

Determinación de las alteraciones de la Precipitación y la Temperatura del aire durante los fenómenos El Niño y La Niña, con base en los datos históricos de las estaciones Meteorológicas en la Región Capital (Bogotá Y Cundinamarca), para actualizar los resultados del modelo del IDEAM

Actividades desarrolladas en el marco del contrato de prestación individual de servicios PNUD No 000009850

INFORME FINAL

José Edgar Montealegre Bocanegra
Meteorólogo M.Sc.

PRICC - PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO REGIÓN CAPITAL
BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

Bogotá, D.C., Marzo 5de 2012

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	ASPECTOS TEORICOS INHERENTES AL TEMA DE ESTUDIO	7
2.1	EL CLIMA.....	7
2.2	LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA	7
2.3	ESCALAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE CORTO PERIODO	7
2.3.1	Estacional	8
2.3.2	Intraestacional.....	8
2.3.3	Interanual.....	8
2.3.4	Interdecadal	8
2.4	LA VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA	9
3	LOS FENÓMENOS EL NIÑO, LA NIÑA – OSCILACIÓN DEL SUR	10
3.1	EL EFECTO CLIMÁTICO DERIVADO DE LOS FENÓMENOS DEL CICLO ENOS.....	11
3.2	ALTERACIONES CLIMÁTICAS Y SU PREDICCIÓN.....	11
3.3	EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS DEL CICLO ENOS.....	12
4	INDICES DE MAYOR SIGNIFICACIÓN UTILIZADOS EN LA VIGILANCIA Y CARACTERIZACION DE LOS FENOMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA	14
4.1	INDICES OCEÁNICOS.....	14
4.1.1	Anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM).....	14
4.1.2	Índice Oceánico del Niño - ONI	15
4.1.3	Anomalías de la temperatura subsuperficial del mar	15
4.1.4	El contenido de calor en la capa superior del océano	16
4.1.5	Comportamiento de la Termoclina	16
4.2	ÍNDICES ATMOSFÉRICOS.....	16
4.2.1	Índice de Oscilación del Sur - IOS	16
4.2.2	Vientos.....	16
4.2.3	Temperatura del Aire.....	16
4.2.4	Radiación Solar de Onda Larga.....	16
4.3	ÍNDICES MIXTOS	17
4.3.1	Índice Multivariado del ENSO - MEI.....	17
4.4	DESCRIPCION DEL INDICE SELECCIONADO (ATSM N3)	17
4.4.1	Estadísticos Característicos	17
4.4.2	Determinación de las épocas de inicio y finalización de los fenómenos del Ciclo ENOS	18
5	ASPECTOS METODOLÓGICOS	20
5.1	BASE DE DATOS UTILIZADA	20
5.1.1	Inventario general de la información disponible	20
5.2	DESCRIPCION DEL ALGORITMO DESARROLLADO PARA EL CALCULO DE LOS INDICES ACUMULADO Y CATEGORICO.....	21
5.2.1	Promedio multianual mensual.....	21
5.2.2	Periodos analizados	21
5.2.2.1	Meses durante los cuales se verifica la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña en el océano Pacífico tropical.	21
5.2.2.2	Meses de afectación trimestral.....	22
5.2.2.3	Meses que cubren las dos temporadas lluviosas y la segunda temporada seca del primer año, así como la primera temporada seca del segundo año.	22
5.2.2.4	Meses de transición entre las temporadas secas y lluviosas; para el cálculo de los índices acumulado y categórico.....	23
5.2.3	Índice Acumulado.....	23

5.2.4	Índice Categórico	23
5.2.5	Frecuencia Absoluta.....	24
5.2.6	Frecuencia relativa.....	24
5.2.7	Condiciones de mayor probabilidad.....	24
5.3	CÁLCULO DE ÍNDICES DE ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN	25
5.3.1	Índice puntual (no acumulado).....	25
5.3.2	Índice Acumulado.....	26
5.3.3	Índice Categórico	26
5.3.4	Tabla de Frecuencias.....	27
5.3.5	Tabla de Probabilidades.....	27
5.3.6	Determinación cuantitativa de las áreas afectadas	27
5.3.7	Productos obtenidos de la evaluación de los períodos de afectación	27
5.3.7.1	Determinación de la probabilidad de afectación por déficit severo, excedente ó excedente severo y comportamiento pluviométrico normal para eventos El Niño y La Niña típicos (eventos estándar, es decir, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas). Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas potenciales: 1427	
5.3.7.2	Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas Durante los tres últimos trimestres del primer año y los tres primeros del segundo año , en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas potenciales: 84.....	28
5.3.7.3	Determinación de la probabilidad de afectación estacional (temporadas secas y lluviosas) Para las cinco categorías definidas, en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas potenciales de esta categoría: 56.....	28
5.3.7.4	Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas durante los meses de transición interestacional en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas potenciales: 56.28	
5.4	CÁLCULO DE ÍNDICES DE ANOMALÍAS DE TEMPERATURA DEL AIRE.....	28
5.4.1	Índice puntual (no acumulado).....	28
5.4.2	Índice Acumulado.....	29
5.4.3	Índice Categórico	29
5.4.4	Tablas de frecuencias, tablas de probabilidades y determinación Cuantitativa de las áreas afectadas.....	30
5.4.5	Productos obtenidos de la evaluación de los períodos de afectación	30
5.4.5.1	Determinación de la probabilidad de afectación por calentamiento severo, enfriamiento ó enfriamiento severo y de la probabilidad de comportamiento termométrico normal para eventos El Niño y La Niña típicos (eventos estándar, es decir, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas). Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas: 14.....	30
5.4.5.2	Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas durante los tres últimos trimestres del primer año y los tres primeros del segundo año , en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas: 84.....	30
6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	31
6.1	ESTADÍSTICAS RELACIONADAS CON LA CONDICION MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN.....	31
6.1.1	Precipitación	31
6.1.2	Temperatura del aire.....	33

6.2	DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CONDICIÓN MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN DEL PATRÓN PLUVIOMÉTRICO DE CUNDINAMARCA DURANTE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA.....	34
6.2.1	ANÁLISIS TRIMESTRAL.....	34
6.2.1.1	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.	34
6.2.1.2	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.	35
6.2.2	ANÁLISIS ESTACIONAL.....	37
6.2.2.1	Alteraciones más probables de la precipitación, durante las temporadas lluviosas y secas de Cundinamarca, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.	37
6.2.2.2	Alteraciones más probables de la precipitación, durante las temporadas lluviosas y secas de Cundinamarca, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.	37
6.2.3	ANÁLISIS INTEGRAL – EL NIÑO Y LA NIÑA TÍPICOS.....	38
6.2.3.1	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.....	38
6.2.3.2	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.	39
6.2.4	ANÁLISIS INTER-ESTACIONAL.....	39
6.2.4.1	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante los meses de transición, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO	39
6.2.5	Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante los meses de transición, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.....	40
6.3	DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CONDICIÓN MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN CUNDINAMARCA DURANTE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA.....	41
6.3.1	ANÁLISIS TRIMESTRAL.....	41
6.3.1.1	Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.	41
6.3.1.2	Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.....	42
6.3.2	ANÁLISIS INTEGRAL – EL NIÑO Y LA NIÑA TÍPICOS.....	43
6.3.2.1	Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.	43
6.3.2.2	Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.....	43
7	CONCLUSIONES	44
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46

Determinación de las alteraciones de la Precipitación y la Temperatura del aire durante los fenómenos El Niño y La Niña, con base en los datos históricos de las estaciones Meteorológicas en la Región Capital (Bogotá Y Cundinamarca), para actualizar los resultados del modelo del IDEAM

José Edgar Montealegre Bocanegra
Meteorólogo M.Sc.

RESUMEN

Se presenta una síntesis de aspectos relativos al clima, la variabilidad climática y sus escalas de variación, así como las características más relevantes del Ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del Sur – ENOS. Se logra establecer que la señal característica de los fenómenos del Ciclo ENOS en Cundinamarca, reflejada en déficits de precipitación durante El Niño y excedentes de lluvia durante La Niña, se diluye al analizar los eventos típicos, es decir, al estudiar los fenómenos de forma integral, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas en la temperatura superficial del Pacífico tropical.

Se comprueba que el mayor efecto climático ocurre durante el primer trimestre del segundo año, el cual es muchas veces coincidente con la fase madura de los eventos, es decir, cuando se presentan las mayores anomalías en el océano y la atmósfera del Pacífico tropical. En general, el efecto de los fenómenos típicos El Niño y la Niña sobre la precipitación estacional de Cundinamarca, es más acentuado en las temporadas secas que en las lluviosas.

El análisis de los periodos ínter-estacionales, es decir, aquellos meses en los que se presenta la transición de las temporadas secas a lluviosas (Marzo y Septiembre) y de las lluviosas a las secas (Junio y Diciembre), permite comprobar que la señal característica de ENSO permanece muy bien definida, particularmente durante la fase cálida (El Niño).

El análisis de las series termométricas permite comprobar que la temperatura media de la capa atmosférica baja de Cundinamarca, se ve fuertemente influenciada, en presencia de los fenómenos del Ciclo ENSO.

Se pudo establecer igualmente que, aunque la relación no es lineal, durante los eventos fríos de La Niña se registran anomalías pluviométricas y termométricas aproximadamente opuestas a las observadas durante los fenómenos cálidos El Niño.

1 INTRODUCCIÓN

A finales de la década de los años noventa los impactos ocasionados por los fenómenos enmarcados dentro del Ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del Sur (ENOS), comenzaron a preocupar a la comunidad nacional. Ante la falta de conocimientos sobre estos eventos y sobre su efecto climático en el territorio nacional, se vio la necesidad de desarrollar investigación en este tema, orientada a conocer mejor la física de los mismos, su efecto sobre el medio natural y el clima y el alcance que sus impactos ejercen sobre los sectores productivos, el comercio, la industria y la sociedad en general.

En Colombia, no se ha investigado profunda y directamente sobre la génesis y la dinámica de estos fenómenos en sí, pero a través del Modelo Integral desarrollado en 1997 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, se avanzó en la determinación del efecto directo de los mismos sobre las áreas marítima y costera del Pacífico colombiano, en el estudio de su influencia sobre el clima nacional, particularmente sobre los patrones de lluvia y temperatura del aire y en el análisis preliminar de su impacto socioeconómico.

En el año 2007, el IDEAM actualizó la componente Meteorológica del Modelo, ampliando la base informática del análisis hasta el año 2005 y obteniendo un nuevo conocimiento sobre el efecto climático de los fenómenos para diferentes intensidades del evento. Igualmente, se logró una mejor comprensión del efecto a escala trimestral y durante las estaciones secas y lluviosas, en las diferentes regiones del país (IDEAM, 2007).

El presente estudio responde al interés del PRICC en ampliar el conocimiento sobre las alteraciones que se observan en los regímenes de la precipitación y la temperatura del aire en la región capital (Bogotá y Cundinamarca), ante la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña, con base en los datos históricos de las estaciones Meteorológicas localizadas en esta zona. El objetivo fundamental es lograr una mejor resolución espacial de los resultados del Modelo del IDEAM, ampliar de tres a seis el análisis trimestral y obtener un nuevo conocimiento acerca de la afectación durante los meses de transición ínter-estacional. Con este propósito, se amplía la base informática del análisis hasta el año 2010 y se fortalecen los actuales esquemas de Predicción Climática para la región capital.

2 ASPECTOS TEORICOS INHERENTES AL TEMA DE ESTUDIO

2.1 EL CLIMA

El Clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo en un lugar o región determinado, o en el planeta entero, durante un período de tiempo relativamente largo. El clima de la tierra depende del equilibrio radiativo que está controlado por factores radiativos forzantes, por factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático. La radiación solar es el combustible que pone en movimiento la máquina atmosférica y junto con el efecto de invernadero, son los factores forzantes del clima de mayor trascendencia (Montealegre 1999).

Ahora, los factores determinantes del clima, se refieren a las condiciones físicas y geográficas, que son relativamente constantes en el tiempo y en el espacio y que influyen en el clima en aspectos relacionados con la transferencia de energía y calor. Los de mayor importancia son la latitud, la elevación y la distancia al mar.

2.2 LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

El clima varía en escalas de tiempo y espacio. A través de los años, desde épocas remotas, se han presentado fluctuaciones del clima en diversas escalas de tiempo. La causa de tales fluctuaciones es todavía un tema controvertido. Hay consenso en que varios factores son importantes, entre ellos están: la variación de los parámetros orbitales de la Tierra (excentricidad, precesión, inclinación), posibles cambios en la órbita del Sol alrededor del centro de la galaxia, alteración de los factores radiativos forzantes, variación de largo plazo en la actividad solar, dinámica de las placas tectónicas (movimientos de la corteza terrestre, cambios en la distribución de los continentes), dinámica orbital del sistema Tierra-Luna, impacto de meteoritos de grandes dimensiones y las erupciones volcánicas.

La Variabilidad Climática de corto periodo se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente pequeños. Durante un año en particular, se registran valores por encima o por debajo de lo normal (Montealegre & Pabón, 1999). La Normal Climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima; generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período de por lo menos 30 años. A la diferencia entre el valor registrado de la variable y su promedio se le conoce como "anomalía".

La secuencia de las oscilaciones de las variables climáticas (temperatura, precipitación, etc.) alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías.

2.3 ESCALAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE CORTO PERIODO

El clima varía naturalmente en diferentes escalas de tiempo y espacio. Dentro de sus fluctuaciones temporales de corto periodo, las siguientes se consideran las de mayor trascendencia en la determinación y modulación de procesos atmosféricos:

2.3.1 Estacional

A esta escala corresponde la fluctuación del clima a nivel mensual. La determinación del ciclo anual de los elementos climáticos es una fase fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel. En latitudes medias, la secuencia de las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño es algo común para los habitantes de dichas regiones, en tanto que en latitudes tropicales, lo frecuente es la alternancia de temporadas lluviosas y temporadas secas. La migración de la Zona de Confluencia Intertropical - ZCIT, es considerada como una de las más importantes fluctuaciones climáticas de la escala estacional.

2.3.2 Intraestacional

Este tipo de variabilidad es menos notorio y ha sido de las menos estudiadas en nuestro medio (Pabón, 1997). Existen evidencias que dentro de las estaciones se presentan oscilaciones que determinan las condiciones de tiempo durante decenas de días o de uno a dos meses. La mayoría de las veces estas oscilaciones pasan desapercibidas porque su amplitud es pequeña, en comparación con las del ciclo anual. Dentro de las oscilaciones intraestacionales se destaca una señal de tipo ondulatorio, denominada de 30-60 días. Ésta ha sido detectada en la actividad convectiva en el Pacífico tropical oriental y en la precipitación de esta región y de la América tropical. Esta oscilación se asocia con las ondas detectadas en el campo de la presión tropical por Madden y Julian, en el año 1971.

2.3.3 Interanual

A esta escala corresponden las variaciones que se presentan en las variables climatológicas de año en año. Normalmente percibimos que la precipitación de la estación lluviosa en un determinado lugar, no siempre es la misma de un año a otro, sino que fluctúa por encima o por debajo de lo normal. La variabilidad climática, enmarcada dentro de esta escala, podría estar relacionada con alteraciones en el balance global de radiación. Un ejemplo típico de la variabilidad climática interanual corresponde a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo El Niño, La Niña - Oscilación del Sur - ENOS.

Otras fluctuaciones de las variables climáticas en la escala interanual podrían estar asociadas con la Oscilación Cuasibienal, la cual corresponde a una oscilación de largo plazo en la dirección del viento zonal de la baja y media estratosfera ecuatorial, con un período irregular que varía entre 20 y 35 meses. En cada lapso se alternan los vientos de componente Este con los del Oeste.

2.3.4 Interdecadal

En esta escala se manifiestan fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor. Ésta es una de las razones por las cuales este tipo de variabilidad pasa desapercibida para el común de la gente (Montealegre & Pabón, 1999). No obstante, estas oscilaciones de largo plazo están influyendo notablemente en las actividades de la sociedad en ciclos interdecadales y resultan muy importantes en la determinación de posibles tendencias en las variables climáticas.

2.4 LA VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA

El análisis de la información histórica de la precipitación permite identificar variaciones de diferente escala relacionadas con la variabilidad climática (IDEAM, 1997 e IDEAM, 1998). En particular, es posible encontrar oscilaciones interanuales. Existen claras evidencias de la influencia de los procesos de los océanos Atlántico y Pacífico en la variabilidad de la precipitación en diferentes regiones de Colombia (Montealegre, 2009).

El peso de la influencia de uno u otro océano es diferente. No obstante, en la variabilidad climática interanual, el océano Pacífico a través del Ciclo ENOS, induce una señal que es posible identificar en la mayor parte del territorio nacional.

Mediante el análisis de las series de tiempo se pueden detectar, a través de los años, importantes fluctuaciones, por encima o por debajo de lo normal, en el comportamiento de las temporadas secas o lluviosas. Examinando la secuencia histórica de las anomalías de precipitación registradas en Funza (Cundinamarca) en los meses de abril (mes representativo de la primera temporada lluviosa), a partir de 1938, presentadas en la figura 1, se observan una serie de oscilaciones que corresponden a la variabilidad interanual de las mismas.

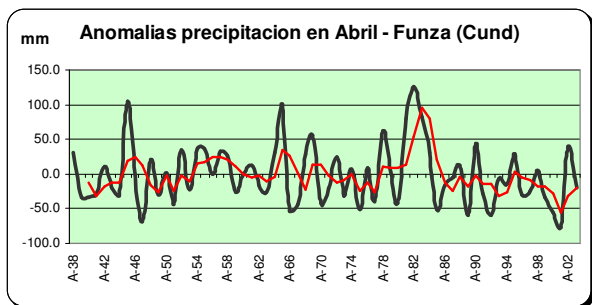


Figura 1. Secuencia histórica de las anomalías de precipitación registradas en los meses de abril en la estación La Ramada de Funza (Cundinamarca) a partir de 1938. La línea roja corresponde a la media móvil de tres puntos.

Mediante técnicas espectrales se ha podido establecer igualmente, ciclos de 2.6, 3.9 y 4.5 años, similares a los de la variabilidad interanual del Pacífico Tropical y particularmente del ciclo El

Niño, La Niña – Oscilación del Sur. Realmente, las oscilaciones más destacadas de la variabilidad interanual de la precipitación, están asociadas a dicho ciclo.

3 LOS FENÓMENOS EL NIÑO, LA NIÑA – OSCILACIÓN DEL SUR

Dentro de la escala de variabilidad interanual en el océano Pacífico tropical son posibles tres condiciones: El Niño (calentamiento extremo), condiciones normales y La Niña (enfriamiento extremo). El Ciclo conocido como El Niño, La Niña - Oscilación del Sur - ENOS, es la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual.

El Niño y su fase opuesta La Niña, son las componentes oceánicas del ENOS y corresponden, en términos generales, a la aparición, de tiempo en tiempo, de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia. Estas alteraciones de la estructura térmica superficial y subsuperficial del océano están asociadas con el debilitamiento (fase cálida) o el fortalecimiento (fase fría) de los vientos alisios del Este y con el desplazamiento del núcleo de convección profunda del Oeste al Centro del océano Pacífico tropical, en condiciones El Niño (figura 2.1) o con su permanencia e intensificación en el caso de La Niña.

Uno de los factores claves en la génesis de los fenómenos El Niño y La Niña es el debilitamiento (inclusive su inversión a la dirección Oeste) o el fortalecimiento de los vientos Alisios del Este, respectivamente. Dentro de los procesos que inducen este tipo de variaciones en el viento de la zona tropical, es importante considerar las ondas de Madden&Julián, las cuales son propias de la escala intraestacional; la Oscilación Cuasibienal del viento zonal en la estratosfera inferior, típica de la escala interanual; la Oscilación Cuasibienal en la troposfera, conocida como TBO y eventualmente, las erupciones volcánicas (Pabón & Montealegre, 2009). Adicionalmente es importante mencionar que en el sistema climático ocurren procesos en la escala interdecadal (decenios) que posiblemente generan variabilidad en las condiciones asociadas a la génesis y desarrollo de los fenómenos El Niño y La Niña.

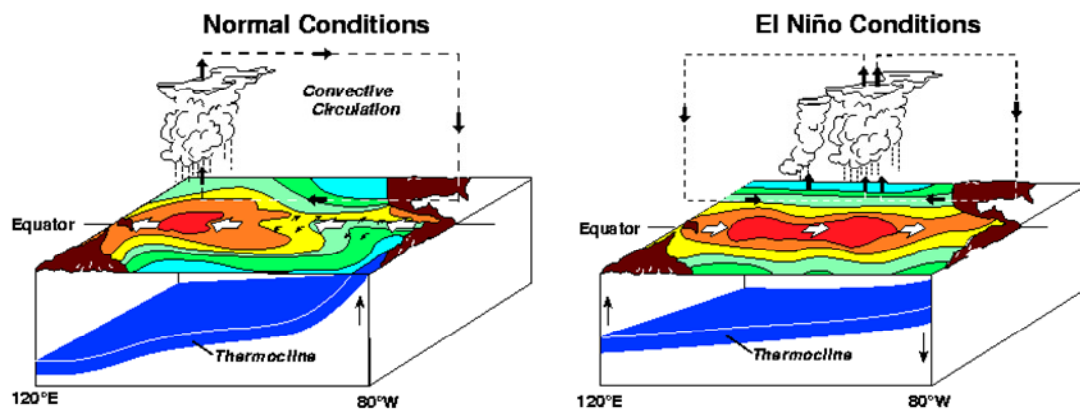


Figura 2.1. Representación esquemática de las condiciones oceánicas y atmosféricas del Pacífico tropical, durante los períodos normales y de ocurrencia de los fenómenos El Niño. Tomado de NOAA/PMEL/TAO Project, USA.

La componente atmosférica del ENOS, conocida con el nombre de la Oscilación del Sur, corresponde a la variación interanual del campo de presión atmosférica cerca de la superficie, en la región del Pacífico centro-occidental. Durante algunos años la presión

atmosférica en el Pacífico central es mayor que en el occidental, en otros años ocurre lo contrario; esta alternancia interanual de las anomalías positivas y negativas de la presión atmosférica ha sido comprobada mediante la correlación inversa y bien definida (figura 2.2) entre los valores de presión atmosférica en Tahití (isla localizada en el centro del Pacífico) y Darwin (nororiente de Australia).

Uno de los primeros índices utilizados para el seguimiento y análisis de la OS fue propuesto por Sir Walker. Actualmente, el seguimiento de la OS se hace a través del Índice de Oscilación del Sur (IOS), que es la diferencia normalizada de la presión atmosférica medida en Tahití y en Darwin.

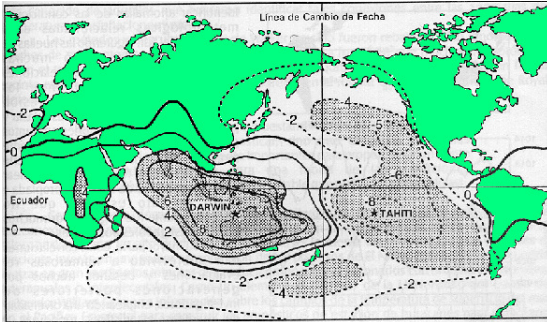


Figura 2.2. Isolíneas de correlación de la presión atmosférica media a nivel del mar. Las variaciones de presión en Tahití están relacionadas con las variaciones de la presión en Darwin, aunque de forma inversa (Fuente: Rasmusson, 1984)

Aunque existen registros sobre los fenómenos de El Niño y La Niña desde los tiempos de la conquista, su origen se remonta a escalas de tiempo geológico (miles y millones de años). Tal vez, las condiciones para que se presente este fenómeno posiblemente se establecieron desde la época en que la circulación en el sistema océano-atmósfera del Pacífico Tropical se tornó similar a la actual (Pabón & Montealegre, 2009).

Los fenómenos del Ciclo ENOS producen fuertes perturbaciones sobre la circulación atmosférica global y sus efectos climáticos tienen dramáticas implicaciones socioeconómicas y ambientales en casi todo el planeta.

3.1 EL EFECTO CLIMÁTICO DERIVADO DE LOS FENÓMENOS DEL CICLO ENOS

Dada su localización geográfica, Colombia recibe la influencia directa de los procesos que se suscitan en el sistema acoplado océano-atmósfera del Pacífico tropical, asociados al Ciclo ENOS. Se ha podido establecer claramente que la intensidad de los fenómenos El Niño y La Niña está en función directa con la magnitud de las anomalías registradas en la temperatura superficial y subsuperficial del océano y con el área cubierta por las mismas. La influencia de dicha intensidad no es lineal y puede ser diferente de la magnitud del efecto climático y del impacto producido por los fenómenos en las actividades humanas, como bien se observó en el evento intenso de El Niño 1982-83. El efecto climático depende de la época del año en que se presentan los fenómenos y el impacto socioeconómico está más relacionado con la vulnerabilidad de las diferentes regiones del país y de los sectores de la actividad nacional.

3.2 ALTERACIONES CLIMÁTICAS Y SU PREDICCIÓN

El análisis de la información histórica, indica que las alteraciones que se producen en el régimen de lluvias en Colombia son explicadas en buena parte, por la variabilidad climática interanual, relacionada con los fenómenos El Niño y La Niña, los cuales han sido

causa de sequías extremas y lluvias extraordinarias en diferentes regiones del país, ocasionando un efecto negativo sobre el medio físico natural y un impacto social y económico de grandes proporciones.

Se ha establecido igualmente que los ciclos relacionados con los eventos El Niño y La Niña, afectan de manera importante la temperatura del aire en Colombia (Pabón & Montealegre, 1997).

Durante la fase cálida (El Niño) del Ciclo ENOS, se ha hecho evidente el incremento de la temperatura durante las horas del día, particularmente en los valles interandinos (Montealegre, 1997); también se ha podido determinar que durante su ocurrencia se presenta una tendencia a la disminución significativa de la temperatura del aire en horas de la madrugada, con lo cual se propicia el desarrollo del fenómeno de heladas en los altiplanos y en áreas montañosas con elevaciones superiores a 2500 m. Otro efecto climático asociado con El Niño, es el incremento de la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra. El predominio de tiempo seco favorece el incremento de horas de brillo solar y por consiguiente la cantidad de radiación solar incidente, la cual incluye la parte ultravioleta del espectro.

El efecto climático registrado durante la fase fría (Niña) no es exactamente contrario al observado durante la fase cálida (Niño), aunque si se observa una tendencia inversa en el efecto producido por ambos eventos (Pabón y Montealegre, 1998a).

Una forma directa de mitigar o reducir el impacto socioeconómico generado por la variabilidad interanual de la precipitación y la temperatura del aire es el conocimiento previo de sus fluctuaciones y tendencias con anticipación de meses (predicción climática). La necesidad de elaborar predicciones de tipo climático en Colombia, se hizo evidente a raíz del severo efecto que sobre las lluvias, la temperatura del aire y la radiación solar, produjo el fenómeno El Niño ocurrido en 1991-92, el cual tuvo un significativo impacto económico, particularmente en el sector hidroenergetico del país. A partir de esa época, se realizaron los primeros esfuerzos en el HIMAT (Instituto de Meteorología, Hidrología y Adecuación de Tierras), mediante la aplicación de modelos de tipo conceptual. Así mismo, se comenzaron a incluir algunos aspectos relacionados con la variabilidad climática estacional, intraestacional e interanual en los pronósticos climáticos y de caudales de esa época.

3.3 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS FENÓMENOS DEL CICLO ENOS

Los cambios en los patrones climáticos implicarían cambios en el comportamiento de ENOS. Hay numerosos estudios que llevan a conclusiones contradictorias en este sentido: algunos señalan un aumento en la frecuencia de los eventos Niño y mientras que otros sugieren lo contrario, es decir, una mayor frecuencia de las condiciones frías (Pabón & Montealegre, 2009).

La frecuencia de los fenómenos El Niño y La Niña, está regulada por la variabilidad climática interdecadal. Así por ejemplo, es posible constatar que desde finales de la década de los 70s hay una menor frecuencia de condiciones frías en el Pacífico tropical (figura 3.4) y una mayor tendencia a la ocurrencia de fenómenos cálidos (El Niño). Por el contrario, desde finales de los 90s y la primeradécada del siglo XXI han prevalecido más

condiciones frías que cálidas en el Pacífico y los eventos cálidos ocurridos en esta época han sido débiles.

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, admite que la tendencia de la temperatura de la superficie del mar va hacia condiciones parecidas a las de El Niño. Sin embargo, es prematuro aún considerar esta última tendencia, muy marcada en el último decenio del siglo XX, como el efecto del cambio climático sobre ENOS, porque podría tratarse de la expresión de una fase cálida de algún ciclo de la variabilidad climática interdecadal.

El comportamiento de ENOS en diferentes modelos numéricos arroja igualmente resultados contradictorios: en algunos, hay una mayor probabilidad de permanencia de las condiciones actuales, en tanto que otros, encontraron un cambio significativo en la frecuencia, amplitud y los patrones espaciales de ENOS. Sin embargo, los investigadores aceptan que los modelos presentan aun, una baja capacidad para representar debidamente la dinámica atmosférica derivada de la variabilidad de la temperatura superficial del mar.

Aunque es de esperar cambios en las propiedades de ENOS debido a un cambio climático, los argumentos que fundamentan cualquier hipótesis al respecto no son contundentes y aún queda mucha incertidumbre por tratar y reducir (Pabón & Montealegre, 2009). Por esta razón las conclusiones de una u otra investigación en este tema no son del todo definitivas y se requiere aún avanzar en el conocimiento tanto del fenómeno en sí como de su interrelación con los fenómenos globales.

Figura 1.

4 INDICES DE MAYOR SIGNIFICACIÓN UTILIZADOS EN LA VIGILANCIA Y CARACTERIZACIÓN DE LOS FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA.

Una gran cantidad de índices son utilizados actualmente por la comunidad científica para caracterizar los fenómenos del ciclo ENOS, en razón a que los procesos físicos involucrados en el desarrollo del mismo están íntimamente relacionados entre sí. De ahí, la gran cantidad de variables objeto de observación y medición, en tres, de las cinco componentes del sistema climático (Hidrosfera – Biosfera – Atmósfera), en la cuenca del océano Pacífico tropical.

Como El Niño y La Niña son fenómenos de carácter oceánico, los índices utilizados para determinar sus características son de la misma naturaleza. Posiblemente los índices más utilizados en la vigilancia y seguimiento de estos fenómenos corresponden a las anomalías que se observan en la temperatura superficial del mar (TSM) en las regiones centro-occidental (Niño 3-4) y central (Niño 3), del océano Pacífico tropical (Quinn, 1987).

Como referencia, se describen algunos otros índices, de relativa importancia en el estudio de los fenómenos enmarcados dentro del Ciclo ENOS y que son utilizados para contrastar la variabilidad y fluctuaciones extremas de la TSM.

4.1 INDICES OCEÁNICOS

Los fenómenos de El Niño y La Niña están asociados a las anomalías positivas y negativas que se observan durante varios meses en aguas del océano Pacífico tropical. Es fácil entender entonces, el hecho de que la TSM se convierte en un valioso indicador de la estructura térmica de la capa superficial y subsuperficial del océano y en consecuencia, en una importante herramienta para el seguimiento y vigilancia de los fenómenos El Niño y La Niña.

4.1.1 Anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM)

Para la vigilancia de la variabilidad de la TSM en la franja tropical del Pacífico, se han establecido cuatro regiones muy bien definidas a saber (figura 3.1):

Región Occidental: (Región Niño 4): Entre las latitudes 5° Norte y 5° Sur y las Longitudes 160° Este y 150° Oeste.

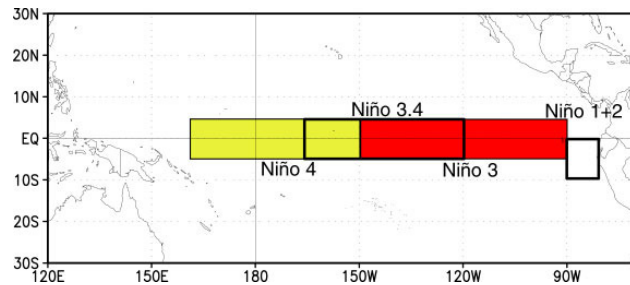
Región Central: (Región Niño 3): Entre las latitudes 5° Norte y 5° Sur y las Longitudes 90° y 150° Oeste.

Región Centro-occidental: (Región Niño 3-4): Entre las Latitudes 5° Norte y 5° Sur y las Longitudes 120° y 170° Oeste.

Región Oriental: (Región Niño 1+2): Entre las Latitudes 0° y 10° Sur y las Longitudes 90° y 80° Oeste.

En cada una de estas regiones se mide la temperatura de la superficie del mar en grados Celsius y se determinan sus anomalías.

Figura 3.1 Regiones El Niño, definidas por la comunidad científica internacional con fines de seguimiento y vigilancia de los fenómenos del Ciclo ENOS. Fuente de datos: NOAA/NCEP/CAC, USA



La temperatura registrada en la región Niño 1+2, es el promedio de la temperatura medida en las regiones Niño1 y Niño2. Las anomalías estimadas corresponden a los índices utilizados para el seguimiento de su variabilidad.

Aunque los índices más utilizados son los de las regiones Niño 3 y Niño 3-4, en consideración a que en el sector central del Pacífico tropical se observan los mayores contrastes de la termodinámica oceánica, en la actualidad no hay consenso dentro de la comunidad científica respecto al uso de alguno de ellos en forma prioritaria, a tal punto, que los modelos numéricos de pronóstico de los centros mundiales especializados predicen el comportamiento de la TSM, en términos de anomalías, para ambas regiones.

El hecho de que el rango de variabilidad normal de la TSM en la región Niño 3, sea mucho más amplio que el de la región Niño 3-4 (figura 3.2), es una de las razones por las cuales los centros especializados de seguimiento de los fenómenos El Niño y La Niña no coinciden en la determinación de las épocas de comienzo y finalización de los eventos.

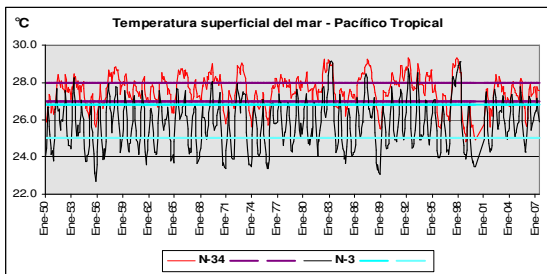


Figura 3.2 Temperatura de superficie del mar (grados Celsius) registrada en el océano Pacífico tropical - región Niño 3-4 comparada con la región Niño 3, desde 1950 hasta 2007. Nótese la magnitud de las anomalías y la mayor amplitud del rango de variabilidad en la región Niño 3. Fuente de datos: NOAA/NCEP/CAC, USA

Esta circunstancia permite inferir que el índice de la región Niño 3, es más riguroso

en la determinación de las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos y es por ello, que en este estudio se adopta como índice de reconocimiento de las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos de El Niño y La Niña, el construido con las anomalías mensuales de la TSM en la Región Niño 3 (aTSM N3).

4.1.2 Índice Oceánico del Niño - ONI

Este índice es calculado como la media móvil de tres puntos de la serie mensual de anomalías de la temperatura de la superficie del mar en la Región Niño 3-4. De acuerdo con este índice, en condiciones El Niño (La Niña), el ONI debe ser igual ó superior (igual o inferior) a medio grado Celsius de anomalía, durante un periodo no inferior a cinco meses consecutivos.

4.1.3 Anomalías de la temperatura subsuperficial del mar

Este índice permite determinar el comportamiento de la estructura térmica subsuperficial de la franja tropical del océano Pacífico (entre las longitudes 140° Este y 80° Oeste), hasta una profundidad de 400 metros. Las anomalías son desviaciones respecto al promedio del período 1983-1992.

4.1.4 El contenido de calor en la capa superior del océano

Este índice está basado en las anomalías que se registran en la estructura térmica superficial y subsuperficial (0 – 300 metros de profundidad) del océano Pacífico centro-oriental (entre 180° y 100° grados de longitud oeste).

4.1.5 Comportamiento de la Termoclina

Este índice es valorado como las anomalías que se observan en la profundidad de la isoterma de 20 °C dentro de la franja ecuatorial (entre las latitudes 5° Norte y 5° Sur) del océano Pacífico tropical. Las anomalías son desviaciones respecto al promedio del período 1983-1992.

4.2 ÍNDICES ATMOSFÉRICOS

4.2.1 Índice de Oscilación del Sur - IOS

Es calculado como las diferencias normalizadas entre la presión atmosférica medida en Tahití (Polinesia Francesa, que representa el sector central del Pacífico tropical) y Darwin (norte de Australia, representativo el sector occidental). El IOS es un indicador de las fluctuaciones de la masa atmosférica entre los sectores centro-oriental y occidental del Pacífico tropical.

Diferentes científicos han desarrollado metodologías para el cálculo del IOS; el obtenido por el Climate Analysis Center de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de los Estados Unidos, es uno de los más utilizados por la comunidad que hace seguimiento e investigaciones sobre el ENOS.

4.2.2 Vientos

Se utilizan también otros índices atmosféricos igualmente eficaces en caracterizar los fenómenos del ciclo ENSO, como las anomalías de viento zonal en niveles bajos (850 hectopascuales - hPa) y el flujo zonal de altura a 200 hPa, el cual sirve para describir los vientos troposféricos, cuyas anomalías tienden a oponerse a los de 850 hPa.

Los vientos zonales en 850 hPa, corresponden al movimiento del aire que sopla de Este a Oeste, a una altura aproximada de 1500 metros sobre el nivel del mar, en tanto que los vientos en 200 hPa, soplan de Oeste a Este, a una altura aproximadamente de 12 kilómetros.

4.2.3 Temperatura del Aire

La temperatura del aire en la media troposfera (500 hPa) es un indicador del contenido de calor de la troposfera tropical y constituye un valioso indicador de los procesos de la componente atmosférica dentro del ENOS.

4.2.4 Radiación Solar de Onda Larga

Este importante índice está relacionado con la radiación solar de onda larga saliente de la tierra (OLR), la cual es una medida indirecta de la convección, por cuanto sus valores extremos están asociados directamente a convección profunda (mínimos de OLR) o ausencia de ésta (máximos de OLR).

El seguimiento de la OLR se realiza directamente vía el satélite; su valor en las cercanías de la línea de cambio de fecha en el Pacífico tropical (180° de longitud)

determina la frecuencia y la magnitud de la actividad convectiva asociada a los procesos de ENOS.

4.3 ÍNDICES MIXTOS

Se han desarrollado algunos índices de carácter mixto que involucran tanto variables atmosféricas como oceánicas en su composición. Uno de los más conocidos es el índice MEI (Multivariate ENSO Index).

4.3.1 Índice Multivariado del ENSO - MEI

Este índice puede ser entendido como la media ponderada de seis variables sobre el Pacífico tropical, a saber: presión atmosférica a nivel del mar, componente zonal (este-oeste) y meridional (norte-sur) del viento en superficie, temperatura de la superficie del mar, temperatura del aire en superficie, y cantidad total de nubosidad. Los valores positivos del MEI representan la fase cálida de ENOS (EL Niño).

4.4 DESCRIPCION DEL INDICE SELECCIONADO (aTSM N3)

La región del Pacífico central (Región Niño 3) ha sido considerada un área muy sensible a las alteraciones que se producen en el sistema acoplado océano – atmósfera durante la ocurrencia de los fenómenos del Ciclo ENOS. Considerando tan solo un aspecto de la componente atmosférica, se puede mencionar que es allí justamente donde la celda convectiva de la circulación de Walker (lluvias abundantes) se ubica durante los episodios de El Niño y desaparece durante la fase opuesta. En relación con la componente oceánica, es importante notar la buena definición que se observa en las alteraciones de estructura térmica superficial del océano, durante la ocurrencia de ambas fases (Niño y Niña).

4.4.1 Estadísticos Característicos

Las anomalías positivas registradas en la temperatura superficial del mar durante los fenómenos El Niño, son de mayor magnitud que las negativas observadas durante La Niña (figura 3.3). En el Pacífico central (región Niño 3), por ejemplo, son prácticamente el doble, si comparamos la máxima desviación positiva (3.9 °C) registrada durante El Niño 1997-98 contra la máxima desviación negativa (-2.02 °C) registrada durante La Niña 1954-56. Algo similar ocurre analizando la desviación estándar de la serie de anomalías positivas (0.77) con la de las anomalías negativas (0.40).

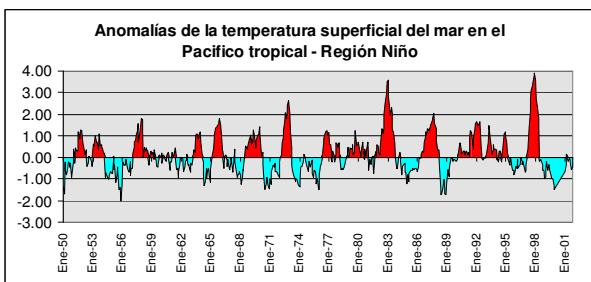


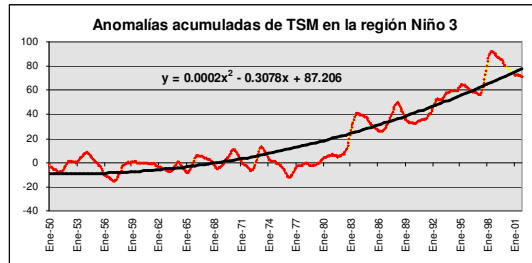
Figura 3.3 Anomalías de temperatura de superficie del mar (grados Celsius) registradas en el Pacífico tropical – Región Niño 3, desde 1950 hasta 2003. Nótese la magnitud de las anomalías durante el evento cálido de 1997-98 y en el evento frío de 1954-56. Fuente de datos: NOAA/NCEP/CAC, USA

Esta diferencia en la magnitud de las anomalías entre ambas fases (Niño y

Niña), conlleva a que los rangos de variabilidad para los dos eventos sean igualmente diferentes.

El análisis de la serie de anomalías acumuladas durante el período 1950-2001 muestra una tendencia creciente y sostenida durante los últimos treinta años, favorecida por la ocurrencia de dos eventos intensos de El Niño (1982-83 y 1997-98) durante este lapso, como se puede observar claramente en la figura 3.4.

Figura 3.4 Anomalías acumuladas de la temperatura de superficie del mar (grados Celsius) registradas en el Pacífico tropical – Región Niño 3, desde 1950 hasta 2001. Se puede apreciar muy bien crecimiento sostenido de la variable a partir del año 1975. Fuente de datos: NOAA/NCEP/CAC, USA



4.4.2 Determinación de las épocas de inicio y finalización de los fenómenos del Ciclo ENOS

La determinación de las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos es muy importante en la cuantificación del efecto climático, independiente de la intensidad que se le asigne a cada uno de ellos. La intensidad es el reflejo de la magnitud de las anomalías que se registran, tanto en el océano Pacífico tropical como en la atmósfera que yace sobre él. Las anomalías que se observan en ambos fluidos no son siempre de magnitud proporcional a la intensidad que se asigna al fenómeno.

En los datos consignados en la Tabla 3.1 se pueden observar las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos El Niño (a) y La Niña (b) ocurridos en los últimos 60 años, con su respectiva intensidad y duración, identificados por las anomalías de la TSM en el océano Pacífico central (Región Niño3).

a) El Niño

UBICACION HISTORICA DEL EVENTO	DURACION DEL EVENTO NIÑO		INTENSIDAD
	Año 1	Año 2	
	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	
1951			Debil
1957 -1958			Moderado
1965 - 1966			Moderado
1969			Debil
1972 - 1973			Fuerte
1976 - 1977			Debil
1982 - 1983			Muy Fuerte
1986 - 1987			Moderado
1991 - 1992			Fuerte
1997 - 1998			Muy Fuerte
2002			Moderado
2006			Debil
2009 - 2010			Debil

b) La Niña

UBICACION HISTORICA DEL EVENTO	DURACION DEL EVENTO LA NIÑA		INTENSIDAD
	Año 1	Año 2	
	E F M A M J J A S O N D	E F M A M J J A S O N D	
1954 -1955 (*)			Moderado
1964			Debil
1967 - 1968			Debil
1970 - 1971			Fuerte
1973 - 1974			Moderado
1975 - 1976			Moderado
1988 - 1989			Muy Fuerte
1999 - 2000			Moderado
2007 - 2008			Muy Fuerte
2010 - 2011			Moderado

(*) termino en Enero de 1956

Tabla 3.1 Épocas de ocurrencia de fenómenos El Niño (a) y La Niña (b) clasificados por su intensidad y duración, de acuerdo a la magnitud de las anomalías positivas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) registradas en el océano Pacífico central (Región Niño3). El índice corresponde al valor medio de las anomalías mensuales durante el período de permanencia de las mismas.

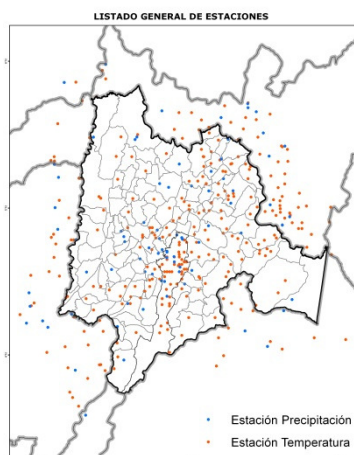
5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

En este contexto, es importante describir los aspectos de carácter metodológico desarrollados en la determinación de las alteraciones de la Precipitación y la Temperatura del aire durante los fenómenos El Niño Y La Niña, con base en los datos históricos de las estaciones Meteorológicas en la región capital (Bogotá y Cundinamarca), para actualizar los resultados del modelo del IDEAM.

5.1 BASE DE DATOS UTILIZADA

Los elementos meteorológicos que caracterizan la atmósfera (presión, temperatura, humedad, precipitación, etc.) presentan diferentes rangos de variabilidad. Así por ejemplo, la variabilidad mensual de la temperatura del aire, es muy pequeña comparada con la de la precipitación. Por ello, la densidad de las redes de medición para cada uno de ellos es igualmente variable.

Los parámetros meteorológicos de mayor variabilidad exigen, normalmente, una red de mediciones más densa. La red de estaciones meteorológicas de la región analizada está constituida por cerca de 510 estaciones (mapa 4.1), de las cuales un poco más del 32% son de propiedad del IDEAM. De éstas, el 66% son pluviométricas (mediciones de precipitación) y el porcentaje restante son de tipo Climatológico (mediciones de precipitación, temperatura y algunas otras variables climáticas).



Mapa 4.1. Red de estaciones pluviométricas (color sepia) y termométricas (color azul) del departamento de Cundinamarca. Fuente de datos: IDEAM

5.1.1 Inventario general de la información disponible

La información utilizada en este proyecto fue suministrada directamente por el IDEAM de su base de datos central (plataforma SISDHIM). La base del análisis es la información mensual. Se utilizaron los meses que tuvieran más de 20 días de información y los años que tuvieran al menos 10 meses de datos. Se seleccionaron igualmente, aquellas series que dispusieran del total mensual (precipitación) ó la media mensual (temperatura), así no contarán con el respaldo de los datos diarios.

Una vez efectuado el análisis de la información disponible, se seleccionó un total de 245 estaciones pluviométricas y 54 climatológicas, cuya descripción por entidades puede observarse en los datos de la tabla 4.1.

Entidad	PRECIPITACION		TEMPERATURA	
	Cund	Bogota	Cund	Bogota
CAR	52	6	12	4
EAAB	16	33	0	2
IDEAM	115	16	25	8
CENICAFE	7	0	3	0
TOTAL	190	55	40	14

Tabla 4.1 Número de total de estaciones pluviométricas y climatológicas utilizadas en este análisis y desglosadas por entidades.

Dado que existen datos de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región

central (Niño-3) del océano Pacífico tropical desde 1950, se analiza el comportamiento de la temperatura del aire y la precipitación en la región capital desde dicha época. La longitud de las series es muy irregular; como se puede apreciar en el esquema de la figura 4.2. Las series con registros superiores a 40 años solo representan el 25% del total de las estaciones pluviométricas y el 30% de las climatológicas.

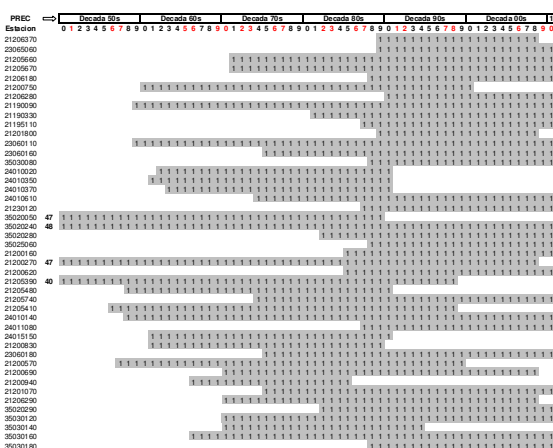
5.2 DESCRIPCION DEL ALGORITMO DESARROLLADO PARA EL CALCULO DE LOS INDICES ACUMULADO Y CATEGORICO

5.2.1 Promedio multianual mensual

Del archivo consolidado de datos mensuales de precipitación y temperatura del aire recibidos del IDEAM, se calcula el promedio multianual mensual de cada una de las series, involucrando la totalidad de los datos, desde su fecha de instalación hasta el año 2010.

No se utiliza un periodo estándar para este procedimiento dada la alta variabilidad cronológica de los registros, como se puede apreciar en la pequeña muestra del inventario general dispuesto en la figura 4.2

Figura 4.2 Extracto de la longitud de los registros de precipitación de una pequeña muestra de las estaciones pluviométricas del departamento de Cundinamarca. Nótese gran variabilidad en la longitud y el sincronismo de los registros.



la

5.2.2 Periodos analizados

5.2.2.1 Meses durante los cuales se verifica la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña en el océano Pacífico tropical.

En la figuras 4.4, se resaltan en colores, sobre los datos de precipitación mensual registrados en la estación Choachi, los periodos de ocurrencia de los eventos, durante el primero y segundo año de su permanencia. Para el cálculo de los índices acumulado y categórico de este primer caso, solo se consideran los meses correspondientes a los periodos resaltados en color. (Ver documento relacionado con el enfoque conceptual).

PRIMER AÑO													SEGUNDO AÑO												
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
54-55	31.7	35.1	32.4	125.7	177.8	168.5	134.8	124.8	110.2	145.7	45.5	67.4	15.0	43.3	58.2	24.0		42.9	112.1	73.0	105.4	84.6	95.3	47.6	
1964	0.0	12.3	4.5	102.2	122.4	99.2	100.0	100.0	85.8	93.4	63.4	39.4	10.5	4.5	20.7	111.6	172.0	89.5	105.2	82.0	50.4	91.7	146.8	13.5	
67-68	18.2	13.8	37.9	61.8	130.4	172.2	116	98	56.7	70.6	45.2	26.5	22.6	54.3	11.4	178	60.3	174.2	133.3	56	89.6	118	71	32.7	
70-71	42.5	20.7	44.4	91.5	165.0	115.8	119.2	167.2	102.2	122.4	87.9	17.4	73.1	24.0	57.0	123.9	189.0	135.9	164.0	133.9	97.1	76.7	60.9	16.7	
73-74	0	0	28	56.2	114.8	133.1	93.8	183.8	174.5	83.7	74.1	42.1	23.8	39.7	23.4	95.6	76.8	70.3	87.1	66.4	74.4	141.3	87.5	26.2	
75-76	7.2	42.5	61.2	64.6	105.9	134.6	69.6	141.1	87.8	87.8	65.8	76.3	10.5	8.4	55.1	121.3	156.3	143.4	92.1	67.1	47.7	64.5	25.9	10.2	
88-89	6.6	17.6	30.3	60.9	56.1	152.0	124.1	122.3	95.2	84.4	87.7	52.8	9.9	37.7	102.6	27.4	126.4	131.8	137.8	57.3	58.0	68.4	84.2	84.1	
99-00	59.7	80.6	115.9	137.0	119.7	104.9	97.2	56.4	101.0	64.1	56.6	24.4	85.8	49.2	0.0	62.0	176.1	98.4	159.7	100.7	165.5	120.0	70.1	49.2	
07-08	2.7	11.6	95.5	167.7	127.0	177.4	72.5	145.6	64.8	164.9	94.4	84.8	28.9	50.8	54.3	68.2	241.8	216.6	251.7	141.0	92.3	126.2	199.6	35.9	
10-11	0	30.4	60.4	200.5	234.8	178.3	170.2	75.2	48.8	84.7	138.9	69.1	19.6	79.1	144.6	381.2									
Media	20.73	29.64	52.58	99.93	127.7	121.8	117.8	103.6	75.56	91.56	77.29	34.18	20.73	29.64	52.58	99.93	127.7	121.8	117.8	103.6	75.56	91.56	77.29	34.18	

Figura 4.4 Periodos en los cuales se comprobó la presencia de un fenómeno El Niño (color sepia) o La Niña (color azul) en el océano Pacífico tropical.

5.2.2.2 Meses de afectación trimestral.

En la figura 4.4 se puede apreciar igualmente que los trimestres de mayor afectación corresponden a los tres últimos del primer año y los tres primeros del segundo año en los que se presenta el evento. Para el cálculo de los índices acumulado y categórico, solo se consideran los tres meses de cada trimestre, individualmente.

5.2.2.3 Meses que cubren las dos temporadas lluviosas y la segunda temporada seca del primer año, así como la primera temporada seca del segundo año.

Figura 4.5, en este caso, solo se consideran para el cálculo de los índices acumulado y categórico, los dos meses que cubren cada una de las temporadas seca o lluviosa, individualmente.

PRIMER AÑO													SEGUNDO AÑO												
Año	1a Lluviosa					2da Seca				2da Lluvia				1a Seca											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
54-55	31.7	35.1	32.4	125.7	177.8	168.5	134.8	124.8	110.2	145.7	45.5	67.4	15.0	43.3	58.2	24.0		42.9	112.1	73.0	105.4	84.6	95.3	47.6	
1964	0.0	12.3	4.5	102.2	122.4	99.2	100.0	100.0	85.8	93.4	63.4	39.4	10.5	4.5	20.7	111.6	172.0	89.5	105.2	82.0	50.4	91.7	146.8	13.5	
67-68	18.2	13.8	37.9	61.8	130.4	172.2	116	98	56.7	70.6	45.2	26.5	22.6	54.3	11.4	178	60.3	174.2	133.3	56	89.6	118	71	32.7	
70-71	42.5	20.7	44.4	91.5	165.0	115.8	119.2	167.2	102.2	122.4	87.9	17.4	73.1	24.0	57.0	123.9	189.0	135.9	164.0	133.9	97.1	76.7	60.9	16.7	
73-74	0	0	28	56.2	114.8	133.1	93.8	183.8	174.5	83.7	74.1	42.1	23.8	39.7	23.4	95.6	76.8	70.3	87.1	66.4	74.4	141.3	87.5	26.2	
75-76	7.2	42.5	61.2	64.6	105.9	134.6	69.6	141.1	87.8	87.8	65.8	76.3	10.5	8.4	55.1	121.3	156.3	143.4	92.1	67.1	47.7	64.5	25.9	10.2	
88-89	6.6	17.6	30.3	60.9	56.1	152.0	124.1	122.3	95.2	84.4	87.7	52.8	9.9	37.7	102.6	27.4	126.4	131.8	137.8	57.3	58.0	68.4	84.2	84.1	
99-00	59.7	80.6	115.9	137.0	119.7	104.9	97.2	56.4	101.0	64.1	56.6	24.4	85.8	49.2	0.0	62.0	176.1	98.4	159.7	100.7	165.5	120.0	70.1	49.2	
07-08	2.7	11.6	95.5	167.7	127.0	177.4	72.5	145.6	64.8	164.9	94.4	84.8	28.9	50.8	54.3	68.2	241.8	216.6	251.7	141.0	92.3	126.2	199.6	35.9	
10-11	0	30.4	60.4	200.5	234.8	178.3	170.2	75.2	48.8	84.7	138.9	69.1	19.6	79.1	144.6	381.2									
Media	20.73	29.64	52.58	99.93	127.7	121.8	117.8	103.6	75.56	91.56	77.29	34.18	20.73	29.64	52.58	99.93	127.7	121.8	117.8	103.6	75.56	91.56	77.29	34.18	

Figura 4.5 Meses que cubren las dos temporadas lluviosas y las dos temporadas secas en la Región Capital (Cundinamarca y Bogotá).

Mediante la distribución temporal de la precipitación se determina el Ciclo Anual (Variabilidad Estacional), el cual se define las épocas en las que se presentan las temporadas secas y lluviosas, en cada región. La región capital (Bogotá y Cundinamarca) se caracteriza por presentar un régimen pluviométrico de tipo bimodal, con un primer periodo de lluvias que cubre los meses de Abril y Mayo y una segunda temporada húmeda que va de Octubre a Noviembre. Las temporadas secas están bien definidas en Enero - Febrero, la primera y Julio - Agosto, la segunda. Se exceptúa de este comportamiento el extremo oriental de Cundinamarca (región de Medina), que presenta un régimen similar al de los llanos orientales.

Un claro ejemplo de las temporadas típicas definidas para la región analizada se aprecia en la figura 4.6, donde se presenta el Ciclo Anual correspondiente a la estación La Ramada, localizada en el municipio de Funza.

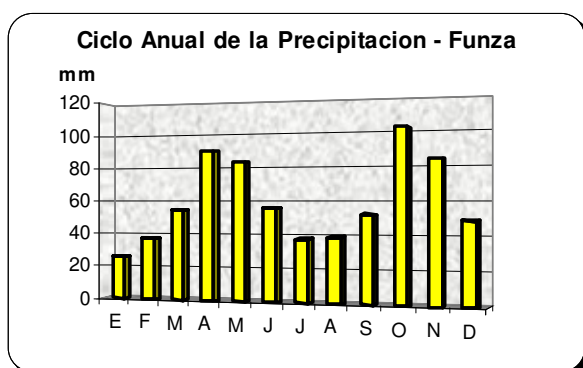


Figura 4.6 Ciclo Anual de la precipitación representativo de la región analizada, con base en los datos registrados en la estación Meteorológica La Ramada del municipio de Funza, durante el periodo 1938-2005

5.2.2.4 Meses de transición entre las temporadas secas y lluviosas; para el cálculo de los índices acumulado y categórico.

Solo se consideran individualmente, los meses de marzo y septiembre, en los que se da la transición de la temporada seca a la lluviosa y los meses de diciembre y junio, en los que se presenta el caso contrario.

5.2.3 Índice Acumulado

Se calcula el promedio multianual de cada uno de los periodos citados anteriormente y se establece la relación comparativa entre el valor acumulado de la lluvia registrada durante el periodo considerado y el correspondiente valor promedio de dicho periodo. El valor obtenido es el Índice Acumulado, el cual refleja, en términos porcentuales, la característica del comportamiento registrado: Normal, Deficitario o Excesivo de la lluvia durante el periodo analizado.

5.2.4 Índice Categórico

Una vez determinada tal característica, se expresa en términos categóricos, tan solo en cinco rangos de variabilidad: Déficit Severo (-2); Déficit (-1); Normal (0); Exceso (1); Exceso Severo (2).

El análisis se efectúa para todos y cada uno de los periodos en los que ocurrieron los 12 eventos Niño y 10 eventos Niña, registrados desde Enero de 1951 a Febrero de 2011.

5.2.5 Frecuencia Absoluta

Como se puede apreciar en la figura 4.7, el paso siguiente corresponde al cálculo de la frecuencia absoluta con la que se presentan cada uno de los cinco rangos de afectación establecidos durante los diferentes periodos considerados.

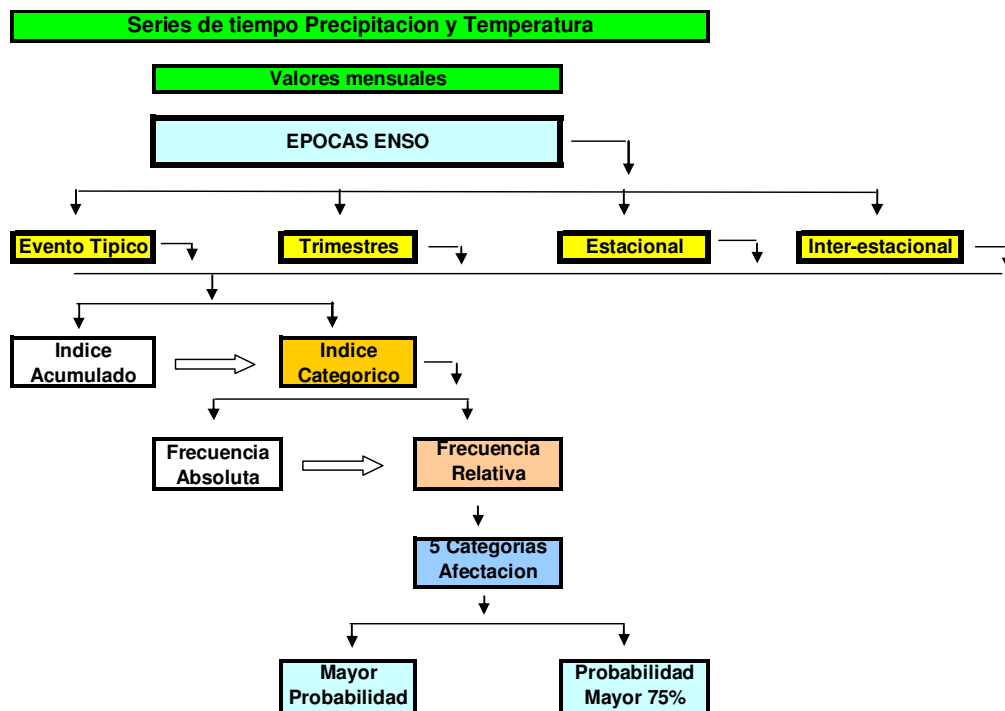


Figura 4.7 Proceso de construcción del algoritmo utilizado en la determinación del efecto sobre la precipitación y la temperatura en la Región Capital (Cundinamarca y Bogotá), ocasionado por la ocurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña.

5.2.6 Frecuencia relativa

Como la longitud de los registros no es la misma para todas las estaciones consideradas, los valores de la frecuencia absoluta no son comparables entre sí, por lo cual es necesario calcular la frecuencia relativa, para todos los casos.

5.2.7 Condiciones de mayor probabilidad

Con base en los datos derivados de la frecuencia relativa, se pueden establecer dos rangos de afectación adicionales, a saber: a) La Condición más Probable de afectación en presencia de un evento cálido o frío, derivado del mayor valor porcentual obtenido y b) La probabilidad Superior al 75%, cuando los valores de frecuencia relativa superan este orden de magnitud.

De esta forma, se dispone de cinco categorías de afectación más dos características especiales, derivadas del comportamiento analizado. En síntesis, las tablas construidas mediante esta metodología, corresponden a la **probabilidad de alteración de la precipitación y la temperatura (expresada en términos porcentuales)** en la región

Capital para cinco categorías de afectación, durante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña; en consecuencia, los mapas elaborados con base en estas tablas, son mapas probabilísticos de afectación. Las tablas relacionadas con la **condición más probable y la probabilidad superior al 75% (expresadas en términos del índice categórico)**, son la base para la elaboración de los mapas relativos al tipo de afectación predominante. Dada la dificultad para lograr la interpolación de este tipo de datos en los mapas (MP y M.75), se acude al uso de números aleatorios, en cada una de las categorías de afectación.

Los cálculos se amplían a la escala trimestral, estacional e interestacional.

Durante esta etapa del análisis, se pueden dar situaciones de conflicto, a saber: cuando los porcentajes se reparten igualitariamente entre dos categorías opuestas a la fase que se está analizando, se da prelación a la fase que se este considerando. Ahora, si la igualdad es entre los rangos moderado y severo de una misma condición fría o cálida, se da prelación al valor más extremo, ya que se quiere establecer el mayor efecto.

5.3 CÁLCULO DE ÍNDICES DE ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN

Se construyen índices mensuales, trimestrales, estacionales y de periodo extendido que detectan anomalías o alteraciones del comportamiento de la precipitación con respecto a la media multianual. Las anomalías son calculadas como el cociente, expresado en porcentaje (%), entre un dato cualquiera y su valor promedio.

La media multianual cubre la totalidad de los registros históricos, desde su instalación, hasta el año 2010.

5.3.1 Índice puntual (no acumulado)

Si el índice es puntual, es decir, para un solo mes en particular, el índice (***Ip***) se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Ip_{ij} = \frac{P_{ij}}{\bar{P}_j} \times 100$$

Dónde:

Ip_{ij} - es el índice del parámetro del mes ***j*** y el año ***i***;

P_{ij} - es el valor del parámetro a nivel mensual del mes ***j*** y el año ***i***;

\bar{P}_j - es el promedio multianual del parámetro del mes ***j***.

5.3.2 Índice Acumulado

Posteriormente se construye el índice acumulado \overline{Ia}_i , trimestral, estacional o para cualquier período de tiempo definido en términos de meses, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\overline{Ia}_i = \frac{\sum_{j=N1}^{j=N2} P_{ij}}{\sum_{j=N1}^{j=N2} \overline{P}_j}$$

Dónde:

\overline{IP}_i - es el índice acumulado del parámetro para cada período definido en el año i ;

N1, N2 – son los meses de inicio del año i y de finalización del año $i + 1$

P_{ij} - es el valor del parámetro en el mes j del año i ;

\overline{P}_j - es el promedio multianual del parámetro en el mes j .

Con base en el índice puntual o acumulado, definido como \overline{IP}_i en general, se establecen las siguientes categorías de interpretación, que corresponden a las utilizadas actualmente por el IDEAM para caracterizar el comportamiento de la precipitación:

Rango de variación	Descripción del efecto
$IP_i \leq 40\%$	Déficit severo (muy por debajo de lo normal)
$40\% < IP_i \leq 80\%$	Déficit (por debajo de lo normal)
$80\% < IP_i \leq 120\%$	Normal
$120\% < IP_i \leq 160\%$	Excedente (por encima de lo normal)
$IP_i > 160\%$	Excedente severo (muy por encima de lo normal)

Para cada estación se calcula el índice acumulado, en términos porcentuales, cubriendo la totalidad del período, los trimestres ó las temporadas secas ó lluviosas afectadas por los eventos Niño y Niña de diferentes categorías de intensidad (débil, moderado ó fuerte). Para cada caso, se obtiene una matriz de n estaciones x m eventos, con el índice porcentual acumulado.

5.3.3 Índice Categórico

Se define un índice categórico para los 5 rangos de afectación que permite restringir la variabilidad (absoluta o relativa) de las anomalías registradas en los parámetros meteorológicos, asignándole a cada rango de comportamiento, uno de los siguientes valores:

Rango de variación	Descripción del efecto	Índice Categórico
$IP_i \leq 40\%$	Déficit severo	-2
$40\% < IP_i \leq 80\%$	Déficit	-1
$80\% < IP_i \leq 120\%$	Normal	0
$120\% < IP_i \leq 160\%$	Excedente	1
$IP_i > 160\%$	Excedente severo	2

Para cada estación se calcula el índice categórico, para los mismos períodos de tiempo y categorías de evento, como los definidos para el índice acumulado, obteniendo igualmente una matriz de n estaciones x m eventos.

5.3.4 Tabla de Frecuencias

A partir de la matriz de índices categóricos, se calculan las frecuencias absolutas y relativas con la que se presenta cada índice dentro de cada una de las categorías definidas (-2, -1, 0, 1, 2) para el período afectado en cada uno de los eventos, ó para los períodos afectados durante los eventos débiles, moderados ó fuertes; igual procedimiento se utilizó para los trimestres y las temporadas lluviosas y secas de las regiones naturales estudiadas. Las matrices resultantes, consideran para todas las estaciones seleccionadas, las frecuencias con las que se presentan los diferentes grados de afectación dentro de las cinco categorías definidas.

5.3.5 Tabla de Probabilidades

Con base en la matriz resultante de las frecuencias, se estima la condición más probable de afectación para los eventos El Niño y La Niña de tipo estándar (evento típico), débil, moderado ó fuerte y para los correspondientes períodos trimestrales y temporadas secas y lluviosas. De esta matriz se conforman las tablas para la elaboración de los mapas de afectación categórica y los mapas de la condición más probable, a diferentes niveles de confiabilidad (60, 75 y 90%). En la determinación de la condición más probable, se utiliza un criterio de selección que favorece la época (Niño ó Niña) que se analiza, cuando existe igual porcentaje de presentación en dos ó más categorías en particular.

5.3.6 Determinación cuantitativa de las áreas afectadas

Se pueden determinar cuantitativamente, en términos absolutos y/o relativos, las áreas afectadas a nivel municipal para todo el territorio nacional, haciendo uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de conformidad con las siguientes características:

Para -2	Áreas con probabilidad de afectación por déficit severo
Para -1	Áreas con probabilidad de afectación por déficit
Para 0	Áreas con probabilidad de comportamiento pluviométrico normal
Para 1	Áreas con probabilidad de afectación por excedente
Para 2	Áreas con probabilidad de afectación por excedente severo

5.3.7 Productos obtenidos de la evaluación de los períodos de afectación

A partir de los índices mensuales, trimestrales, estacionales ó acumulados de periodo extendido, se analizan diferentes épocas de alteración de la precipitación durante los eventos de El Niño y La Niña, para la región Capital (Bogotá – Cundinamarca), obteniéndose los siguientes productos, a saber:

- 5.3.7.1 Determinación de la probabilidad de afectación por déficit severo, déficit, excedente ó excedente severo y comportamiento pluviométrico normal para eventos **El Niño y La Niña típicos** (eventos estándar, es decir, sin considerar

la intensidad de las anomalías registradas). Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas potenciales: 14

- 5.3.7.2 Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas **Durante los tres últimos trimestres del primer año y los tres primeros del segundo año**, en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas potenciales: 84.
- 5.3.7.3 Determinación de la probabilidad de afectación **estacional (temporadas secas y lluviosas)** Para las cinco categorías definidas, en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas potenciales de esta categoría: 56.
- 5.3.7.4 Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas durante los **meses de transición interestacional** en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas potenciales: 56.

Para facilitar la identificación de los mapas se construyó un código para diferenciar el parámetro analizado (precipitación ó temperatura), el tipo de evento (Niño ó Niña), el período de afectación (trimestres) y la estacionalidad de las diferentes regiones naturales del país (temporadas lluviosa ó secas). En el anexo 1, aparecen las tablas que describen cada uno de los mapas.

5.4 CÁLCULO DE ÍNDICES DE ANOMALÍAS DE TEMPERATURA DEL AIRE

Se construyen índices mensuales y de periodo extendido **IT** que detectan anomalías o alteraciones del comportamiento de la temperatura del aire, con respecto a la media multianual (período 1961-2005). Las anomalías son calculadas como la diferencia entre un dato cualquiera y su valor promedio, en términos absolutos.

5.4.1 Índice puntual (no acumulado)

Si el índice es puntual, es decir, para un solo mes en particular, el índice (**It**) se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$It_{ij} = T_{ij} - T_j$$

Dónde:

It_{ij} es el índice del parámetro del mes j y el año i ;

T_{ij} es el valor del parámetro a nivel mensual del mes j y el año i ;

T_j es el promedio multianual del parámetro del mes j .

5.4.2 Índice Acumulado

Posteriormente se construye el índice acumulado IT_{ij} trimestral, estacional o para cualquier período de tiempo definido en términos de meses, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$IT_{ij} = \sum_{j=N1}^{j=N2} \tau_{ij}/n - \sum_{j=N1}^{j=N2} \tau_j/n$$

Dónde:

IT_{ij} - es el índice acumulado del parámetro para cada período definido en el año i ;

$N1, N2$ – son los meses de inicio del año i y de finalización del año $i + 1$

τ_{ij} - es el valor del parámetro en el mes j del año i ;

τ_j - es el promedio multianual del parámetro en el mes j .

n - es el número de meses afectados, estimado como la diferencia entre $N2$ y $N1$

Con base en los índices puntuales y acumulados se establecen las siguientes categorías de interpretación, considerando los rangos utilizados por el IDEAM en la determinación de las anomalías mensuales de este parámetro:

Rango de variación	Descripción del efecto
$IT \leq -0.5 \text{ °C}$	Enfriamiento severo (muy por debajo de lo normal)
$-0.5 \text{ °C} < IT \leq -0.2 \text{ °C}$	Enfriamiento (por debajo de lo normal)
$-0.2 \text{ °C} < IT \leq 0.2 \text{ °C}$	Normal
$0.2 \text{ °C} < IT \leq 0.5 \text{ °C}$	Calentamiento (por encima de lo normal)
$IT > 0.5 \text{ °C}$	Calentamiento severo (muy por encima de lo normal)

5.4.3 Índice Categórico

Se define un índice categórico para los 5 rangos de afectación que permite restringir la variabilidad (absoluta o relativa) de las anomalías registradas en los parámetros meteorológicos, asignándole a cada rango de comportamiento, uno de los siguientes valores:

Rango de variación	Descripción del efecto	Índice Categórico
$IT \leq -0.5 \text{ °C}$	Enfriamiento severo	-2
$-0.5 \text{ °C} < IT \leq -0.2 \text{ °C}$	Enfriamiento	-1
$-0.2 \text{ °C} < IT \leq 0.2 \text{ °C}$	Normal	0
$0.2 \text{ °C} < IT \leq 0.5 \text{ °C}$	Calentamiento	1
$IT > 0.5 \text{ °C}$	Calentamiento severo	2

Siguiendo un procedimiento similar al de la precipitación, se calcula para cada estación el índice categórico, cubriendo los mismos períodos de afectación para los eventos Niño y Niña, así como las diferentes categorías de intensidad. Para cada caso, se obtiene una matriz de n estaciones x m eventos.

5.4.4 Tablas de frecuencias, tablas de probabilidades y determinación Cuantitativa de las áreas afectadas.

El procedimiento para la elaboración de las tablas de frecuencia y de probabilidad, así como la determinación cuantitativa de las áreas afectadas es similar al descrito en los numerales 6.2.4 al 6.2.6 relacionadas con la precipitación.

5.4.5 Productos obtenidos de la evaluación de los períodos de afectación

A partir de los índices mensuales, trimestrales ó acumulados de periodo extendido, se analizan diferentes épocas de alteración de la temperatura media mensual del aire durante los eventos de El Niño y La Niña, para la región Capital (Bogotá – Cundinamarca), obteniéndose los siguientes productos, a saber:

- 5.4.5.1 Determinación de la probabilidad de afectación por calentamiento severo, enfriamiento ó enfriamiento severo y de la probabilidad de comportamiento termométrico normal para eventos ***El Niño y La Niña típicos*** (eventos estándar, es decir, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas). Estimación de la condición más probable y del grado de afectación con una probabilidad igual ó superior al 75%. Total tablas: 14

- 5.4.5.2 Determinación de la probabilidad de afectación para las cinco categorías definidas ***durante los tres últimos trimestres del primer año y los tres primeros del segundo año***, en presencia de un fenómeno típico de El Niño y La Niña. Estimación de la condición más probable y del grado de afectación a un nivel igual o superior del 75%. Total tablas: 84.

6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 ESTADÍSTICAS RELACIONADAS CON LA CONDICION MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN

Con miras determinar el tipo de efecto que los fenómenos El Niño y La Niña producen sobre los patrones de precipitación y temperatura del aire en la Región Capital (Cundinamarca – Bogotá), se examinaron los datos porcentuales correspondientes a la condición más probable de afectación para cada una de las categorías definidas, obteniéndose los siguientes resultados:

6.1.1 Precipitación

La señal característica de los fenómenos del Ciclo ENOS reflejada en déficits (El Niño) y excedentes (La Niña) de precipitación en Cundinamarca, se diluye al analizar los eventos típicos, es decir, al estudiar los fenómenos de forma integral, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas en la temperatura superficial del Pacífico tropical. En el caso de la fase cálida (El Niño), la deficiencia de precipitación, como condición más probable, aparece tan solo en un 30% del total de observaciones mientras que el 68% de las series pluviométricas analizadas indican un comportamiento normal, como se puede apreciar en los datos de la tabla 5.1. Durante la fase fría (La Niña), los excedentes de agua y el comportamiento normal tienen prácticamente la misma frecuencia de ocurrencia.

Tabla 5.1 Datos porcentuales correspondientes a la mayor probabilidad de afectación pluviométrica en cada una de las categorías definidas: déficit severo (-2), déficit (-1), normal (0), excedente (1) y excedente severo (2)

MAYOR PROBABILIDAD DE AFECTACIÓN PARA CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DEFINIDAS, EN PORCENTAJE (%)			-2	-1	0	1	2
PRECIPITACIÓN							
EVENTO	Niño Típico		1	30	68	1	0
	Niña		0	1	51	43	5
TRIMESTRES (Evento Típico)	Niño 2do Trimestre		1	27	64	8	0
	Niña Primer Año		0	9	74	14	2
	Niño 3er Trimestre		6	50	43	2	0
	Niña Primer Año		0	6	45	26	23
	Niño 4o Trimestre		1	43	53	3	0
	Niña Primer Año		0	1	44	44	11
	Niño 1er Trimestre		7	69	20	4	0
	Niña Segundo Año		1	8	31	32	29
	Niño 2do Trimestre		2	39	56	3	0
	Niña Segundo Año		0	10	66	17	7
Niño 3er Trimestre		1	23	66	10	1	
Niña Segundo Año		0	9	57	23	10	

A nivel trimestral, la señal característica de ENSO para ambas fases, aparecen muy bien definida (porcentajes mayoritarios entre 40% y 75%) al considerar las deficiencias (El Niño) y los excedentes (La Niña) de precipitación registradas durante el tercero y cuarto

trimestres del primer año y el primer trimestre del segundo año. Adicionalmente, se puede comprobar que el mayor efecto climático ocurre durante el primer trimestre del segundo año, el cual es muchas veces coincidente con la fase madura de los eventos, es decir, cuando se presentan las mayores anomalías en el océano y la atmósfera del Pacífico tropical.

Estacionalmente, se observa un predominio de condiciones normales en la primera temporada lluviosa, en Cundinamarca, durante la ocurrencia de ambas fases de ENSO, Niño o Niña (tabla 5.2). En marcado contraste con esta situación, durante la segunda temporada seca, la segunda lluviosa y la primera temporada seca del segundo año, la señal característica de ENSO, aparece muy bien definida, con déficits de precipitación (entre 40% y 80%) durante las épocas de Niño y excedentes de agua (entre 40% y 60%) en la fase opuesta (La Niña)

Corroborando el hecho de que las mayores alteraciones de la precipitación se presentan durante la fase madura de los eventos ENSO, en la tabla 5.2 se puede observar que los porcentajes de mayor probabilidad de afectación ocurren durante la primera temporada seca del segundo año.

Tabla 5.2 Datos porcentuales correspondientes a la mayor probabilidad de afectación estacional de las lluvias en cada una de las categorías definidas: déficit severo (-2), déficit (-1), normal (0), excedente (1) y excedente severo (2)

MAYOR PROBABILIDAD DE AFECTACIÓN PARA CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DEFINIDAS, EN PORCENTAJE (%)						
PRECIPITACIÓN		-2	-1	0	1	2
ESTACIONAL (Evento Típico)	Niño 1a T. Lluviosa	1	33	54	11	1
	Niña	0	23	61	12	5
	Niño 2da T. Seca	22	34	41	3	0
	Niña	0	10	40	19	32
	Niño 2da T. Lluviosa	1	37	55	6	1
	Niña	0	4	53	35	9
INTERESTACIONAL (Evento Típico)	Niño 1a T. Seca	38	51	8	1	2
	Niña	1	10	31	27	31
	Niño Junio	10	36	41	7	6
	Niña	0	7	40	26	28
	Niño Septiembre	16	55	27	2	0
	Niña	1	11	32	27	29
	Niño Diciembre	50	34	11	3	1
	Niña	2	6	15	19	58
	Niño Marzo	24	42	25	6	2
	Niña	1	17	23	20	39

Examinando los periodos íter-estacionales, es decir, aquellos meses en los que se presenta la transición entre las temporadas secas y lluviosas (Marzo, Septiembre) y lluviosas a secas (Junio y Diciembre), es posible comprobar que la señal característica de ENSO permanece muy bien definida, particularmente durante la fase cálida (El Niño) y con mayores porcentajes en Diciembre (déficits, 84%; excedentes, 77%), cuando se inicia la primera temporada seca del segundo año.

6.1.2 Temperatura del aire

El análisis de las series termométricas permite comprobar que la temperatura media de la capa atmosférica baja de Cundinamarca, se ve fuertemente influenciada, en presencia de los fenómenos del Ciclo ENSO. Durante el Niño típico, se registran aumentos en la temperatura del aire, correspondiendo la mayor probabilidad de afectación (60%), a la categoría de calentamiento severo (tabla 5.3). En la fase opuesta, La Niña típica ocurre algo similar, cuando la condición más probable (63%), corresponde a enfriamiento severo.

Tal como se observó en el comportamiento de la precipitación en Cundinamarca, a nivel trimestral, la señal característica de ENSO para ambas fases, también aparece bien definida, en la temperatura del aire, particularmente durante la fase fría.

A nivel trimestral, se registran temperaturas superiores a lo normal, como condición más probable (entre 60% y 90%), en presencia de un fenómeno típico de El Niño. Un porcentaje, aun mayor, se presenta para temperaturas inferiores a lo normal, condición característica observada durante la fase fría (La Niña) de ENSO. A través de los datos consignados en la tabla 5.3 se puede comprobar igualmente, que la mayor afectación de la temperatura del aire en Cundinamarca, ocurre durante el primer trimestre del segundo año, lo cual corrobora el hecho de que durante la fase madura de los eventos ENSO se presenta la mayor afectación, tal como se pudo establecer al analizar las anomalías en la precipitación.

Tabla 5.3 Datos porcentuales correspondientes a la mayor probabilidad de afectación termométrica en cada una de las categorías definidas: enfriamiento severo (-2), enfriamiento (-1), normal (0), calentamiento (1) y calentamiento severo (2)

MAYOR PROBABILIDAD DE AFECTACION PARA CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS DEFINIDAS, EN PORCENTAJE (%)							
TEMPERATURA			-2	-1	0	1	2
EVENTO	Niño Típico		5	0	11	23	60
	Niña		63	14	19	1	4
TRIMESTRES (Evento Típico)	Niño	2do Trimestre	7	17	40	16	20
	Niña	Primer Año	46	11	33	4	6
	Niño	3er Trimestre	4	7	23	19	47
	Niña	Primer Año	73	10	14	0	4
	Niño	4o Trimestre	7	9	15	19	51
	Niña	Primer Año	59	19	15	5	2
	Niño	1er Trimestre	1	0	1	7	90
	Niña	Segundo Año	85	7	5	1	1
	Niño	2do Trimestre	4	2	15	16	63
	Niña	Segundo Año	68	20	11	1	0
Niño	3er Trimestre	11	1	31	22	35	
Niña	Segundo Año	68	10	17	2	2	

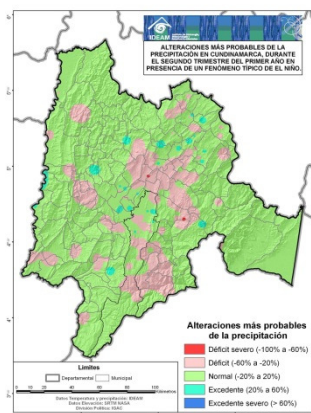
6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CONDICIÓN MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN DEL PATRÓN PLUVIOMÉTRICO DE CUNDINAMARCA DURANTE LA OCURRENCIA DE FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA.

A continuación se hace una breve descripción de los aspectos más relevantes de los mapas elaborados, en el entendido de que los detalles se pueden apreciar mejor considerando por separado, la versión de máxima resolución de cada uno de ellos (archivos del PRICC o IDEAM) ó examinando los datos de cada estación contenidos en las matrices y las tablas de probabilidad desarrolladas. Los mapas descritos corresponden a la categoría de la “condición más probable”; los mapas restantes son un complemento y sirven para estudiar con mejor detalle las áreas afectadas por condiciones extremas.

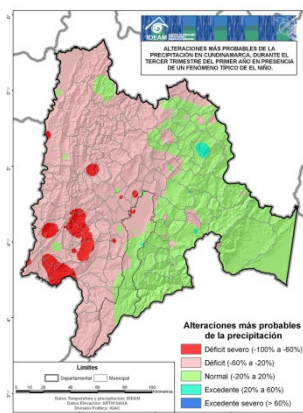
6.2.1 ANÁLISIS TRIMESTRAL

6.2.1.1 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.

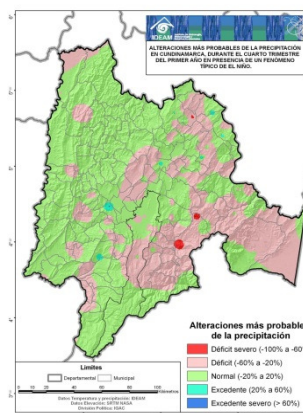
El siguiente mosaico de mapas, correspondiente a las alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, muestran claramente como el inicio de la afectación, ocurre durante el tercer trimestre¹ del primer año, una vez establecido plenamente el desarrollo del fenómeno en el sector central del Pacífico tropical. Los déficits de precipitación observados toman el carácter de severos en áreas muy localizadas del sector suroccidental del departamento, en las regiones del Tequendama y Alto Magdalena, como se puede apreciar en el mapa POT3T1A.



Mapa POT2T1A



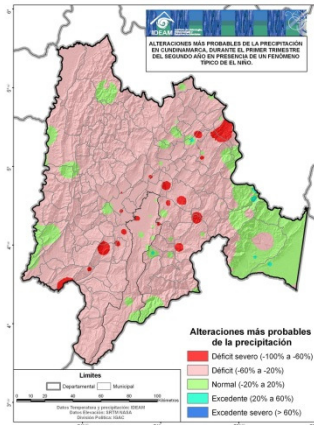
Mapa POT3T1A



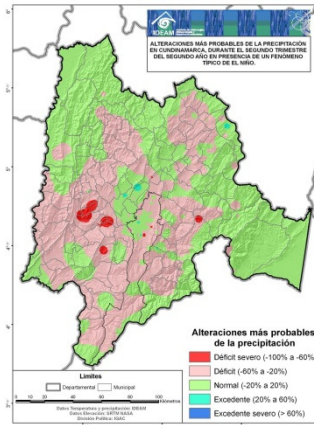
Mapa POT4T1A

Durante el trimestre siguiente la intensidad de las anomalías se reduce, igual que el área cubierta por las mismas, debido generalmente a la influencia de las fases convectivas de ondas intraestacionales, tipo Madden & Julián (mapa POT 4T).

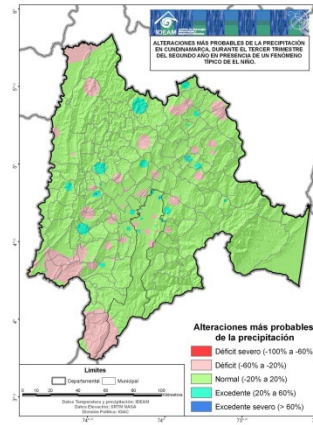
¹ El análisis de las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos El Niño (región Niño 3) registrados desde 1950, permite establecer que éstos comienzan durante los primeros semestres, en un 60% de los casos observados y terminan en los primeros semestres del año siguiente, en un 70%.



Mapa POT1T2A



Mapa POT2T2A



Mapa POT3T2A

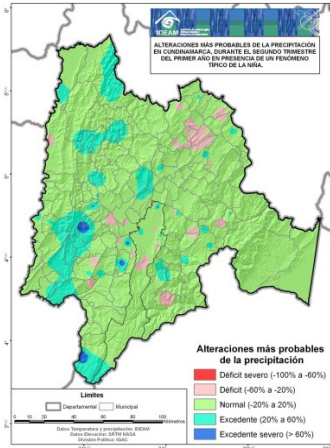
Para el primer trimestre del segundo año y coincidiendo generalmente con la fase madura de los eventos (época en las que se presentan las máximas anomalías en la estructura térmica superficial del Pacífico tropical), los déficits de precipitación cubren la mayor parte del departamento (mapa POT1T2A). En el siguiente trimestre, las anomalías se reducen a núcleos dispersos de la región montañosa y el sector suroccidental del departamento (mapa POT2T2A). Para el tercer trimestre, se observa un comportamiento pluviométrico muy cercano a lo normal.

En términos generales, en la región de Medina no se detecta la señal característica propia de los fenómenos El Niño.

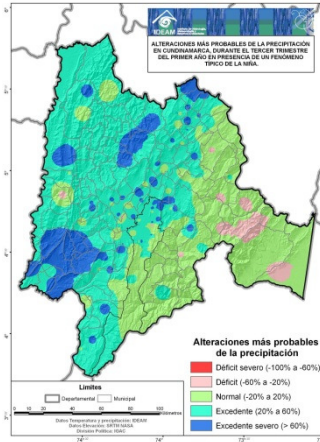
6.2.1.2 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.

Un comportamiento similar al observado trimestralmente durante los eventos cálidos (El Niño), ocurre durante los fenómenos fríos (La Niña), cuando las mayores anomalías pluviométricas (excedentes de carácter severo) se presentan durante el tercer² trimestre del primer año (mapa PAT3T1A) y el primer trimestre del año siguiente (mapa PAT1T2A). Los excedentes de agua de carácter severo se concentran en amplias áreas del sector suroccidental del departamento, en las regiones del Alto Magdalena, sur de Tequendama y algunos sectores de Rionegro y Ubaté.

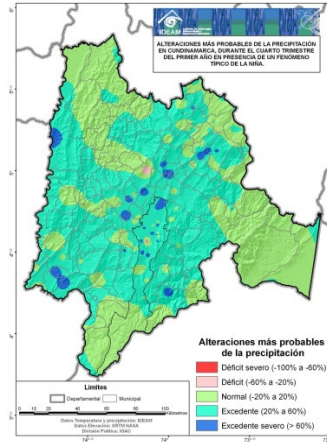
²Un análisis similar al realizado para los eventos El Niño sobre las épocas de comienzo y finalización de los fenómenos, muestra que los fenómenos La Niña comienzan durante el primer semestre, en un 75% de los casos observados y terminan en el primer semestre del año siguiente, en un porcentaje similar.



Mapa PAT2T1A

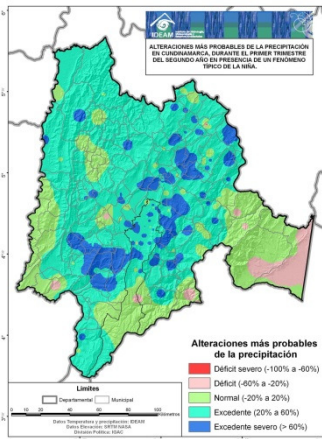


Mapa PAT3T1A

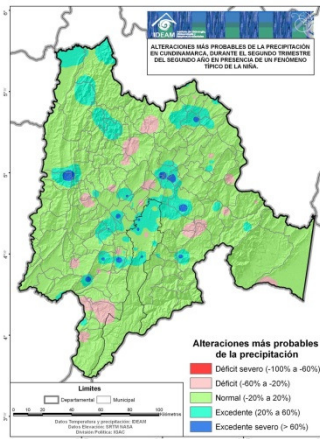


Mapa PAT4T1A

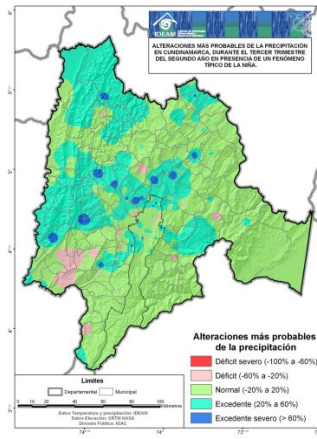
Durante el cuarto trimestre del primer año, ocurre una situación similar a la observada, por la misma época, en la fase cálida de ENSO, cuando la intensidad y el cubrimiento de las anomalías se reduce, debido generalmente a la influencia de fases subsidentes de ondas intraestacionales, tipo Madden & Julián (mapa POT4T1A). Para el segundo y tercer trimestre del segundo año, el comportamiento pluviométrico presenta una gran variabilidad, con el predominio de condiciones normales y la presencia de núcleos aislados con diferente grado de afectación.



Mapa PAT1T2A



Mapa PAT2T2A

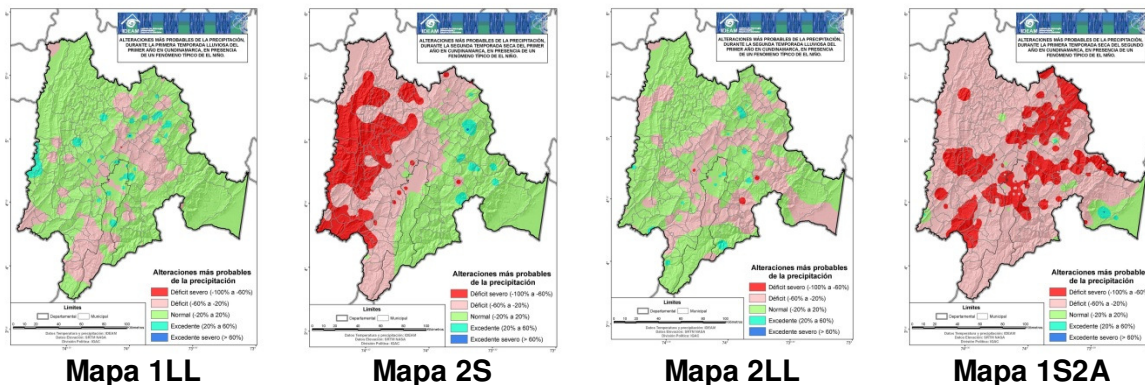


Mapa PAT3T2A

Es importante notar que durante los trimestres de mayor excedencia de agua, se observan déficits de lluvia o condiciones normales en la región de Medina.

6.2.2 ANÁLISIS ESTACIONAL

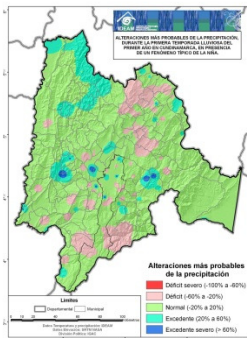
6.2.2.1 Alteraciones más probables de la precipitación, durante las temporadas lluviosas y secas de Cundinamarca, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.



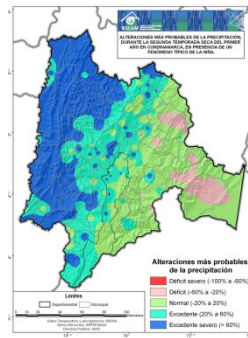
En general, el efecto de los fenómenos típicos El Niño sobre la precipitación estacional en Cundinamarca es más acentuado en las temporadas secas que en las lluviosas. En efecto, durante la primera temporada lluviosa del año el comportamiento es prácticamente normal (mapa 1LL), mientras que en la segunda, solo se observan algunos núcleos deficitarios dispuestos en forma dispersa (mapa 2LL). En la segunda temporada seca del primer año de ocurrencia del fenómeno, los déficits de agua son generalizados en los sectores occidental y central del departamento, adquiriendo el carácter de severos en áreas muy localizadas de las regiones del alto y medio Magdalena (mapa 2S); en la primera temporada seca del segundo año y muy cerca de la fase madura de los eventos, la condición deficitaria se extiende a casi toda Cundinamarca, aunque las anomalías de carácter severo solo aparecen en forma dispersa en el centro, suroccidente y nororiente del departamento (mapa 1S2A). La estacionalidad en la región de Medina se ve muy poco afectada por la señal característica del Niño.

6.2.2.2 Alteraciones más probables de la precipitación, durante las temporadas lluviosas y secas de Cundinamarca, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.

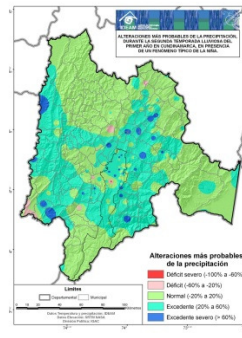
Salvo la primera temporada lluviosa (mapa 1LL) cuando se registra un comportamiento muy cercano a lo normal en la mayor parte del departamento, en presencia de un fenómeno típico La Niña, la segunda temporada lluviosa y las dos temporadas secas registran aumentos significativos en los volúmenes de precipitación. Durante la segunda temporada seca (mapa 2S) se registran excedentes de precipitación en los sectores occidental y central, concentrándose los de carácter severo (excedentes superiores al 60% de lo normal) en la región del valle del Magdalena. En la segunda temporada lluviosa (mapa 2LL) hay una disminución considerable en la magnitud y cubrimiento de las anomalías (mapa 2LL), las cuales vuelven a intensificarse y generalizarse durante la primera temporada seca del segundo año.



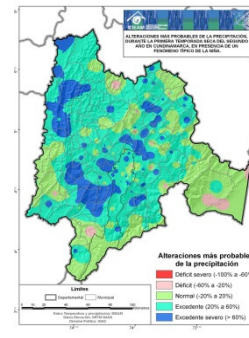
Mapa 1LL



Mapa 2S



Mapa 2LL



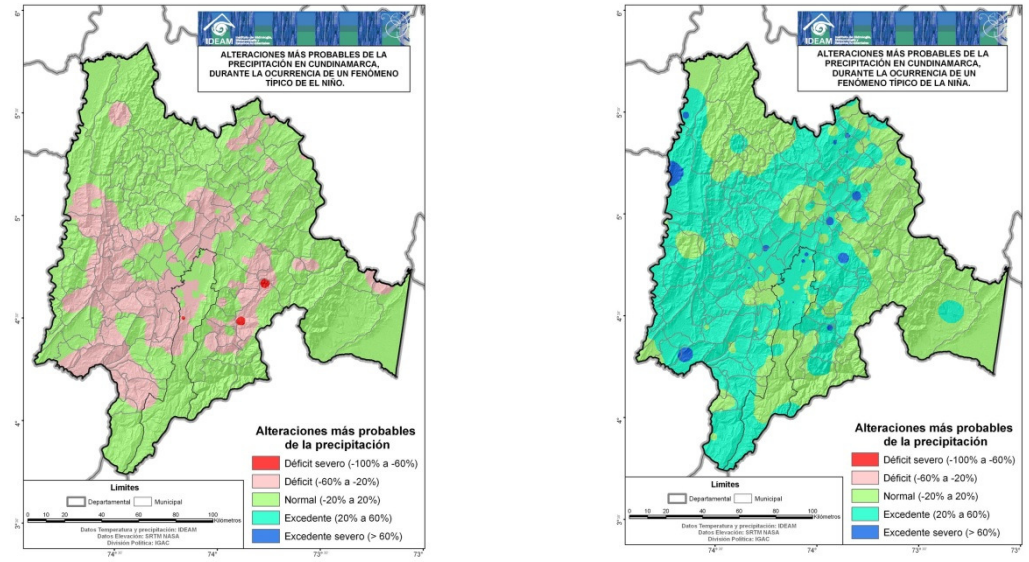
Mapa 1S2A

En términos generales, puede decirse que la región de Medina no sufre mayores alteraciones en su comportamiento pluviométrico, durante la ocurrencia de un fenómeno La Niña. Es importante destacar igualmente, que el mayor efecto climático se percibe durante las temporadas secas, tal como ocurre también durante los fenómenos El Niño.

6.2.3 ANÁLISIS INTEGRAL – EL NIÑO Y LA NIÑA TÍPICOS

6.2.3.1 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.

El análisis de las 245 series de precipitación disponibles, permite establecer que durante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño predomina la condición de normalidad de forma mayoritaria (68%), correspondiendo a la condición deficitaria solamente el 31%, aspecto ya reseñado en el numeral 5.1. Es importante destacar la ausencia condiciones extremas, por cuanto los déficits y los excedentes severos solo ocurren en un 1%. En el mapa 5.2.4 (a) se presentan, en términos de anomalías porcentuales, las variaciones de la precipitación en Cundinamarca durante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño. Como se puede apreciar, se registran ligeras reducciones de las lluvias (volúmenes mensuales disminuidos entre un 20% y un 60% de lo histórico) en algunos sectores de las regiones del alto y medio Magdalena, Tequendama, sabanas occidental y central, Distrito Capital, región de Oriente y sur de Guavio.



Mapa 5.2.4 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca durante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño (a) y de la Niña (b).

6.2.3.2 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.

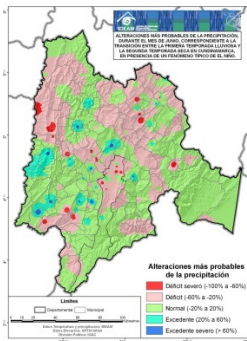
Durante la fase fría (La Niña) del ciclo ENOS, se observa un panorama más generalizado de afectación, con mayor incidencia en los sectores central y occidental del departamento. En pequeñas y muy localizadas áreas del bajo y alto Magdalena se registran excesos de precipitación de carácter severo, como se puede apreciar en el mapa 5.2.4 (b). Durante ambas fases, no registra ningún tipo de alteración, en el patrón pluviométrico de la región de Medina.

6.2.4 ANALISIS INTER-ESTACIONAL

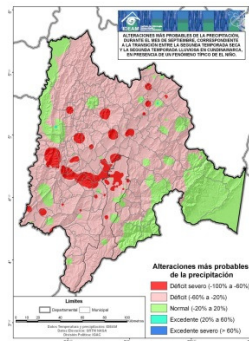
6.2.4.1 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante los meses de transición, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO

La señal propia de la fase cálida de ENSO queda muy bien reflejada, en relación con la intensidad y el carácter de las anomalías de precipitación, durante las diferentes etapas de transición entre las temporadas lluviosas y secas, tal como se puede observar en los mapas del siguiente mosaico.

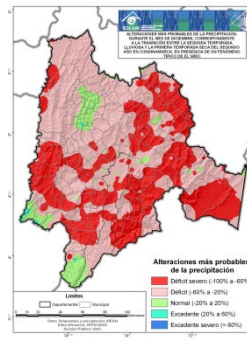
Para el final de la primera temporada lluviosa del año (Junio), cuando recién se inicia un fenómeno El Niño, la magnitud y el cubrimiento de los déficits de lluvia, se reduce a núcleos pequeños y dispersos a lo largo del departamento (mapa POTJ). En Septiembre (final de la segunda temporada seca) las anomalías se han extendido y se observan pequeños núcleos con alteraciones severas hacia la parte media del departamento (mapa POTS).



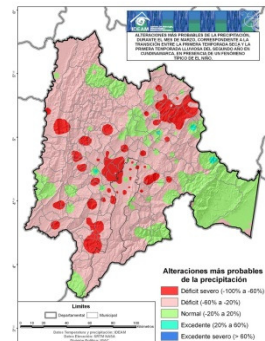
Mapa POTJ



Mapa POTS



Mapa POTD

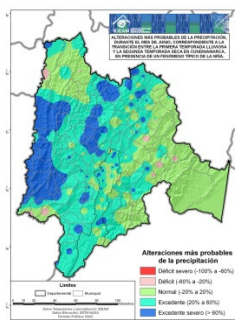


Mapa POTM2A

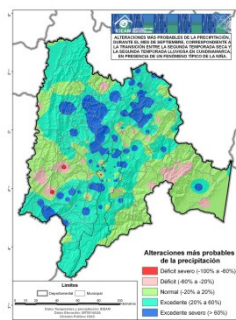
En Diciembre, una vez finalizada la segunda temporada lluviosa y coincidiendo con la fase madura del fenómeno El Niño, se registran una condición deficitaria de lluvia en todo el departamento, junto con la extensión de los núcleos con afectación de carácter severo en el sur, centro, nororiente y oriente del departamento, inclusive, en la región de Medina (mapa POTD). En marzo del año siguiente, la situación tiende a normalizarse, cuando los déficits de agua, aunque generalizados, solo presentan áreas muy reducidas con afectación severa (mapa POTM2A).

6.2.5 Alteraciones más probables de la precipitación en Cundinamarca, durante los meses de transición, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA

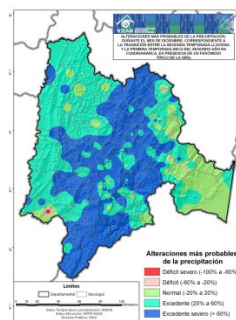
El efecto climático registrado sobre el patrón pluviométrico del departamento de Cundinamarca, durante los meses de transición estacional, en presencia de un fenómeno La Niña, es igualmente muy marcado, particularmente al final de la segunda temporada lluviosa (Diciembre), cuando se registran los mayores excedentes de precipitación, con núcleos de afectación severa a todo lo largo de la zona montañosa central (mapa POTD). Durante los meses de transición restantes, Junio y Septiembre, en el primer año de ocurrencia del fenómeno y Marzo en el año siguiente, la señal característica de ENSO es igualmente nítida en todo el departamento, salvo en la región de Medina, que presenta un comportamiento pluviométrico normal e inclusive. Llega a ser deficitario, en el mes de Marzo.



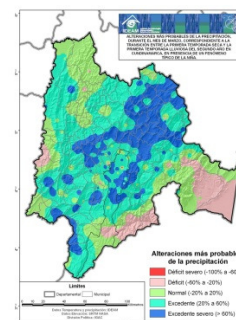
Mapa PATJ



Mapa PATS



Mapa PATD



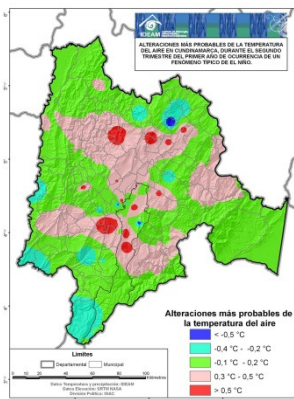
Mapa PATM2A

6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MAPAS CORRESPONDIENTES A LA CONDICIÓN MÁS PROBABLE DE AFECTACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN CUNDINAMARCA DURANTE LA OCURENCIA DE FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA.

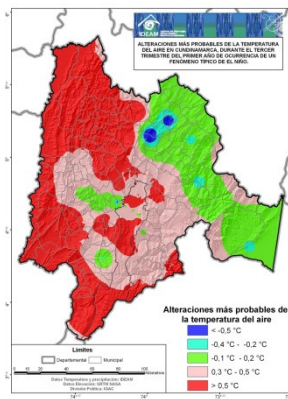
6.3.1 ANÁLISIS TRIMESTRAL

6.3.1.1 Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.

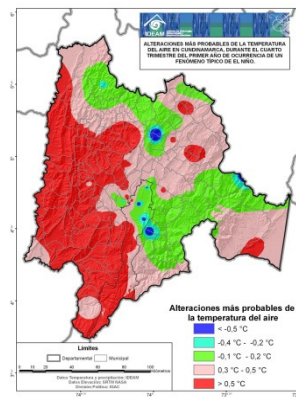
Toma el carácter de severo en el sector occidental y norte de Cundinamarca, llegando a cubrirlo completamente, durante el primer trimestre del segundo año (mapa TOT1T2A).



Mapa TOT2T1A

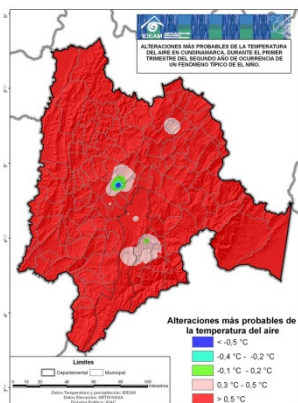


Mapa TOT3T1A

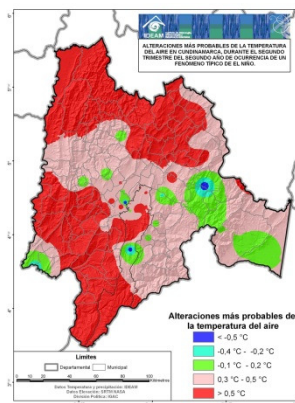


Mapa TOT4T1A

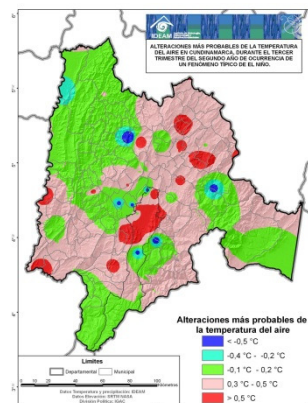
Para el tercer trimestre del segundo año, las anomalías se diluyen, iniciándose de esta forma, el retorno a condiciones normales (mapa TOT3T2A).



Mapa TOT1T2A



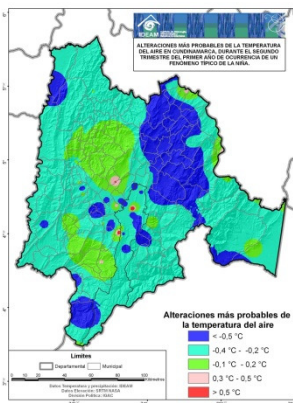
Mapa TOT2T2A



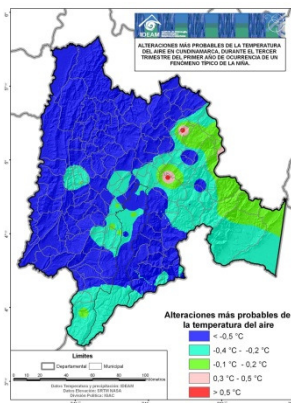
Mapa TOT3T2A

6.3.1.2 Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre del primer año y los tres primeros trimestres del segundo año, en presencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.

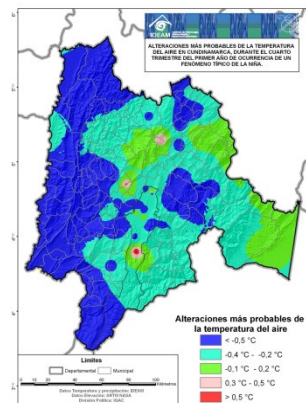
Un comportamiento similar al observado trimestralmente durante los eventos cálidos (El Niño), ocurre durante los fenómenos La Niña cuando las mayores anomalías termométricas (enfriamientos) se presentan desde el tercer trimestre del primer año y se extienden hasta el tercer trimestre del año siguiente. Durante los eventos fríos (La Niña), fuertes anomalías negativas de la temperatura del aire (enfriamientos severos) se concentran en la parte occidental del departamento, salvo en el segundo trimestre del segundo año, cuando permanecen en el sector centro oriental (mapa TAT2T2A) y en el primer trimestre del segundo año, cuando se extienden a casi todo el departamento (mapa TAT1T2A), coincidiendo con la fase madura de los eventos La Niña.



Mapa TAT2T1A

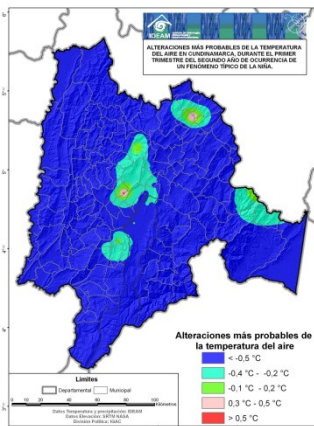


Mapa TAT3T1A

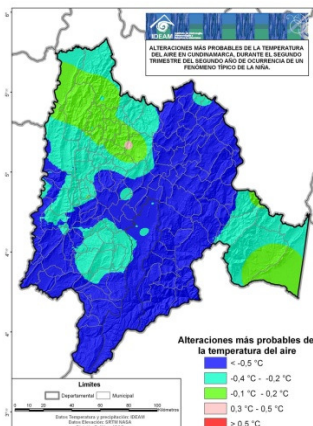


Mapa TAT4T1A

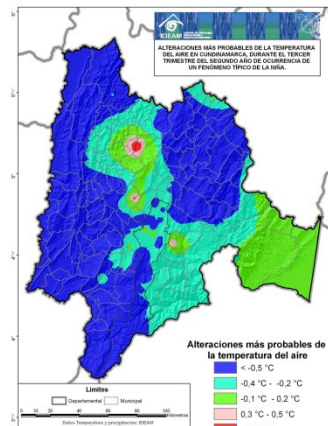
La región de Medina registra un comportamiento cercano a lo normal una vez finalizado el periodo de máximas alteraciones, es decir, a partir del segundo trimestre del segundo año (mapas TAT2T2A y TAT3T2A).



Mapa TAT1T2A



Mapa TAT2T2A

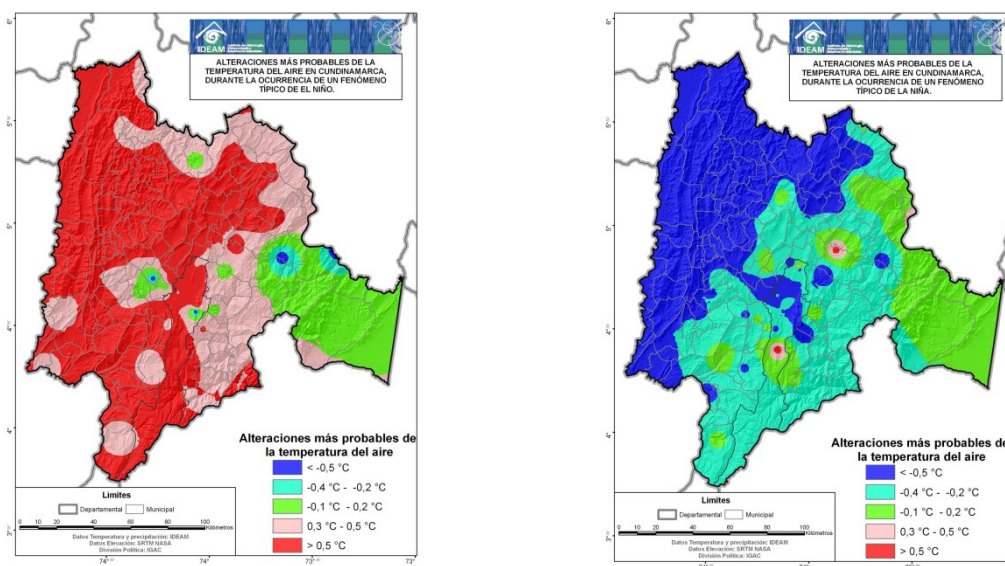


Mapa TAT3T2A

6.3.2 ANÁLISIS INTEGRAL – EL NIÑO Y LA NIÑA TÍPICOS

6.3.2.1 Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO EL NIÑO.

En el mapa 5.3.3 (a) se presentan, en términos de anomalías absolutas en grados Celsius (°C), las variaciones de la temperatura media mensual del aire en Cundinamarca, en presencia de un fenómeno El Niño. Como se puede apreciar en dicho mapa, se registra un aumento generalizado de la temperatura media del aire en la mayor parte de los sectores occidental y central del departamento, el cual oscila entre 0.2 °C y 0.5 °C. Anomalías positivas superiores a medio grado Celsius se observan en la región del valle alto, medio y bajo del Magdalena, Rionegro, Gualiva, Tequendama, Sabana centro occidental, Sumapaz, Soacha y el Distrito Capital. Solo se registra una condición de normalidad en la región de Medina.



Mapa 7.3.3 Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Colombia durante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño (a) y de La Niña (b).

6.3.2.2 Alteraciones más probables de la temperatura del aire en Cundinamarca, durante la ocurrencia de un fenómeno TÍPICO LA NIÑA.

Como se puede apreciar en el mapa 5.3.3 (b), durante los períodos de ocurrencia de los fenómenos La Niña, se observan descensos importantes en la temperatura media del aire en la mayor parte del departamento. Las anomalías llegan a superar el medio grado Celsius (enfriamientos severos), en la región occidental y algunos sectores de la parte norte del departamento. Igual que ocurre durante El Niño, en la región de Medina no se detectan alteraciones de ninguna índole en el comportamiento de la temperatura del aire durante la ocurrencia del fenómeno La Niña.

7 CONCLUSIONES

1. La señal característica de los fenómenos del Ciclo ENOS en Cundinamarca, reflejada en déficits de precipitación durante El Niño y excedentes de lluvia durante La Niña, se diluye al analizar los **eventos típicos**, es decir, al estudiar los fenómenos de forma integral, sin considerar la intensidad de las anomalías registradas en la temperatura superficial del Pacífico tropical. En el caso de la fase cálida (El Niño), la deficiencia de precipitación, como condición más probable, aparece tan solo en un 30% del total de observaciones. Durante la fase fría (La Niña), se observa un panorama más generalizado de afectación, aunque los excedentes de agua y el comportamiento normal tienen prácticamente la misma frecuencia de ocurrencia.
2. **A nivel trimestral**, la señal característica de ENSO para ambas fases, aparece muy bien definida al examinar las anomalías negativas (El Niño) y positivas (La Niña) de precipitación, registradas durante el tercero y cuarto trimestres del primer año y el primer trimestre del segundo año. Adicionalmente, se puede comprobar que el mayor efecto climático ocurre durante el primer trimestre del segundo año, el cual es muchas veces coincidente con la fase madura de los eventos, es decir, cuando se presentan las mayores anomalías en el océano y la atmósfera del Pacífico tropical.
3. En general, el efecto de los fenómenos típicos El Niño y la Niña sobre la **precipitación estacional** de Cundinamarca, es más acentuado en las temporadas secas que en las lluviosas. En la primera temporada seca del segundo año y muy cerca de la fase madura de los eventos, la condición deficitaria durante El Niño, se extiende a casi todo el departamento.
4. El análisis de los periodos **inter-estacionales**, es decir, aquellos meses en los que se presenta la transición de las temporadas secas a lluviosas (Marzo y Septiembre) y de las lluviosas a las secas (Junio y Diciembre), permite comprobar que la señal característica de ENSO permanece muy bien definida, particularmente durante la fase cálida (El Niño). En Diciembre, una vez finalizada la segunda temporada lluviosa y coincidiendo con la fase madura de los eventos, se registran las mayores alteraciones del patrón pluviométrico de Cundinamarca.
5. El análisis de las **series termométricas** permite comprobar que la temperatura media de la capa atmosférica baja de Cundinamarca, se ve fuertemente influenciada, en presencia de los fenómenos del Ciclo ENSO. Durante **El Niño (La Niña) típicos**, se registran aumentos (disminuciones) en la temperatura del aire, correspondiendo la mayor probabilidad de afectación (cerca del 60%), a la categoría de calentamiento (enfriamiento) severo.
6. **A nivel trimestral**, la señal característica de ENSO para ambas fases, aparece muy bien definida al examinar las anomalías positivas (El Niño) y negativas (La Niña) de la temperatura del aire, registradas durante el tercero y cuarto trimestres del primer año y el primer trimestre del segundo año. Durante este último periodo se registra la mayor afectación, lo cual corrobora el hecho de que durante la fase madura de los eventos ENSO se presenta esta situación.

7. La señal inducida por de los fenómenos del Ciclo ENOS sobre la precipitación y la temperatura del aire, no aparece bien definida en el sector suroriental de Cundinamarca (región de Medina), dado que el ciclo anual de esta área se diferencia del resto del departamento. En consecuencia, el efecto climático derivado de los fenómenos El Niño y La Niña es similar al observado en la región de los Llanos Orientales.
8. El análisis de los resultados mostró que aunque la relación no es lineal, durante los eventos fríos de La Niña se registran anomalías pluviométricas y termométricas aproximadamente opuestas a las observadas durante los fenómenos cálidos El Niño.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

IDEAM, (1997): Posibles efectos naturales y socio-económicos del fenómeno El Niño en el período 1997-1998 en Colombia. Santa Fe de Bogotá D.C., Julio-1997, 39 páginas + anexos.

IDEAM, (1998): Posibles efectos naturales y socio-económicos del fenómeno Frío del Pacífico (La Niña) en Colombia en el segundo semestre de 1998 y primer semestre de 1999. Santa Fe de Bogotá, Agosto-1998, 88 páginas + anexos.

Montealegre J.E., (1997). En: Posibles efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno El Niño en el período 1997 - 1998 en Colombia, 72 pp. Ed. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.

Montealegre J.E., (1999): La influencia de los procesos de interacción océano-atmósfera del Pacífico tropical y el Atlántico en la variabilidad interanual de la precipitación en Colombia. Tesis de M.Sc. en Meteorología. Universidad Nacional de Colombia. Diciembre 1999.

Montealegre J.E., (2007): Actualización del componente Meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño Y La Niña en Colombia. Contrato No 063 IDEAM – Diciembre 2007.

Montealegre J.E., (2009): Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. Publicación especial de IDEAM. Bogotá, Diciembre de 2009.

Montealegre J.E., Pabón J.D., (1999). La variabilidad climática interanual asociada al ciclo el niño, la niña – oscilación del sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Marzo 1999.

PABÓN, Daniel (1997): Variabilidad Climática. Organización Meteorológica Mundial. Técnicas Agrometeorológicas en la Agricultura Operativa de América Latina: 99-103. Ed. OMM, Ginebra, Suiza.

Pabón J.D., Montealegre J.E., (1997): Probabilidad de afectación de la precipitación en Colombia por el fenómeno El Niño. Nota Técnica No. IDEAM/METEO/002-97. 1-39. Ed. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.

Pabón, J.D., Montealegre J.E. (1998a): Probabilidad de Afectación de la Precipitación en Colombia por el fenómeno La Niña. Nota Técnica IDEAM-METEO/ 008-98: 1-16. Ed. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia.

Pabón, J.D., Montealegre J.E., (2009): El Ciclo El Niño, La Nina – Oscilación del Sur. Ofrecido a la imprenta de la Universidad Nacional de Colombia.

Quinn W.H., Neal V.T., Antunez de Mayolo S., (1987): El Niño occurrences over the past four and a half centuries. J. Geophys. Res., 92, pp. 14449-14461.

RECONOCIMIENTOS

El autor expresa su reconocimiento al Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital Bogotá - Cundinamarca – PRICC, por su interés en el desarrollo de los programas de investigación Meteorológica, relativos al estudio de la Variabilidad Climática Interanual, asociada a los fenómenos del Ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del Sur - ENOS. Expresa igualmente sus agradecimientos, a la Meteoróloga Gloria León Aristizbal, por sus oportunos comentarios y sugerencias para el mejoramiento de los resultados obtenidos en este proyecto; a los doctores Francisco Canal y Diana Rojas por su acompañamiento y orientación dentro de la estructura global del proyecto, a los ingenieros de sistemas Jairo Espejo, quien elaboró los mapas de anomalías pluviométricas y termométricas, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) y Nelly Nova, quien elaboró los programas y algoritmos para el cálculo de los índices, las matrices y tablas probabilísticas de precipitación y temperatura del aire utilizados en este estudio.

ANEXO No 1

RELACION DE LAS TABLAS PARA LA ELABORACION DE LOS MAPAS DE AFECTACIÓN CLIMÁTICA (PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DEL AIRE) DURANTE LA OCURRENCIA DE LOS FENÓMENOS EL NIÑO Y LA NIÑA

I. PRECIPITACIÓN

EL NIÑO – CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT -2* ¹	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT 1 * ¹	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT 2 * ¹	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, ocasionadas por un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

*¹ No existen suficientes datos para la elaboración del mapa.

LA NIÑA – CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT -2 * ¹	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, ocasionadas por un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT3T -2	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el

POT3T -1	tercer trimestre del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño. Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT3T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT3T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT3T 2 *1	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT3T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT3T M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – CUARTO TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT4T -2	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT4T M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – PRIMER TRIMESTRE DEL SEGUNDO AÑO - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT1T -2	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1T M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – TERCER TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT3T -2 * ¹	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT3T M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – CUARTO TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT4T -2 * ¹	Probabilidad de afectación por <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT4T -1	Probabilidad de afectación por <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT4T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT4T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT4T 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT4T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
PAT4T M.75	Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – PRIMER TRIMESTRE DEL SEGUNDO AÑO - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT1T -2	Probabilidad de afectación <u>déficit severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1T -1	Probabilidad de afectación <u>déficit</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1T 0	Probabilidad de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1T 1	Probabilidad de afectación por <u>exceso</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1T 2	Probabilidad de afectación por <u>exceso severo</u> de precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u>

PAT1T M.75 del segundo año en presencia de un fenómeno típico de La Niña.
 Alteraciones de la precipitación en Colombia, durante el primer trimestre del segundo año en presencia de un fenómeno típico de La Niña, con una probabilidad superior al 75%

EL NIÑO TÍPICO – PRIMERA TEMPORADA LLUVIOSA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT1LLA -2 *1	Probabilidad de afectación Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA -1	Probabilidad de afectación Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA 0	Probabilidad de afectación Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA 1	Probabilidad de afectación Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA 2	Probabilidad de afectación Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1LLA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – SEGUNDA TEMPORADA SECA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT2SA -2	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA 2 *1	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2SA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – SEGUNDA TEMPORADA LLUVIOSA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
--------------	---------------------------------

POT2LLA -2	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA 2 *1	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT2LLA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – PRIMERA TEMPORADA SECA DEL SEGUNDO AÑO - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
POT1SA -2	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA 2 *1	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
POT1SA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – PRIMERA TEMPORADA LLUVIOSA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT1LLA -2 *1	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña .
PAT1LLA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1LLA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1LLA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1LLA 2 *1	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1LLA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1LLA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>primera temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior</u>

al 75%

LA NIÑA TÍPICA– SEGUNDA TEMPORADA SECA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT2SA -2 *1	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA 2	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2SA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>segunda temporada seca</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – SEGUNDA TEMPORADA LLUVIOSA - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT2LLA -2 *1	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA 2	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT2LLA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>segunda temporada lluviosa</u> de la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – PRIMERA TEMPORADA SECA DEL SEGUNDO AÑO - REGIÓN ANDINA - CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN - PRECIPITACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
PAT1SA -2 *1	Áreas afectadas por <u>déficit severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1SA -1	Áreas afectadas por <u>déficit</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1SA 0	Áreas de comportamiento pluviométrico <u>normal</u> , durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1SA 1	Áreas afectadas por <u>exceso</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.

PAT1SA 2	Áreas afectadas por <u>exceso severo</u> de precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1SA MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
PAT1SA M.75	Alteraciones de la precipitación, durante la <u>primera temporada secadel segundo año</u> en la región Andina, en presencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

II. TEMPERATURA

EL NIÑO TÍPICO – CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TOT -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT 1	Probabilidad de afectación por calentamiento durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT 2	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento severo</u> durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, ocasionadas por un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – CINCO CATEGORÍAS DE AFECTACIÓN

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TAT -2	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento severo</u> durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante la ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, ocasionadas por un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – TERCER TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TOT3T -2	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento severo</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT3T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT3T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT3T 1	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.

TOT3T 2	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento severo</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT3T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT3T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – CUARTO TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TOT4T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT4T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT4T 1	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento</u> durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT4T 2	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento severo</u> durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT4T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT4T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

EL NIÑO TÍPICO – PRIMER TRIMESTRE DEL SEGUNDO AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TOT1T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT1T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT1T 1	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento</u> durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT1T 2	Probabilidad de afectación por <u>calentamiento severo</u> durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, en Colombia.
TOT1T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño.
TOT1T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de El Niño, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – TERCER TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TAT3T -2	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento severo</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT3T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT3T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT3T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT3T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>tercer trimestre</u> del

primer año de ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña, con una probabilidad superior al 75%

LA NIÑA TÍPICA – CUARTO TRIMESTRE DEL PRIMER AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TAT4T -2	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento severo</u> durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT4T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT4T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT4T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT4T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>cuarto trimestre</u> del primer año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>

LA NIÑA TÍPICA – PRIMER TRIMESTRE DEL SEGUNDO AÑO

CÓGIGO TABLA	DESCRPCIÓN – LEYENDA EN EL MAPA
TAT1T -2	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento severo</u> durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT1T -1	Probabilidad de afectación por <u>enfriamiento</u> durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, en Colombia.
TAT1T 0	Probabilidad de comportamiento termométrico <u>normal</u> en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT1T MP	Alteraciones <u>más probables</u> de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña.
TAT1T M.75	Alteraciones de la temperatura del aire en Colombia, durante el <u>primer trimestre</u> del segundo año de ocurrencia de un fenómeno <u>típico</u> de La Niña, con una <u>probabilidad superior al 75%</u>