
1988	noviembre	19,5	0,6	0,5	17,3	0,1	24	1	16,8	-0,1	1022,46	1018,72	23,72	20,66	20,12	1020,56
1988	diciembre	20,7	0,7	0,5	20	1	24,6	0,8	18,4	0	1020,03	1016,65	23,97	21,15	20,98	1018,76
1989	enero	22,5	1,4	0,8	21,9	1,3	25,8	1,1	20	0,6	1017,71	1015,89	25,4	23,26	22,77	1015,72
1989	febrero	23,3	0,8	0,3	21,8	0,7	26,1	0,4	20,5	0,6	1019,29	1016,29	25,93	24,26	23,41	1017,2
1989	marzo	23,5	0,9	0,2	20,9	0	26,5	0,4	20,3	0,7	1017,89	1014,84	26,26	24,12	23,48	1017,24
1989	abril	22,9	1,1	0,4	19,8	0	26,9	1,2	18,7	-0,1	1020,97	1016,37	26,45	24,13	23,16	1019,58
1989	mayo	21,3	1	0,8	18,8	0,3	25,4	1,4	17,6	-0,2	1020,07	1017,66	25,71	23,37	22,21	1017,01
1989	junio	19,5	0,8	0,9	17,3	0	23,4	1,7	16,7	-0,3	1025,17	1020,37	24,61	22,56	21,34	1021,94
1989	julio	17,3	0	0,8	17	0,7	20,6	0,7	15,9	-0,2	1022,66	1020,65	23,57	21,27	20,31	1016,44
1989	agosto	17,1	0,6	1	16,4	0,7	20,6	1,3	15,5	0	1023,45	1021,03	22,81	20,5	19,42	1017,83
1989	septiembre	16,9	0,1	0,5	16,1	0,4	20,4	0,4	15,6	0,2	1019,51	1017,9	23,07	20,2	19,29	1014,69
1989	octubre	17,8	0,1	0,6	16,2	0,2	22,2	0,7	15,6	-0,3	1024,23	1020,02	23,85	20,58	19,68	1021,13
1989	noviembre	18,6	-0,3	0	17,9	0,7	23,2	0,2	16	-0,9	1022,06	1018,47	24,28	21,33	20,47	1017,55
1989	diciembre	19,1	-0,9	-0,5	18,9	-0,1	22,9	-0,9	17,8	-0,5	1023,12	1018,64	24,79	21,98	21,55	1018,62

1990	enero	20,1	-1,1	-0,9	20,3	-0,2	23,2	-1,4	18,7	-0,7	1020,03	1016,92	25,57	23,36	22,82	1015,36
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1990	febrero	22,5	0,1	-0,1	21	-0,1	25,3	-0,4	20,1	0,2	1017,2	1015,18	26,33	24,08	23,54	1016,93
1990	marzo	23,1	0,5	0,3	20,7	-0,2	26,3	0,2	20,1	0,5	1018,05	1016,24	26,83	24,74	23,62	1017,36
1990	abril	23,1	1,2	0,9	19,6	-0,3	26,9	1,2	19,4	0,6	1018,63	1016,26	26,65	24,28	23,03	1014,61
1990	mayo	20,7	0,4	0	18,5	0	23,9	-0,1	18,1	0,3	1019,21	1017,5	25,68	23,15	21,98	1015,56
1990	junio	19,7	1,1	0,5	17,5	0,3	22,5	0,8	17,1	0,1	1025,28	1020,84	24,53	22,38	21,06	1023,1
1990	julio	16,6	-0,7	-0,2	17,1	0,9	18,9	-1	16,2	0,1	1023,92	1021,27	23,35	21,14	20,16	1017,4
1990	agosto	16,4	-0,1	0	16,3	0,6	19,1	-0,1	15,3	-0,2	1025,54	1021,81	22,41	19,59	18,88	1021,87
1990	septiembre	16,6	-0,1	0,2	16,5	0,8	19,9	-0,1	15,4	-0,1	1022,89	1019,58	22,67	19,78	19,1	1023,71
1990	octubre	17,8	0,1	0,9	16,7	0,7	22,4	0,8	15,7	-0,2	1025,65	1020,55	23,24	20,4	19,64	1022,59
1990	noviembre	19,4	0,5	0,6	17,7	0,6	24	0,9	17,1	0,2	1021,05	1018,1	23,63	20,73	20,28	1018,8
1990	diciembre	20,6	0,6	0,5	19,6	0,6	24,5	0,7	18,6	0,2	1020,71	1017,61	24,36	21,93	22	1017,05
1991	enero	21,4	0,2	0,2	20,7	0,1	24,9	0,3	19,2	-0,2	1022,36	1017,92	25,87	23,99	24,03	1021,35
1991	febrero	22,9	0,5	0,4	21,3	0,2	26,1	0,4	19,9	0	1020,17	1017,31	26,8	24,81	24,39	1018,21
1991	marzo	22,9	0,2	0,4	21,1	0,3	26,5	0,3	19,3	-0,3	1020,67	1016,05	26,89	24,65	23,7	1019,98
1991	abril	22,6	0,7	0,5	20,2	0,3	26,2	0,5	19,2	0,4	1018,03	1015,94	26,73	24,26	23,12	1014,54

1991	mayo	21,6	1,4	1,2	19	0,5	25,8	1,7	18,3	0,5	1018,77	1017,05	25,49	23,36	22,3	1015,33
1991	junio	19,6	1	1,2	17,8	0,5	23,4	1,6	17,3	0,4	1024,01	1020,7	24,43	22,29	21,14	1019,25
1991	julio	17,8	0,5	0,7	16,4	0,2	20,9	1	16,2	0,1	1025,75	1021,6	23,29	21,08	20,04	1021,29
1991	agosto	16,8	0,2	0,1	15,8	0	19,9	0,6	15	-0,5	1027,85	1023,12	23,05	20,56	19,65	1024,79
1991	septiembre	16,5	-0,3	0,1	15,5	-0,2	20	0	15,3	-0,2	1022,54	1020,69	22,94	20,36	19,45	1017,04
1991	octubre	17,2	-0,5	0	16,5	0,5	21,1	-0,5	15,9	0	1023,83	1020,31	23,27	20,01	19,46	1020,01
1991	noviembre	17,9	-1,1	-0,7	17	-0,1	21,9	-1,2	16,6	-0,3	1021,98	1018,75	24,05	21,06	20,34	1018,63
1991	diciembre	19,1	-0,9	-0,3	18,6	-0,4	22,9	-1	18,5	0,2	1018,2	1016,58	25,03	22,48	21,95	1013,48
1992	enero	19,9	-1,3	-0,6	21	0,4	23,1	-1,5	19,4	-0,1	1022,37	1017,57	26,05	24,15	23,79	1018,9
1992	febrero	21,1	-1,3	-0,4	21,1	0	24,5	-1,2	20,3	0,4	1020,28	1017,3	26,88	24,99	24,3	1016,62
1992	marzo	20,5	-2,1	-0,8	20,6	-0,2	24,4	-1,7	19,4	-0,2	1021,41	1017,45	27,62	25,57	24,56	1017,67
1992	abril	20,8	-1,1	-0,9	19,2	-0,6	23,7	-2	19,3	0,5	1017,74	1016,65	27,28	24,98	23,93	1013,38
1992	mayo	19,1	-1,1	-0,8	18,9	0,4	22,4	-1,7	17,7	-0,1	1022,15	1018,81	26,3	23,78	22,43	1016,69
1992	junio	18,5	-0,2	-0,3	17,6	0,3	21,1	-0,6	16,6	-0,3	1023,86	1020,76	25,39	22,8	21,81	1018,16
1992	julio	16,8	-0,5	-0,6	15,9	-0,3	19	-0,9	15,9	-0,2	1024,41	1022,38	24,25	21,81	20,65	1016,76
1992	agosto	15,6	-1	-0,9	16	0,2	17,8	-1,5	15,2	-0,3	1024,84	1022,39	23,81	21,35	20,06	1022,61
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT

1992	septiembre	16,2	-0,6	0	16,4	0,7	19,7	-0,3	15,1	-0,3	1025,94	1021,26	23,99	20,95	20,08	1024,74
1992	octubre	17,4	-0,3	-0,3	16,2	0,2	21,1	-0,4	15,3	-0,6	1023,59	1020,5	23,8	20,87	19,88	1020,59
1992	noviembre	18,2	-0,7	-0,4	17,9	0,7	22	-1,1	16,5	-0,4	1022,05	1018,61	24,21	21,39	20,39	1018,21
1992	diciembre	20	0	0,1	20,2	1,2	23,8	0	18,6	0,3	1021,04	1018,02	24,95	22,19	21,64	1015,95
1993	enero	21,1	-0,1	0	21,9	1,3	24,4	-0,3	20	0,5	1018,67	1016,88	25,94	23,67	22,96	1014,27
1993	febrero	22,1	-0,3	-0,3	21,6	0,5	24,7	-1	20,3	0,4	1019,24	1016,27	26,95	24,72	23,86	1016,79
1993	marzo	23,1	0,4	0	21,4	0,6	25,8	-0,4	20,5	0,9	1018,48	1016,28	27,1	25,06	23,82	1015,6
1993	abril	22,7	0,8	0,4	20	0,2	25,9	0,2	19,7	0,9	1020,79	1016,97	26,94	24,35	23,14	1019,63
1993	mayo	20,1	-0,2	0,1	19,3	0,8	23,6	-0,4	18,4	0,5	1020,84	1017,64	26,28	23,78	22,5	1019,54
1993	junio	18,4	-0,3	-0,1	18,4	1,1	21	-0,7	17,2	0,3	1023,21	1020,41	24,93	22,56	21,31	1016,4
1993	julio	17,8	0,5	0,8	16,8	0,5	20,6	0,6	16,5	0,4	1020,52	1020,46	23,95	21,56	20,36	1014,28
1993	agosto	16,2	-0,3	0	16,8	1,1	18,5	-0,7	16	0,5	1021,92	1020,64	23,24	20,36	19,54	1016,45
1993	septiembre	18,1	1,4	1,3	16	0,3	21,5	1,4	16,1	0,7	1018,13	1018,61	23,25	20,04	19,41	1012,08
1993	octubre	18,6	0,9	1	16,2	0,2	22,5	0,9	16,8	0,9	1021,96	1019,02	23,62	20,24	19,55	1017,18
1993	noviembre	20,3	1,3	1,1	17,6	0,5	24,2	1,1	17,7	0,8	1021,32	1017,58	24,13	20,8	20,06	1017,57
1993	diciembre	21	1,1	1,1	19,8	0,8	25,2	1,4	18,2	-0,1	1023,26	1018,03	24,93	22,35	21,69	1019,95
1994	enero	21,9	0,8	0,3	21,1	0,5	25,2	0,5	19,4	-0,1	1019,65	1016,41	25,67	23,81	23,45	1017,29

1994	febrero	22,8	0,3	-0,6	21	-0,1	25,2	-0,5	20,1	0,2	1019,63	1016,19	26,87	25,35	24,51	1019,86
1994	marzo	23	0,3	0,2	21,6	0,8	26,2	0,1	20,4	0,8	1018,86	1016,35	27,22	25,39	24,45	1016,63
1994	abril	22	0,1	-0,2	19,9	0	25,1	-0,6	19,7	0,9	1018,96	1016,16	26,88	24,89	23,96	1016,95
1994	mayo	20,2	-0,1	0	19,3	0,8	24	0	18	0,2	1022,46	1018,73	26,23	23,82	22,75	1017,25
1994	junio	18,1	-0,5	0,3	17,7	0,5	22	0,2	16,7	-0,3	1026,45	1021,58	25,3	23,35	21,85	1021
1994	julio	16,9	-0,4	-0,3	16,6	0,3	19,6	-0,3	15,9	-0,2	1027,43	1022,69	23,91	21,53	20,42	1021,75
1994	agosto	16,8	0,3	0,5	16,3	0,5	20	0,7	15,3	-0,2	1023,52	1020,73	23,31	21,07	19,95	1021,08
1994	septiembre	16,8	0	-0,2	15,9	0,2	19,8	-0,2	15,5	0	1021,72	1020,08	23,3	20,35	19,36	1017,74
1994	octubre	17,8	0,1	0,3	15,7	-0,3	21,9	0,3	16,2	0,3	1022,38	1019,41	23,46	20,7	19,47	1017,44
1994	noviembre	19,6	0,6	0,8	17,3	0,1	24,2	1,1	17,6	0,7	1022,15	1018,95	23,88	21,03	20,31	1017,75
1994	diciembre	20,8	0,8	1	19,7	0,7	25	1,2	18,9	0,6	1021,57	1018,46	24,63	22,45	21,87	1015,19
1995	enero	21,5	0,3	0,9	21	0,5	25,8	1,2	19,7	0,3	1019,94	1017,4	25,49	23,5	23,23	1016,69
1995	febrero	24,6	2,2	1,5	21,5	0,4	28,1	2,4	20,8	0,9	1019,43	1016,48	26,56	24,94	24,27	1017,43
1995	marzo	25,6	3	1,6	20,5	-0,3	28,9	2,8	20,9	1,3	1020,2	1016,05	27,09	24,99	24,33	1019,35
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1995	abril	25,1	3,2	1,3	19,6	-0,2	28,1	2,4	19,6	0,8	1018,7	1015,09	27,04	24,97	23,81	1020,68
1995	mayo	22,2	1,9	1,1	18	-0,5	25,8	1,8	18	0,2	1021,97	1017,9	26,38	23,79	23	1019,44

1995	junio	20,1	1,4	1,3	17,3	0,1	23,5	1,8	17	0,1	1023,14	1020,05	25,28	22,61	21,74	1018,18
1995	julio	18,1	0,9	1,1	17,1	0,8	21,5	1,5	16,1	0	1026,36	1021,72	24,16	21,73	20,7	1019,63
1995	agosto	16,2	-0,3	0,4	15,4	-0,4	19,7	0,4	15,1	-0,4	1022,5	1020,54	23,38	20,47	19,86	1014,67
1995	septiembre	15,6	-1,2	0,2	15,7	0	19,7	-0,4	14,9	-0,5	1025,32	1021,72	23,04	20,14	19,28	1018,94
1995	octubre	17,6	-0,1	0,4	16,3	0,3	21,8	0,3	15,6	-0,2	1022,36	1019,38	23,78	20,48	19,85	1018,59
1995	noviembre	19,4	0,5	1	17,5	0,4	24,4	1,3	16,8	-0,1	1023,46	1019	24,51	21,28	21,06	1020,58
1995	diciembre	21	1	0,3	18,7	-0,3	24,4	0,5	19	0,7	1019,47	1017,84	24,89	22,04	21,85	1016,66
1996	enero	21,6	0,4	0,4	21,2	0,7	24,8	0,1	20,1	0,7	1020,2	1016,22	26,01	23,93	23,49	1017,64
1996	febrero	23	0,5	0,6	20,4	-0,7	26,2	0,5	20,9	1	1019,23	1015,47	26,9	24,97	24,53	1018,44
1996	marzo	23,8	1,2	0,7	20,4	-0,5	27,1	1	19,8	0,2	1019,11	1015,46	27,45	25,58	24,81	1018,18
1996	abril	23,8	1,9	1,3	19,6	-0,2	27,7	2	19,4	0,6	1019,12	1016,05	27,2	24,94	23,79	1014,56
1996	mayo	21,1	0,8	1,3	18,3	-0,2	25,2	1,2	18,3	0,5	1018,48	1016,67	26,63	23,95	22,79	1014,37
1996	junio	20,1	1,5	1,7	16,9	-0,4	24	2,3	17,3	0,3	1019,83	1019,09	25,35	22,6	21,86	1010,29
1996	julio	17,9	0,7	0,7	15,9	-0,3	20,8	0,8	16,3	0,2	1024,78	1021,35	24,31	21,71	20,14	1020,41
1996	agosto	16,6	0,1	0,4	15,5	-0,3	19,6	0,3	15,5	0	1019,75	1019,76	23,61	20,87	19,8	1012,78
1996	septiembre	16,9	0,1	0,2	15,6	-0,1	20	0	15,4	0	1024,58	1020,93	23,16	20,09	19,35	1018,92
1996	octubre	17,7	0	0,2	16	0	21,6	0	15,3	-0,6	1025,04	1020,33	23,65	20,61	19,67	1023,31

1996	noviembre	18,6	-0,3	-0,6	16,9	-0,3	22,6	-0,5	16,1	-0,9	1022,49	1018,5	24,1	21,19	20,24	1020,32
1996	diciembre	19,1	-0,8	-0,5	18,8	-0,2	23	-0,8	17,9	-0,4	1020,29	1017,8	25,13	22,31	21,64	1016,49
1997	enero	19,7	-1,5	-0,9	20,4	-0,1	23	-1,6	18,7	-0,7	1021,07	1017,4	26,12	24,08	23,62	1019,23
1997	febrero	20,9	-1,5	-0,4	21,9	0,8	24,4	-1,4	19,4	-0,4	1025,27	1018,76	26,58	25,12	23,89	1024,26
1997	marzo	19,9	-2,7	-1,1	22,1	1,3	23,8	-2,3	18,6	-1	1020,91	1016,92	27,28	25,79	24,68	1019,71
1997	abril	19,6	-2,3	-1,1	20,4	0,6	23,7	-2	17,8	-1	1022,41	1018,46	27,13	25,11	23,62	1020,59
1997	mayo	17,8	-2,5	-1,3	19	0,5	22	-2,1	16,9	-1	1021	1019,16	26,4	23,99	22,56	1016,7
1997	junio	17	-1,7	-1,4	17,4	0,1	19,6	-2,1	16,3	-0,6	1016,98	1018,08	25,3	22,69	21,39	1012
1997	julio	17,6	0,4	0,4	16,3	0,1	20,4	0,5	16,1	0	1025,34	1022,68	23,91	21,3	20,16	1019,9
1997	agosto	16,9	0,4	0,4	15,7	0	20,1	0,8	15,5	0	1024,14	1021,94	23,71	20,79	19,63	1019,08
1997	septiembre	16,9	0,1	0,2	15,9	0,2	20	0	15,7	0,3	1020	1018,97	23,33	19,92	19,31	1013,3
1997	octubre	19,6	1,9	1,5	16,1	0,1	23,5	1,9	16,7	0,8	1019,18	1017,77	23,6	20,24	19,51	1016,55
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangsst	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
1997	noviembre	20,6	1,7	1,2	16,5	-0,6	24,8	1,7	17,6	0,6	1019,79	1017,82	24,2	20,71	20,01	1016,38
1997	diciembre	22	2	1,8	18,9	-0,1	26,5	2,6	18,5	0,2	1020,46	1017,99	24,34	21,34	21,16	1016,39
1998	enero	22,6	1,4	1,6	20,5	0	27,1	2,4	19,3	-0,2	.	.	25,33	23,2	22,73	.
1998	febrero	22,9	0,4	1,3	21,8	0,7	27,1	1,4	19,9	0	.	.	26,52	24,83	24,24	.

1998	marzo	21,9	-0,7	0,7	20,6	-0,2	26,7	0,6	19,5	-0,1	.	.	27,17	25,48	24,44	.
1998	abril	21,6	-0,3	0,6	20,1	0,3	26,4	0,7	18,7	0	.	.	27,25	25,01	23,97	.
1998	mayo	20,5	0,2	0,7	18,8	0,3	24,5	0,5	18,3	0,5	.	.	25,87	23,79	22,66	.
1998	junio	19,5	0,9	1,8	17,7	0,4	23,9	2,2	17,1	0,2	.	.	25,12	23,17	21,85	.
1998	julio	18,5	1,2	1,4	16,4	0,1	21,5	1,5	16,4	0,3	.	.	23,63	21,25	20,27	.
1998	agosto	17,1	0,5	1,1	16	0,3	20,5	1,2	15,4	-0,1	.	.	22,82	20,38	19,41	.
1998	septiembre	17,6	0,9	0,8	15,8	0,1	21,4	1,4	15,3	-0,1	.	.	22,99	19,72	18,88	.
1998	octubre	18,4	0,7	1	15,9	-0,1	23,1	1,5	15,3	-0,6	.	.	23,56	20,26	19,39	.
1998	noviembre	18,5	-0,4	0,3	17,5	0,3	23,1	0	16,6	-0,4	.	.	24,13	20,77	20,3	.
1998	diciembre	19,5	-0,5	0,4	19,8	0,8	24	0,1	18,4	0	.	.	24,97	22,37	21,65	.
1999	enero	21,1	0	0,6	21	0,4	25,1	0,5	19,6	0,1	.	.	25,64	23,96	23,07	.
1999	febrero	23,4	1	0,5	22,3	1,2	26,5	0,7	20,4	0,5	.	.	26,42	24,35	24,13	.
1999	marzo	23,6	1	0,7	21,5	0,7	27,3	1,1	19,9	0,3	.	.	27,06	25,25	24,38	.
1999	abril	23	1,1	0,7	20,4	0,6	27	1,2	19,1	0,4	.	.	27,18	24,77	24	.
1999	mayo	20,9	0,6	1	19	0,5	25,4	1,4	18,3	0,5	.	.	26,36	24,3	23,21	.
1999	junio	19,1	0,5	0,8	17,7	0,4	22,7	1	17,3	0,3	.	.	25,17	23	21,66	.
1999	julio	18,9	1,6	1,5	16,2	0	22,1	2,2	16,6	0,5	.	.	23,77	21,13	20,35	.

1999	agosto	18,2	1,7	1,9	16,5	0,8	22,4	3,1	15,7	0,2	.	.	23,16	20,58	19,39	.
1999	septiembre	17,3	0,5	0,4	15,5	-0,2	20,5	0,5	15,7	0,2	.	.	22,88	19,42	19,13	.
1999	octubre	18,1	0,5	0,5	16,1	0,1	22,2	0,7	16,3	0,4	.	.	23,11	20,16	19,35	.
1999	noviembre	18,5	-0,4	0	17,8	0,7	22,8	-0,3	17	0,1	.	.	23,7	20,57	20,07	.
1999	diciembre	21,3	1,3	1	19,1	0,1	25,3	1,4	19	0,7	.	.	24,67	22,09	21,66	.
2000	enero	22,6	1,4	0,6	20,3	-0,2	25,6	0,9	20	0,5	.	.	25,39	23,3	22,68	.
2000	febrero	23,7	1,3	0,7	21,2	0,1	26,9	1,2	20,4	0,5	.	.	26,21	23,99	23,35	.
2000	marzo	23,3	0,6	0,6	21,5	0,7	27	0,8	19,6	0	.	.	26,58	24,01	23,23	.
2000	abril	21,9	0,1	0,4	21,1	1,2	26,1	0,4	18,5	-0,3	.	.	26,24	24,18	23,36	.
2000	mayo	20,8	0,5	1,2	19,7	1,2	25,8	1,8	17,5	-0,3	.	.	25,51	23,02	22,18	.
AÑO	MES	abfz	abfzssta	andossta	cagu_sst	cagu_ssta	cangsst	cangssta	cb_sst	cb_ssta	saa1	SAA2	TSA1	TSA2	TSA3	TTT
2000	junio	19	0,4	0,9	18,1	0,8	22,6	0,8	17,8	0,8	.	.	24,12	21,71	20,89	.
2000	julio	18,1	0,8	0,8	16,8	0,5	20,7	0,8	16,6	0,5	.	.	23,25	20,84	19,92	.
2000	agosto	17,6	1,1	1	15,9	0,1	20,4	1,1	16,1	0,6	.	.	22,5	19,92	19,12	.
2000	septiembre	17,5	0,7	0,5	15,6	-0,1	20,7	0,6	15,6	0,2	.	.	22,4	19,15	18,7	.
2000	octubre	18,1	0,4	0,4	16,3	0,3	21,8	0,2	16,5	0,6	.	.	22,73	19,36	18,95	.
2000	noviembre	19,6	0,6	0,4	16,7	-0,5	23,5	0,4	17,5	0,5	.	.	23,3	20,42	19,97	.

2000	diciembre	20,6	0,7	0,1	19	0	24,3	0,4	18,7	0,4	.	.	24,1	21,38	21,32	.
------	-----------	------	-----	-----	----	---	------	-----	------	-----	---	---	------	-------	-------	---