

METEOROLOGIA—HIDROLOGIA—AGROMETEOROLOGIA—AMBIENTE

AÑO IV, N° 01 ENERO, 2004

BOLETÍN METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO DEL PERÚ

**PUBLICACION TECNICA MENSUAL DE DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL
DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU - SENAMHI**



*Organismo Rector de las Actividades
Meteorológicas e Hidrológica en el Perú*

DEPOSITO LEGAL 2001-4447

SENAMHI

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI es un organismo público descentralizado del Sector Defensa, con personería jurídica de derecho público interno y autonomía técnica, administrativa y económica, dentro de los límites del ordenamiento legal del Sector Público.

El SENAMHI tiene la finalidad de planificar, organizar, coordinar, normar, dirigir y supervisar las actividades meteorológicas, hidrológicas, ambientales y conexas, mediante la investigación científica, la realización de estudios y proyectos y la prestación de servicios en materia de su competencia.

Mayor General FAP
MIGUEL ANGEL GOMEZ VIZCARRA
Jefe del SENAMHI

Coronel FAP
RAFAEL CAMPOS CRUZADO
Director Técnico del SENAMHI

Comandante FAP
LUIS SOTOMAYOR GOMEZ
Secretario General

May.FAP JUAN CORONADO LARA
Director General de Meteorología

Ing. JORGE YERREN SUAREZ
Director General de Hidrología y Recursos Hídricos

Ing. CONSTANTINO ALARCON VELAZCO
Director General de Agrometeorología

MSc. IRENE TREBEJO VARILLAS
Directora General de Investigación y Asuntos Ambientales

EDITOR
Ing. Met. DAVID ESCOBAR BACCARO

DISEÑO Y DIAGRAMACION
JUAN G. ULLOA NINAHUAMAN

PERSONAL QUE PARTICIPA EN LA ELABORACION DEL MATERIAL DEL PRESENTE BOLETIN

Dirección General de Meteorología

Ing. Met. Ena Jaimes Espinoza
Ing. Met. Wilmer Pulache Vilchez
Bach. Met. Nelson Quispe Gutierrez
Ing. Pesq. Juan Bazo Zambrano
Lic. Alberto Milla Loli
Bach Amb. Lourdes Menis Alvarez

Dirección General de Agrometeorología

Ing. Janet Sanabria Quispe
Ing. Wilfredo Yzarra Tito
Met. Rolando Sánchez Paucar
Bach. Amb. Karim Quevedo Caiña
Srta. Lucinda Montañés Alba

Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos

Ing. Agric. Gladys Chamorro de Rodríguez
Ing. Agric. Fernando Vegas Galdos
Ing. Agric. Oscar Felipe Obando
Ing. Agric. Jorge Carranza Valle

Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales

Ing. Jose Silva Cotrina
Ing. Eric Concepción Gamarra
Bach. Amb. Zarela Montoya Cabrera

EDITORIAL

El boletín hidrometeorológico del Perú, en su edición correspondiente a la evaluación del mes de enero del 2004, presenta a continuación las principales características climáticas observadas en el territorio nacional y su perspectiva para el mes de febrero, así como su implicancia en los ámbitos meteorológico, hidrológico, agrometeorológico y ambientales.

Asimismo, se presenta el artículo Entornos Sinópticos en la Ocurrencia de Nieblas en Lima, el cual describe un caso de niebla ocurrido entre el 17 y 21 de mayo del 2003, situación que fue analizada con las condiciones sinópticas antes, durante y después de la ocurrencia del evento, incluyéndose en el análisis el modelo regional ETA - SENAMHI. Esta contribución del personal profesional y técnico del Servicio servirá como herramienta diaria en las actividades del pronóstico para la ciudad de Lima y otras de la costa peruana que son afectadas regularmente por este fenómeno meteorológico.

La Dirección General de Meteorología señala que el comportamiento océano-atmosférico viene ocasionado escenarios no propios de una estación de verano, como: presencia de nieblas y/o lloviznas en zonas cercanas al mar, ausencia de lluvias en gran parte de territorio nacional, mayores frecuencias de heladas meteorológicas en algunas zonas, entre otros fenómenos.

El Anticiclón del Pacífico Sur presentó una, posición cercana a su normal con una ligera anomalía de +2 hPa. La primera y segunda década de enero se observó persistente actividad convectiva en la región central de Brasil, Selva de Bolivia y sur del Perú, producto de la intensa convergencia de humedad que fue apoyado por el ingreso de flujos del norte

Enero se caracterizó por presentar escasa precipitación en la zona central y norte del Perú, debido a flujos del norte en bajos niveles que inhibieron la formación de nubes de gran desarrollo.

La Dirección General de Hidrología destaca que los ríos de la vertiente del Pacífico, los caudales y niveles vienen presentando valores deficitarios, respecto a su normal en lo que va del año hidrológico 2003-2004 (Setiembre 2003 a Enero del 2004). Sin embargo podemos observar que en algunas cuenca hidrográficas los caudales registrados, presentan un ligero aumento, con respecto al mes anterior. En la vertiente del Atlántico, los ríos de la selva Norte han incrementado sus niveles respecto al mes anterior. Para la Selva Central se tiene déficit en los niveles y caudales, especialmente en la cuenca del río Mantaro. Para la zona sur, los niveles y caudales de esta zona han incrementado sus niveles y caudales, reportándose desbordes e inundaciones en la cuenca de los ríos Vilcanota y Madre de Dios. En la Vertiente del lago Titicaca, las condiciones son completamente opuestas a la Vertiente del Pacífico, los niveles y caudales de los ríos se han incrementado considerablemente durante el mes de Enero-2004 produciendo como consecuencia desbordes e inundaciones en las partes bajas de las cuencas de los ríos Huancané y Ramis principalmente

La Dirección General de Agrometeorología destaca la demanda hídrica de los cultivos bajo secano los cuales no son cubiertos por la cantidad de lluvia precipitada, esto agudizaría los problemas de déficit hídrico en los cultivos. Los mayores déficits de agua para el cultivo de maíz se presentan en San Rafael y Jauja y se estaría afectando la producción de los cultivos de papa en Huamachuco, y el maíz en fase de panojamiento. Los cultivos bajo riego que necesitan ser aplicados con mayor frecuencia son: el arroz en Aplao, maíz en Chuquian, maíz en Tarma, caña de azúcar en Alcantarilla, algodón en Fonagro Chíncha y Hacienda Bernales y papa en Ubinas.

La Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales destaca la evaluación de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de Lima y Callao, los Contaminantes Sólidos Sedimentables muestran una configuración de tres centros de alta contaminación o zonas críticas, ubicados en los conos norte, este y sur de la capital. En cuanto a los contaminantes gaseosos, el valor máximo del Ozono troposférico fue menor respecto a meses anteriores. El Monóxido de carbono mantuvo sus registros normales el cual estuvo asociado a la carga vehicular; finalmente, como consecuencia de la interacción de los fenómenos atmosféricos de subsidencia y oceánico marino de afloramiento con las condiciones meteorológicas y topográficas locales, los procesos de dispersión de los contaminantes del aire no fueron muy favorables

EL EDITOR

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
- SENAMHI -**

**BOLETIN
METEOROLOGICO E HIDROLOGICO
DEL PERU**

INDICE

I. EVALUACION DE LAS CONDICIONES OCEANO-ATMOSFERICAS: ENERO 2004	05
1. Condiciones a macro escala	05
2. Análisis sinóptico	07
3. Condiciones climáticas a nivel nacional	11
4. Perspectivas climáticas	15
II. EVALUACION DEL REGIMEN HIDROLOGICO	
DE LOS PRINCIPALES RIOS DEL PERU: ENERO 2004	17
1. Vertiente del océano Pacífico	18
2. Vertiente del lago Titicaca	21
3. Vertiente del Amazonas o Atlántico	23
4. Conclusiones	27
5. Tendencia hidrológica	27
III. EVALUACION DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLOGICAS: ENERO 2004	28
1. Indices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos: costa, sierra y selva	28
2. Tendencias agrometeorológicas	38
IV. EVALUACION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: ENERO 2004	40
1. Cuenca atmosférica Lima y Callao	42
2. Metodología	43
3. Resultados del monitoreo ambiental	43
4. Conclusiones	53
V. ARTICULO - ENTORNOS SINOPTICOS EN LA OCURRENCIA DE NIEBLA EN LIMA	54
1. Introducción	54
2. Datos y procedimiento	56
3. Antecedentes de la influencia de la niebla	56
4. Análisis de la ocurrencia de nieblas	57
5. Conclusiones	64
6. Bibliografía	65

I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCEANO - ATMOSFÉRICAS: ENERO 2004

1. CONDICIONES A MACRO ESCALA

1.1 Temperatura de agua de mar : Superficial y a profundidad

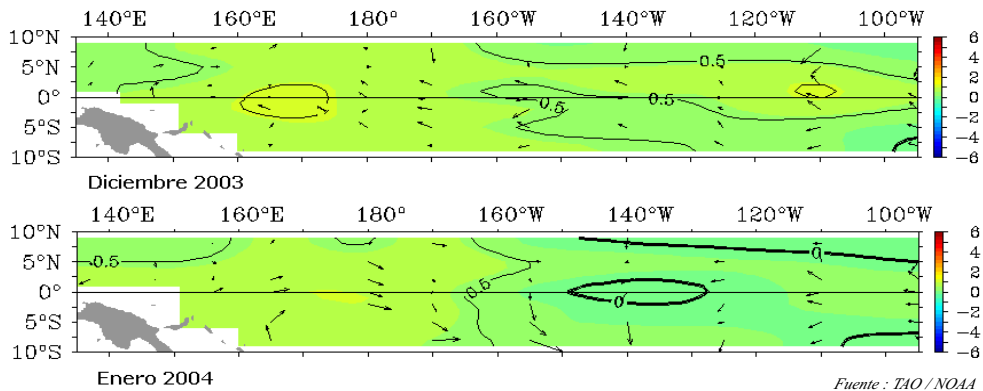
En el Pacífico ecuatorial occidental la Temperatura Superficial del Mar (TSM), mostró solo anomalías positivas de $0,5^{\circ}\text{C}$, observándose la disipación del núcleo con anomalía de $+1,0^{\circ}\text{C}$, que se presentó en el mes anterior; mientras en el Pacífico central y oriental la TSM registró valores normales a inferior a su patrón climatológico. **Figura 1.**

En las áreas Niño, 4, 3.4, y 3, la TSM mostró un descenso, respecto al mes anterior, sin embargo, en relación a su patrón climatológico presentó anomalías positivas con valores de $+0,7^{\circ}\text{C}$, $+0,2^{\circ}\text{C}$ y $+0,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente; mientras en la región del Niño 1+2 (océano Pacífico oriental), la TSM presentó valores ligeramente menores a su promedio ($-0,2^{\circ}\text{C}$).

La Temperatura Subsuperficial del Agua de Mar (TSSM) en el Pacífico ecuatorial occidental y central, presentó un núcleo con anomalía positiva de hasta $3,0^{\circ}\text{C}$, aproximadamente a los 175°W y a una profundidad de 150 metros, este núcleo de aguas cálidas muestran una orientación hacia el Pacífico oriental (costa occidental de Sudamérica), situación que podría verse favorecida en su avance, si los vientos ecuatoriales se invirtieran, de las aguas cálidas a la costa sudamericana, a fines de marzo.

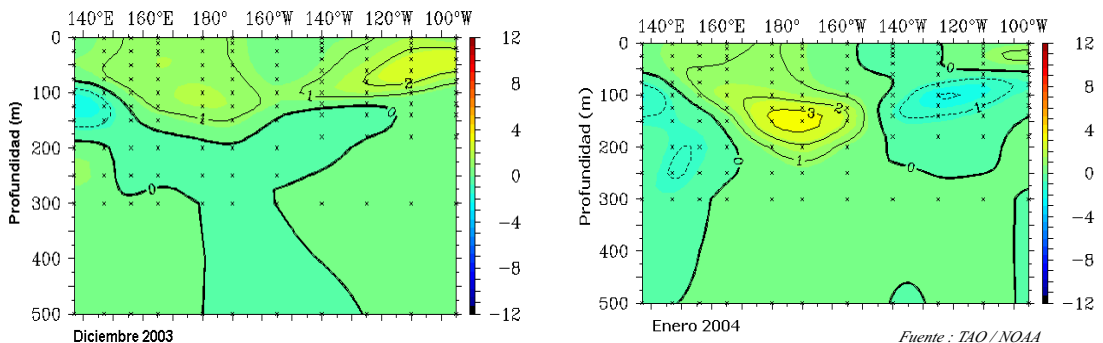
Por otro lado, en el Pacífico oriental se observó un núcleo con anomalía de $-1,0^{\circ}\text{C}$ alrededor de los 120°W y a 100 metros de profundidad, situación que influyó en el descenso de la TSM frente a las costas de Perú y Ecuador. **Figura 2.**

Figura 1. Anomalía de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) $10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$



Fuente : TAO / NOAA

Figura 2. Anomalía de la temperatura subsuperficial de agua de mar ($^{\circ}\text{C}$) $2^{\circ}\text{N} - 2^{\circ}\text{S}$



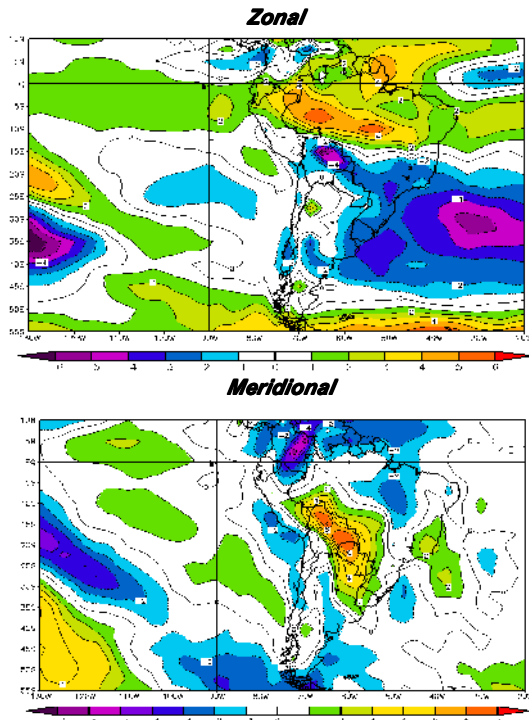
Fuente : TAO / NOAA

1.2 Vientos Ecuatoriales en el Pacífico Ecuatorial

Respecto a los vientos ecuatoriales, la componente zonal presentó vientos de componente Este en el Pacífico occidental y central, mientras en el Pacífico oriental, se observaron vientos débiles de componente Este (ligeras anomalías del Oeste); este comportamiento fue totalmente diferente al mes anterior, donde predominaron débiles vientos del Este (anomalías de vientos del Oeste), en gran parte del Pacífico ecuatorial.

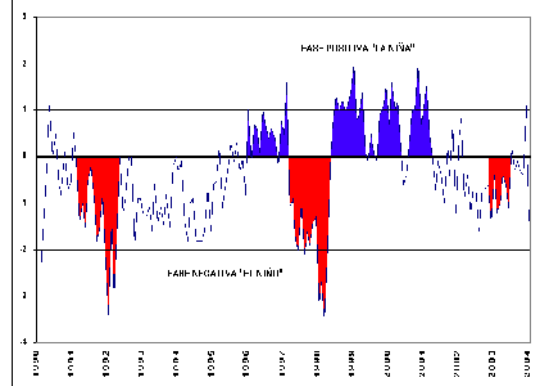
En cuanto a la componente meridional, frente a la costa central y sur de Perú, predominaron vientos débiles del Sur (anomalías del Norte), mientras frente a la costa norte el viento presentó un comportamiento dentro de su variabilidad normal. Mar adentro se observó el dominio de vientos de componente Sur, alcanzando éstas hasta el Pacífico central ecuatorial. **Figura 3.**

Figura 3. Anomalía de los vientos a 850 hPa



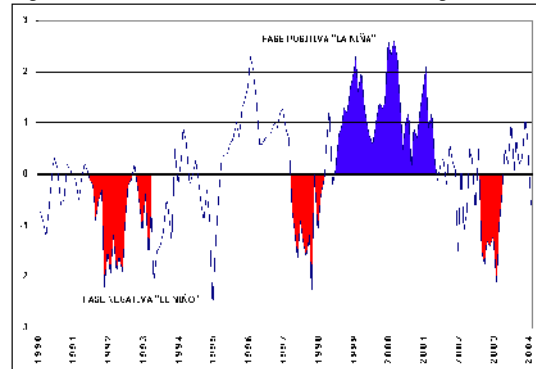
Respecto al Índice de Oscilación Sur (IOS), evaluada a través del comportamiento de las presiones en la cuenca del Pacífico, la estación de Darwin (Pacífico occidental) presentó anomalías positivas de 1,4 hPa, mientras en Tahití (Pacífico oriental) mostró anomalías negativas de valor 1,4 hPa; la diferencia entre las anomalías estandarizadas de la presión en la cuenca del Pacífico Sur, originó que el Índice de Oscilación Sur (IOS), presente el valor de -1,4 en enero. **Figura 4.**

Figura 4. Índice de Oscilación del Sur



En referencia a la actividad convectiva, evaluada en el Pacífico ecuatorial mediante la Radiación de Onda Larga (ROL), presentó la anomalía negativa de $-0,6 \text{ Watt/m}^2$; este valor indica una ligera actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial. **Figura 5.**

Figura 5. Índice de Radiación de Onda Larga



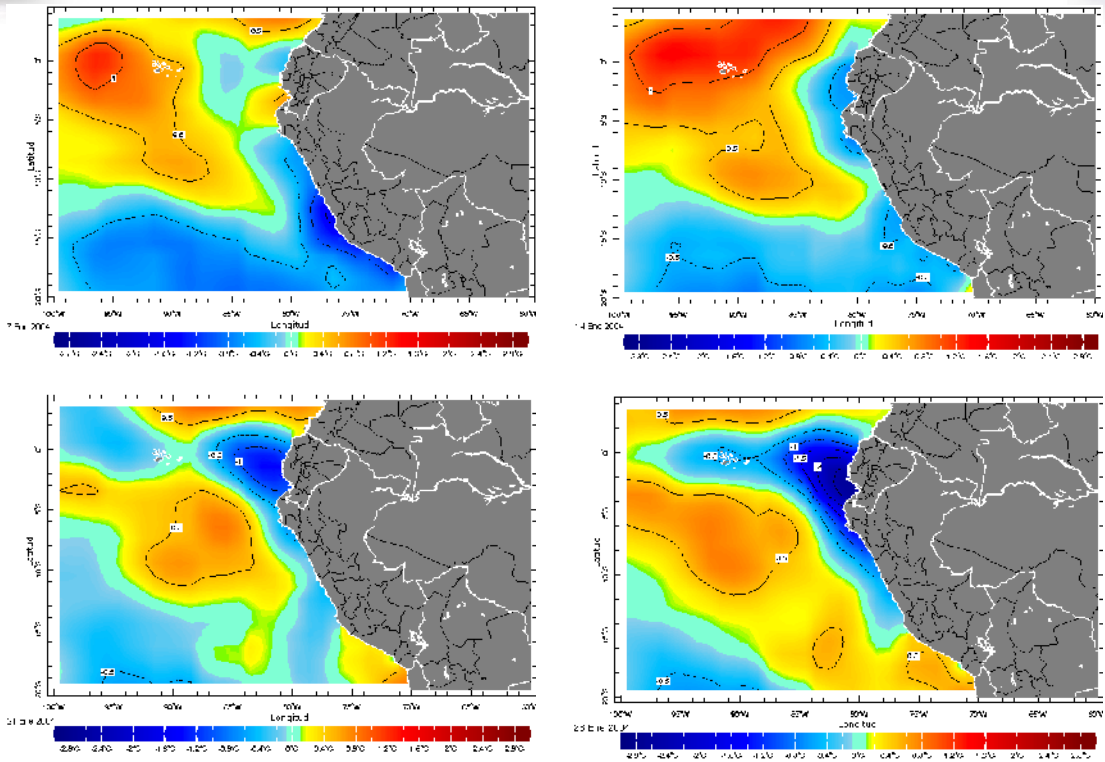
Fuente : Preparado por el SENAMHI con datos de NCEP/NOAA

1.3 Condiciones Locales en la Costa Peruana

La TSM, frente al litoral peruano, después de haber presentado anomalías positivas en diciembre, la TSM mostró un descenso en sus valores, generalizándose el enfriamiento en la tercera semana, observándose anomalías negativas de hasta $3,0^\circ\text{C}$ en la zona norte, menores valores negativos se presentaron en la costa central y sur tal como lo muestran los registros de las estaciones automáticas en la de Isla de Lobos de A fuera y Matarani.

Figura 6.

Figura 6. Anomalia de la Temperatura del agua de mar en el litoral peruano



2. ANALISIS SINOPTICO

2.1 Análisis de Baja Atmósfera

Análisis de Presión Atmosférica

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo promedio de 1020 hPa ubicándose alrededor de los 30° S, 92° W, posición cercana a su normal con una ligera anomalía de +2 hPa en zonas cercanas al litoral de Chile y Perú, asimismo, en el extremo sur (50° S 100° W) se observó anomalías negativas hasta de -3.0 hPa. Sin embargo, en su gran extensión del Pacífico el APS presentó valores entre normal a ligeramente superior de su normal.

El Anticiclón del Atlántico Sur (AAS) presentó un núcleo alrededor de los 32° S 30° W, las dorsales que se proyectaron desde este núcleo, se extendieron al Océano Atlántico sur occidental y el sureste de Brasil presentando anomalías +6 hPa y +2 hPa respectivamente, con ello, el este y sureste de Brasil se caracterizó por presentar importantes acumulados de precipitación. El AAS se localizó al suroeste de su posición normal, provocando el bloqueo a los sistemas frontales que cruzaron por el noreste de Argentina; por otro lado, la intensificación y

ubicación del AAS permitió el ingreso de flujos de componente negativo desde el sector este brasileño reforzando así a la Baja dinámica formada en la región central de Brasil. **Figura 7.**

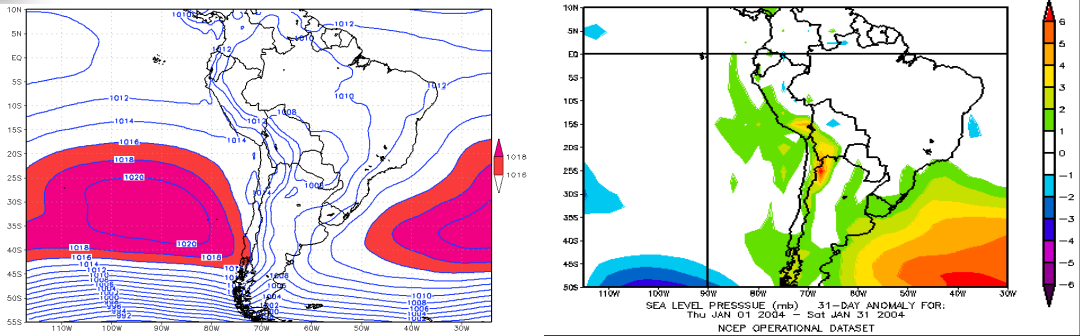
Baja Térmica (BT)

La Baja Térmica amazónica, presentó el valor promedio de 1007 hPa, manteniendo valores cercanos a su normal. El ingreso de flujos del norte inhibió la formación convectiva en la región peruana, desplazando la convergencia de humedad hacia la amazonía brasileña donde generó precipitaciones intensas.

Baja del Chaco (BCH)

La Baja del Chaco (BCH), presentó un núcleo promedio de 1007 hPa. Sin embargo, durante la última década la BCH se intensificó registrando hasta 1004 hPa al noreste de Paraguay, producto de la intensificación de flujos zonales del este y el aporte de flujos del norte que ingresaron por la amazonía peruana. Así mismo la intensificación de la Baja en superficie estuvo asociado a la vaguada de alta atmósfera.

Figura 7. Presión promedio a nivel medio del mar y anomalía durante enero del 2004



Fuente : TAO / NOAA

Análisis de Superficie y Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)

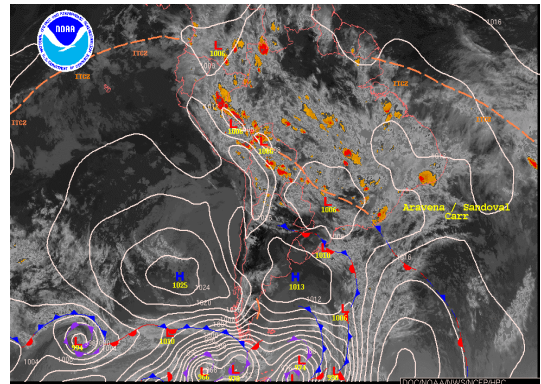
El presente mes, se observó ingresos esporádicos de sistemas frontales apoyados por altas migratorias de ligera intensidad que se trasladaron por la región sur de Argentina, estos sistemas anticiclónicos no tuvieron reforzamiento de los sistemas de alta atmósfera, así mismo, no se presentaron formaciones importantes de ciclogénesis en continente y Complejos Convectivos de Mesoescala en el noreste de Argentina.

La primera y segunda década de enero se observó persistente actividad convectiva en la región central de Brasil, Selva de Bolivia y sur del Perú, producto de la intensa convergencia de humedad que fue apoyado por el ingreso de flujos del norte.

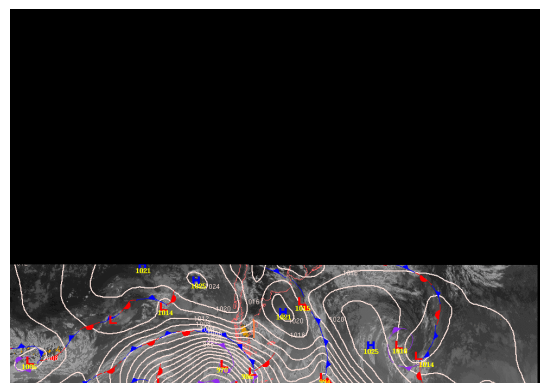
En el transcurso de enero, el efecto a la región peruana por sistemas frontales fue casi nulo, mientras los sistema de niveles medios generaron zonas inestables y formación de sistemas convectivos, causando en algunos casos, complejos convectivos de mesoescala que desencadenaron precipitaciones de moderada a fuerte intensidad, provocando en muchos casos inundaciones especialmente en la sierra y selva de Perú (Puno, Cuzco y otros), así como en Brasil (Bahía, Fortaleza, Pernambuco). Otra condición sinóptica importante fue la intensidad del viento que oscilo entre los 20 nudos, y se desplazó por Paraguay, Bolivia y sur de Perú, generando convergencia de humedad y provocando actividad convectiva.

Este flujo del sur fue apoyado por la baja dinámica ubicada en la región central de Brasil. **Figura 8.**

Figura 8. Imágenes satelitales y análisis sinóptico 12 de enero



22 de enero

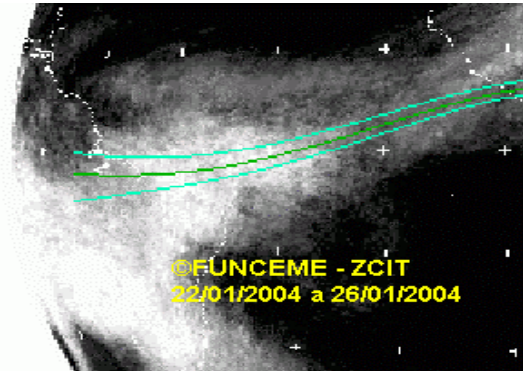


Fuente : Fuente: SOUTHAMERICAN DESK/ HPC/NOAA

En el continente, la vaguada ecuatorial osciló alrededor de los 5° a 8° N, no presentó una configuración de convergencia que facilite la formación de nubosidad que genere lluvias.

La zona de convergencia intertropical (ZCIT), se localizó entre las latitudes de 4 y 7° N, posición normal con respecto a su media climática **Figura 9**.

Figura 9. Posición aproximada de la ZCIT en el Atlántico tropical durante enero del 2004



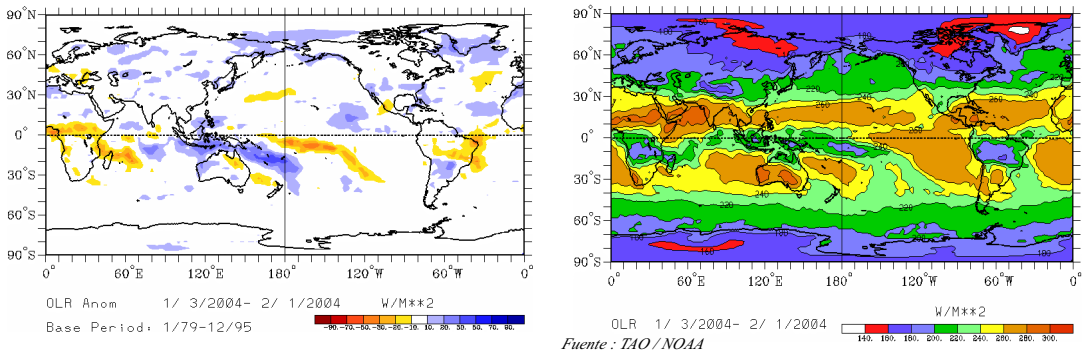
Análisis de Radiación Onda Larga (ROL)

Enero se caracterizó por presentar escasa precipitación en la zona central y norte del Perú, debido a flujos del norte en bajos niveles que inhibieron la formación de nubes de gran desarrollo.

Similar indicador se puede apreciar con las anomalías negativas de ROL, que presentaron valores entre -20 a -30 W/m² en la región central y este de Brasil, indicando formaciones nubosas que generaron precipitaciones intensas; mientras en la región sur del continente (Argentina, Uruguay, Paraguay y Chile) se observó anomalías de +20 a +30 W/m² señalando zonas de escasa formación convectiva. **Figura 10**

Los valores mas altos de anomalías negativas se presentaron en la región central y noreste de Brasil presentándose intensas precipitaciones las cuales estuvieron asociados a la formación de La Baja del Noreste de Brasil de niveles altos (BNE), que se presentó en forma activa en la ultima década del mes. **Figura 10**

Figura 10. Radlación en onda larga promedio y anomalía durante enero del 2004

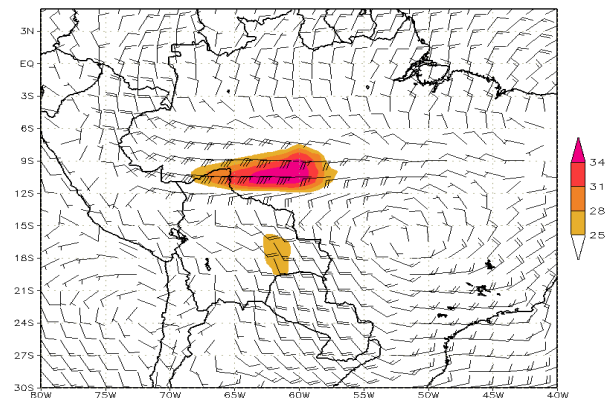


Fuente : TAO / NOAA

Corriente en Chorro en Bajos Niveles (LLJ/SJ)

Enero presentó flujos particulares en Sudamérica, no se observó el LLJ, que usualmente se presenta desde la zonas bajas del lado oriental de la Cordillera de los Andes. **Figura 11**.

Figura 11. Isotacas en barbilla (Kts) y magnitud de viento en área sombreada (LLJ/SJ : mayores de 25 Nudos) en el nivel de 850 hPa. del 23 de enero del 2004



Fuente : SENAMHI/DMS

2.2 Análisis de Alta Atmósfera

Enero, presentó precipitaciones persistentes, en la sierra sur de Perú, por el desplazamiento de ondas cortas de niveles medios. **Figura 12**; y en menor proporción por sistemas frontales; uno de estos sistemas fue la BNE, que se presentó en forma intensa en la última década de la que se desprendieron ondas cortas que se desplazaron por la región central de Brasil llegando hacia norte de Bolivia y el sur de Perú. En la última década estas ondas cortas, en niveles medios, fueron apoyado por una vaguada en alta atmósfera e incentivó su desplazamiento al oeste de su posición, del mismo modo, apoyó la intensificación del LLJ que se deslizó desde la región central del Perú hacia la Amazonía brasileña intensificando la baja dinámica de la región central de Brasil.

Figura 13.

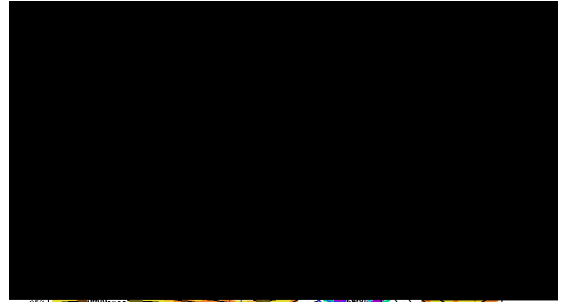
En la primera década la zona sur del continente presentó el Jet Subtropical (JST) y Jet Polar de Rama Norte (JPN) formando una ligera dorsal apoyando la circulación anticiclónica en alta atmósfera, esta configuración típica de verano, conocida como la Alta de Bolivia (AB) presentó su núcleo entre los 15° S y 68° W posición normal para la estación, su configuración fue favorable para la organización de actividad convectiva, sin embargo, flujos en baja atmósfera no favorecieron la convergencia de humedad y así poder generar precipitaciones. Podemos concluir que las condiciones en alta atmósfera fueron normales, mas no, en circulaciones de baja atmósfera por ello la ausencia de lluvias en el norte y centro del Perú. **Figura 13**

Otro sistema de importancia en Sudamérica para la primera década fue la formación de una vaguada al este de Brasil que generó zonas de divergencia y convergencia de humedad en baja tropósfera.

La segunda década de enero, se observó escasa incursión de la Corriente en Chorro mostrando ligera intensidad entre Argentina y Brasil con velocidades máximas de 70 a 80 nudos. Con respecto a la AB su formación fue menos pronunciada que la primera década presentándose su núcleo al este de Bolivia.

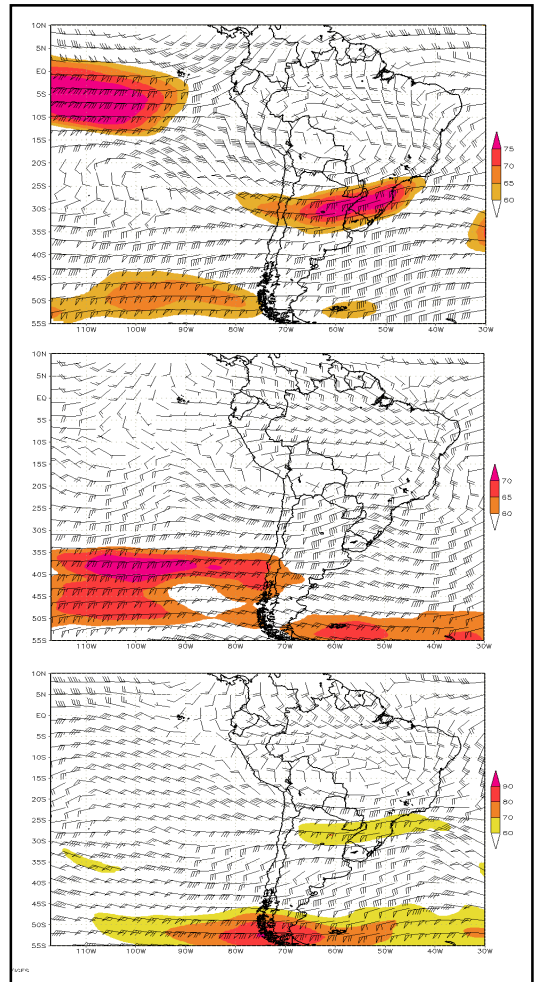
La tercera década la AB presentó una configuración no definida, contrariamente a la BNE que si mostró una configuración propia la que generó inestabilidad en la región noreste de Brasil, incentivando una onda corta en niveles medios, que se desplazó de este a oeste provocando intensas precipitaciones en su trayecto.

Figura 12. Vorticidad Relativa en área sombreada (1/s) e Isohipsas en el nivel de 500 hPa. promedio de la 3era década del mes de enero del 2004.



Fuente : SENAMHI/DMS

Figura 13. Isotacas en barbilla (Kts) y Magnitud del viento mayores a 60 nudos en área sombreada en promedio decadal para el mes de enero del 2004 en el nivel de 200 hPa.



Fuente : SENAMHI/DMS

3. CONDICIONES CLIMATICAS A NIVEL NACIONAL

3.1 Análisis de las Temperaturas Extremas a Nivel Nacional

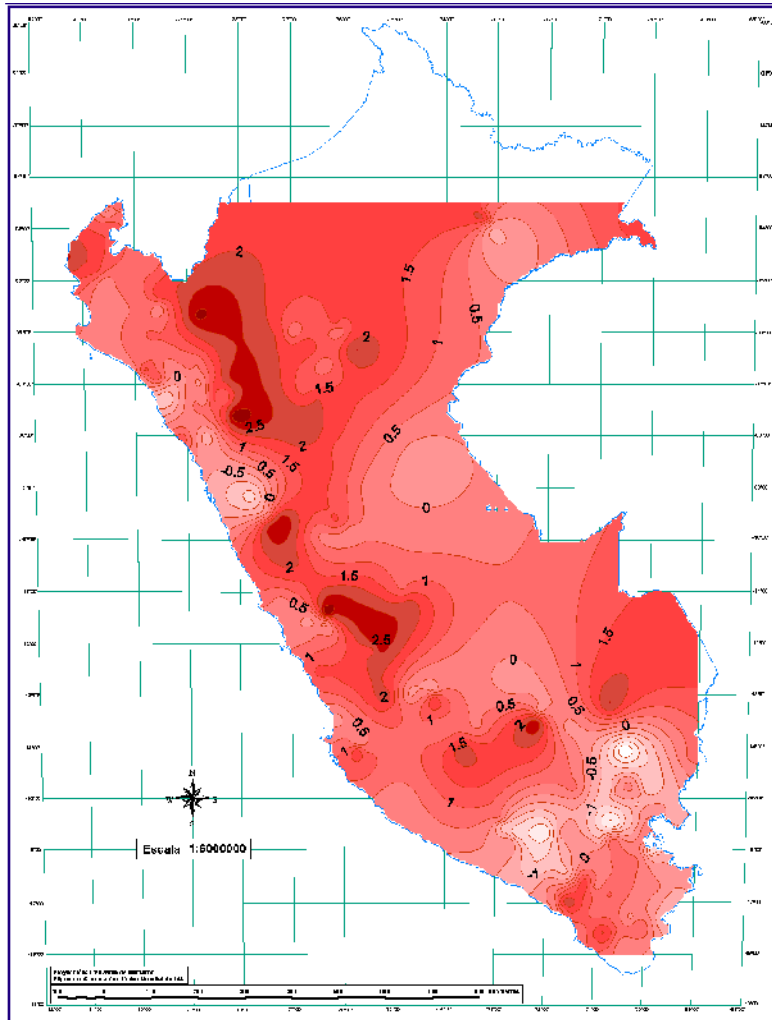
Temperatura Máxima

La temperatura máxima, con respecto al mes anterior, en general se incrementó a nivel nacional; a lo largo de la costa peruana la temperatura registró valores dentro de sus variabilidad normal, a excepción de la zona norte del departamento de Piura que presentó anomalías positivas hasta 3,0°C

En la sierra norte y central, las temperaturas presentaron valores superiores a su normal, presentando anomalías positivas que oscilan entre a 1,5 y 2,5°C, y de manera muy localizada 3,5, 3,0°, y 3,4°C en Cajabamba (Cajamarca), Chavin (Ancash) y Marcapomacocha (Junín), respectivamente. En la sierra sur, en los departamentos de Andahuaylas y Cusco se presentaron anomalías positivas, mientras en la zona norte del departamento de Puno se observó anomalías negativas las cuales alcanzaron valores hasta de - 3,0 en Pampahuta.

En la selva, en general, la temperatura presentó anomalías positivas las que alcanzaron valores hasta de 2,6°C en Navarro (San Martín) y Quincemil (Cusco). Ver **Mapa 1**.

Mapa 1. Anomalia de la Temperatura Máxima (° C) enero 2004



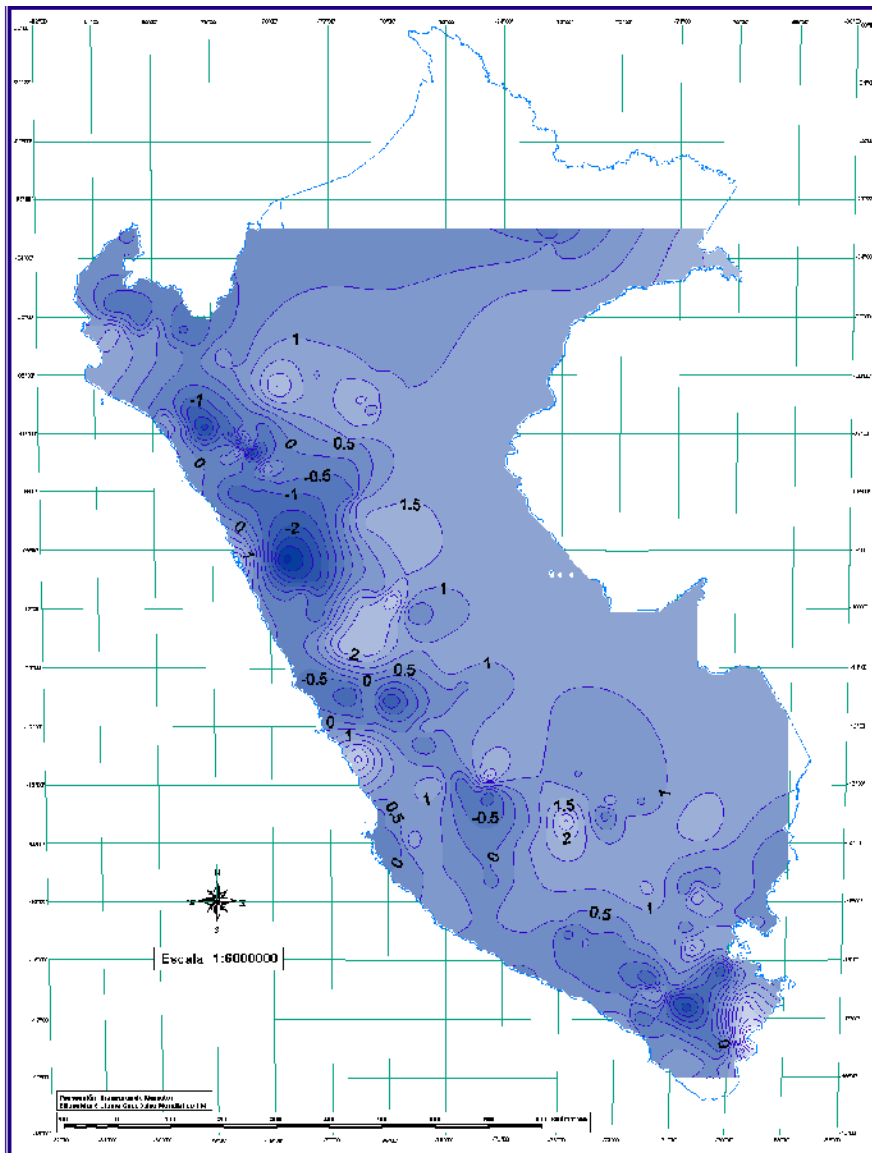
Temperatura Mínima

Las temperaturas mínimas, mostraron un descenso significativo, respecto al mes anterior, siendo muy marcado este descenso en la zona norte del territorio nacional.

A lo largo de la franja costera la temperatura registró valores entre normales a superiores a su promedio, presentándose las mayores anomalías positivas en Piura (Piura) y Chimbote (Ancash), anomalías que alcanzaron valores de 2,0 y 2,5°C, respectivamente.

La sierra norte la temperatura registró valores menores a su promedio, observándose anomalías negativas hasta de 4,0°C en La Victoria (Cajamarca) y Yungay (Ancash); en la sierra central, en general, la temperatura registró valores cercanos a su normal, mientras en la sierra sur, en la vertiente occidental, se presentaron anomalías negativas de hasta 2,5°C, mientras en la zona del altiplano y vertiente oriental se observó anomalías positivas, siendo éstas más significativas (3,0°C) en el Altiplano. **Mapa 2.**

Mapa 2. Anomalía de la Temperatura Mínima (° C) enero 2004



Heladas Meteorológicas

Debido al descenso de la temperatura mínima, se presentaron heladas meteorológicas en la sierra norte y central País, siendo inusual este comportamiento, enero reportó mayor frecuencia e intensidad de heladas en comparación al mes de diciembre, reanudándose las heladas en Ancash y Junin las cuales no se presentaron desde

noviembre y diciembre 2003, respectivamente; mientras en la sierra sur, la intensidad y frecuencia de heladas disminuyó significativamente. La frecuencia e intensidad de las heladas meteorológicas de enero/2004 fueron superiores en relación a enero/2003. **Tabla 1.**

Tabla 1. Heladas Meteorológicas

DEPARTAMENTO	ESTACION	1° DECADA		2° DECADA		3° DECADA		MENSUAL		
		N° Dias	Intensidad (C°)	N° Dias	Intensidad (C°)	N° Dias	Intensidad (C°)	N° Dias	Mayor Intensidad (C°)	Frecuencia (%)
CAJAMARCA	Granja Porcon	0	0.0	6	-4.8	4	-4.7	10	-4.8	32.26
	La Victoria	0	0.0	5	-4.2	2	-3.0	7	-4.2	22.58
ANCASH	Chiquian	0	0.0	1	-1.0	0	0.0	1	-1.0	3.23
JUNIN	Marcapomacocha	2	-0.8	8	-6.9	8	-4.4	18	-6.9	58.06
	Jarpa	0	0.0	1	-0.3	0	0.0	1	-0.3	3.23
	Laive	0	0.0	6	-8.0	3	-8.1	9	-8.1	29.03
	La Oroya	0	0.0	5	-6.0	2	-0.2	7	-6.0	22.58
PASCO	Cerro de Pasco	0	0.0	5	-3.2	5	-1.8	10	-3.2	32.26
AREQUIPA	Imata	3	-1.6	7	-2.8	8	-3.6	18	-3.6	58.06
	La Angostura	0	0.0	1	-0.4	1	-0.4	2	-0.4	6.45
	Pillones	2	-2.0	6	-3.6	4	-4.2	12	-4.2	38.71
	Porpera	0	0.0	0	0.0	6	-1.3	6	-1.3	19.35
	Salinas	3	-2.0	6	-3.6	3	-4.2	12	-4.2	38.71
	Caylloma	3	-3.4	6	-2.6	9	-4.0	18	-4.0	58.06
TACNA	Chuapalca	1	-1.5	4	-4.0	5	-5.0	10	-5.0	32.26
PUNO	Capazo	0	0.0	4	-2.0	6	-1.0	10	-2.0	32.26
	Cojata	0	0.0	0	0.0	3	-3.2	3	-3.2	9.68
	Crucero	0	0.0	0	0.0	3	-2.0	3	-2.0	9.68
	Crucero Alto	3	-0.2	8	-1.4	10	-4.0	21	-4.0	67.74
	Laraqueri	6	-2.8	6	-1.6	4	-2.2	16	-2.8	51.61
	Llally	2	-3.8	0	0.0	0	0.0	2	-3.8	6.45
	Macusani	0	0.0	0	0.0	2	-0.6	2	-0.6	6.45
	Mazo Cruz	0	0.0	0	0.0	1	-1.8	1	-1.8	3.23

3.2 Comportamiento de la Precipitación a nivel Nacional

Comportamiento mensual de la precipitación

Las precipitaciones en enero fueron deficitarias en gran zona de la sierra y selva del Perú.

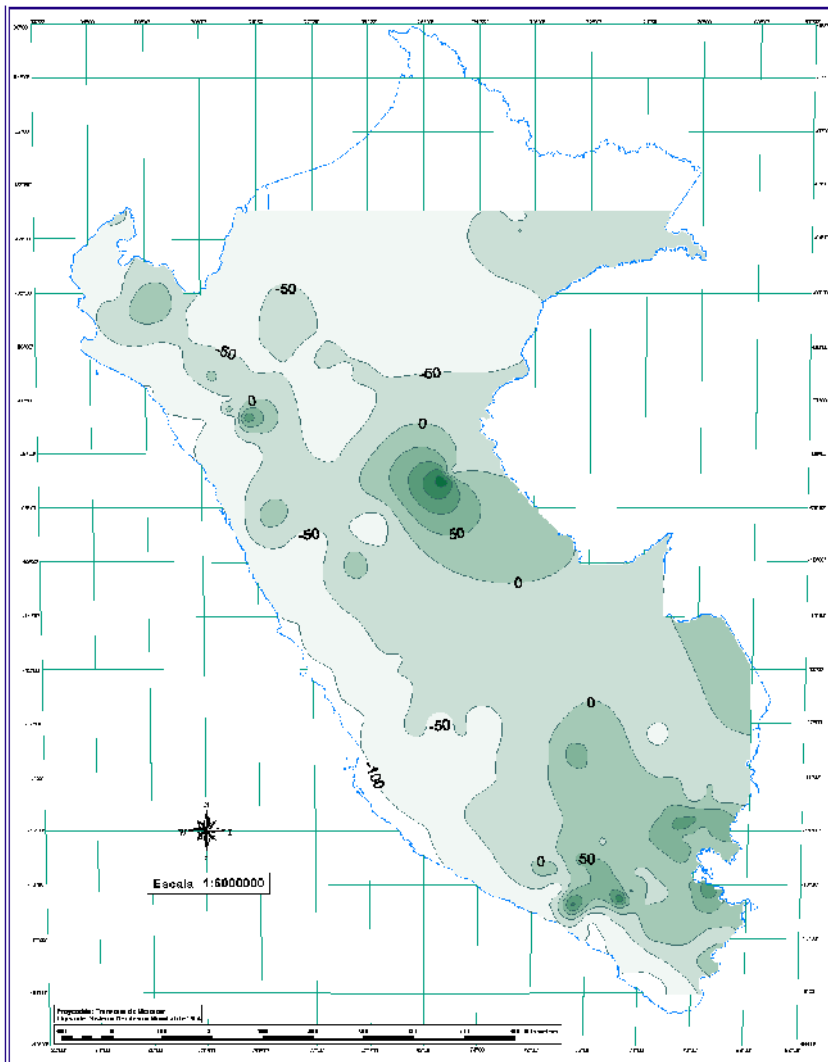
A lo largo de la costa, según sus patrones climatológicos, es muy poca la cantidad de lluvia esperada, pero al no registrarse precipitaciones hace que estos valores presenten anomalías de hasta -100%, por lo tanto, para el presente mes la costa mostró anomalías negativas.

En la sierra norte y central, enero se caracterizó por la

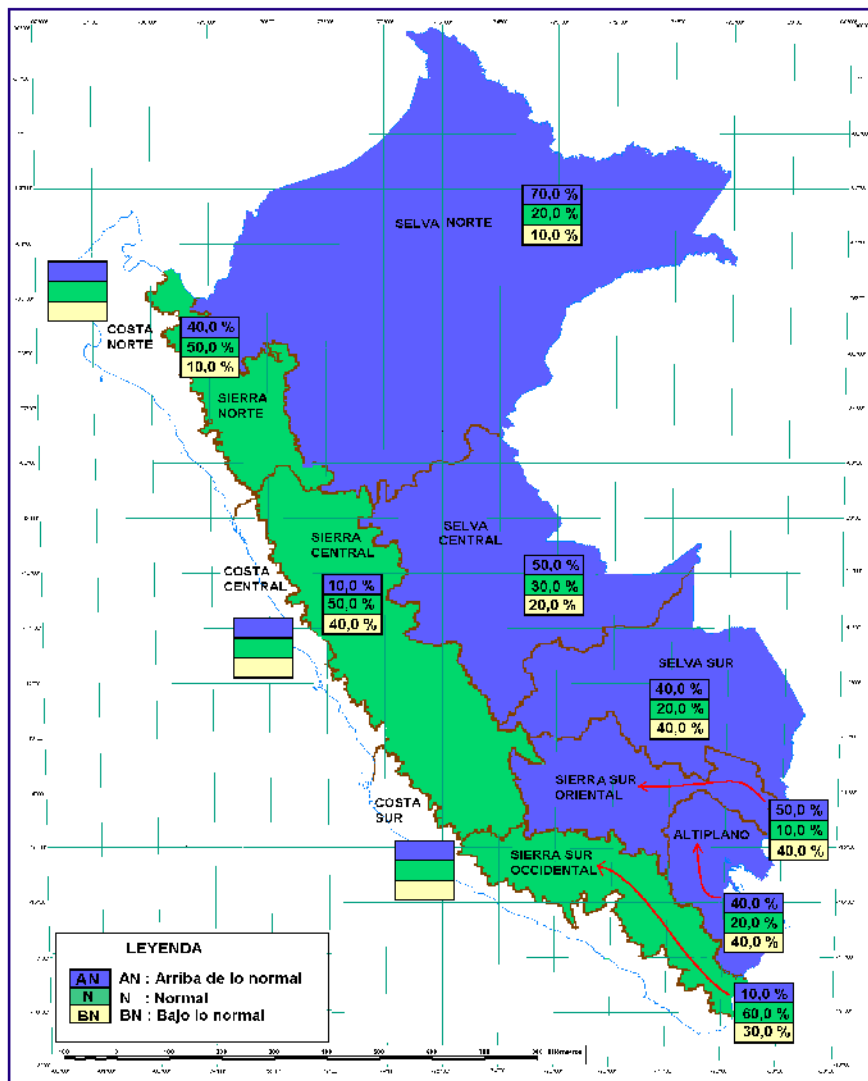
ausencia de precipitaciones, observándose déficits hasta del 50%, excepto, en forma muy localizada, en San Marcos (Cajamarca) y Yungay (Ancash), donde se presentaron excesos de 150 y 40 %, del mismo modo, en la sierra sur las lluvias totalizaron cantidades superiores a su promedio; alcanzando en algunas localidades como: Arequipa (Pampa de Majes y Andahua) y Puno (Acora, Ilave, Muñani y Azangaro) excesos hasta de 150%.

En la selva norte y sur las lluvias totalizaron cantidades entre normal a ligeramente menores a su promedio, mientras que la selva central las lluvias totalizaron cantidades ligeramente superiores a su promedio histórico (anomalías positivas de hasta 250% en Puerto Inca - Ucayali). **Ver Mapa 3.**

Mapa 3. Anomalía de la precipitación (mm) enero 2004



Mapa 4. Pronóstico Probabilístico para el mes de febrero del 2004



La Dirección de Hidrología y Recursos Hídricos ha desarrollado el informe hidrológico, que consta del análisis de la precipitación, caudales y niveles de agua que se presentaron en el mes de Enero - 2004. Los gráficos ilustran la evolución y situación de los recursos hídricos en las tres vertientes. Para facilitar la interpretación se ha comparado la situación hidrológica de Enero del 2004, con la del mes anterior y con su promedio histórico, es decir con su comportamiento normal el cual se obtiene de los registros de una extensa serie de años.

Así mismo, se presenta la disponibilidad de agua en los principales embalses del territorio nacional cuyas reservas están destinadas al riego, abastecimiento de agua potable y energía hidroeléctrica.

Finalmente se presenta una tendencia hidrológica para el mes de Febrero del 2004.

El Objetivo es dar a conocer y difundir a las instituciones el comportamiento hidrológico de cuencas representativas de los ríos de las vertientes del océano Pacífico, lago Titicaca y Amazonas, durante el mes de Enero del año 2004, con la finalidad de contribuir a la planificación de sus actividades relacionadas con el agua.

Para el análisis hidrológico se han seleccionado 31 estaciones hidrométricas y 36 pluviométricas de cuencas representativas en sus tres vertientes: vertiente del océano Pacífico, vertiente del lago Titicaca y vertiente Amazónica. En el análisis de precipitación se toman valores promedios mensuales por cuenca de recepción, mientras que en el análisis de caudales se obtienen valores promedios diarios y mensuales, por estación hidrométrica. **Cuadro 1.**

Cuadro 1 : Ambito de monitoreo Hidrológico

VERTIENTE DEL PACÍFICO				VERTIENTE DEL ATLÁNTICO			
	CUENCA	ESTACION HIDROLÓGICA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA		CUENCA	ESTACION HIDROLÓGICA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA
Zona Norte	Tumbes	H - El Tigre	El Tigre Cabo Inga	Zona Norte	Amazonas	H - Enapu Perú	Tamishiyacu Pto. Almendras San Roque
	Chira	H - Ciruelo	Pte. Internacional Ayabaca El Ciruelo		Nanay	H - Seda Loreto	
	Macará	H - Pte. Internacional			Napo	H - Bellavista	
	Piura	H - Pte. Nácara	Huarmaca Chalaco		Corrientes	H - Trompeteros	
	Chancay-Lambayeque	H - Racarumi	Chancay-Baños Santa Cruz	Zona Centro	Ucayali	H - Requena	Pto. Inca Aguaytia
Jequetepeque	H - Pampalarga	Porcón Llapa Magdalena	Huallaga		H - Picota	Picota Campanilla	
Zona Centro	Rimac	H - Chosica R-2			Aguaytia	H - Aguaytia	
	Chillón	H - Obrajillo			Tocache	H - Pte. Tocache	
	Huaura	H - Sayan					
Zona Sur	Pisco	H - Letrayoc					
	Ica	H - Huamani		Mantaro	H - Pte Breña	Cerro de Pasco Jauja La Oroya	
	Camana-Majes	H - Huatiapa	Imata Huanta Pulhuay El Frayle Cabanaconde Chivay	Cunas	H - Cunas		
	Chili	H - Charcani		Mayo	H - Shanao		
	Sama	H - La Tranca		Biavo	H - Biavo		
				Zona Sur	Vilcanota	H - Pisac	Paucartambo Sicuaní
VERTIENTE DEL TITICACA							
	CUENCA	ESTACION HIDROLÓGICA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA		CUENCA	ESTACION HIDROLÓGICA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA
Rios	Ilave	H - Pte. Carretera Ilave		Rios	Ilave	H - Pte. Carretera Ilave	Mazocruz
	Ramis	H - Pte. Carretera Ramis			Ramis	H - Pte. Carretera Ramis	Chuquibambilla Azangaro
	Huancané	H - Pte. Carretera Huancané			Huancané	H - Pte. Carretera Huancané	Moho
	Coata	H - Pte. Unocolla			Coata	H - Pte. Unocolla	Lampa Cabanillas
Lago Titicaca	Titicaca	H - Muelle ENAFER		Lago Titicaca	H - Muelle ENAFER		

Cuenca de los ríos Tumbes, Chira y Chancay - Lambayeque y Jequetepeque

Análisis de precipitaciones

Para el mes de Enero-2004 las precipitaciones se presenta deficitarias, situación que se mantiene desde el inicio del presente año hidrológico, como podemos observar en el **Gráfico 1**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en el **Gráfico 2**, se puede observar que las precipitaciones en estas cuencas son deficitarias en -81%, -11%, -49%, -64% y -73% en las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay - Lambayeque y Jequetepeque, respectivamente.

Análisis de Caudales

Para el mes de Enero - 2004, los caudales de los ríos de esta zona se presentaron deficitarios, como podemos observar en el **Tabla 1 y Gráfico 3**. Los déficit son de -48%, -5%, -26%, -26% y -18% para las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Macará y Chancay - Lambayeque respectivamente.

Este comportamiento deficitario en los ríos de la zona Norte de la Vertiente del Pacífico se viene registrando desde inicios del presente año hidrológico.

Así mismo, durante el presente mes el caudal del río Chancay-Lambayeque presenta valores deficitarios, es decir menores a sus valores normales. Así mismo sus caudales durante el presente año hidrológico vienen siendo deficitarios. Ver **Gráfico 4**.

Gráfico 1. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Pacífico de la zona Norte

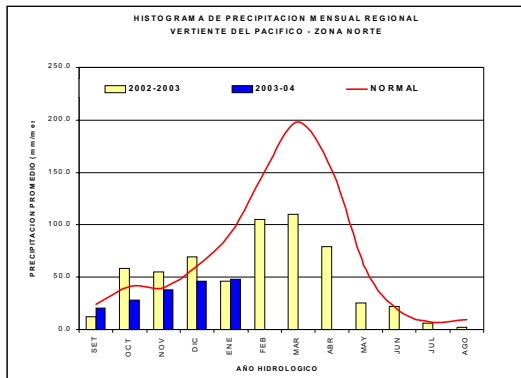


Gráfico 2. Precipitación Mensual de la Zona Norte de la vertiente del Pacífico por Cuencas

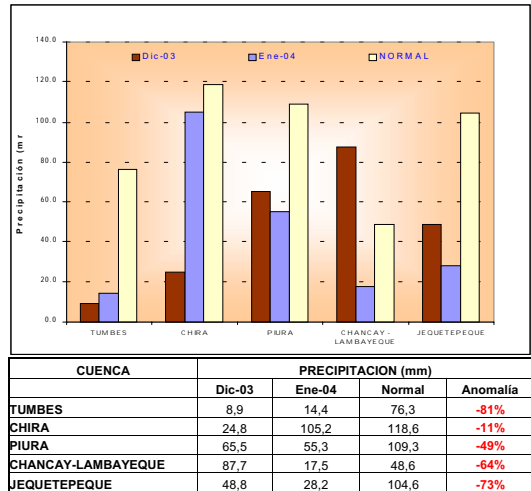
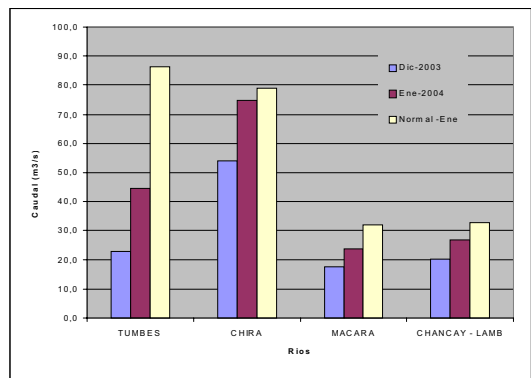
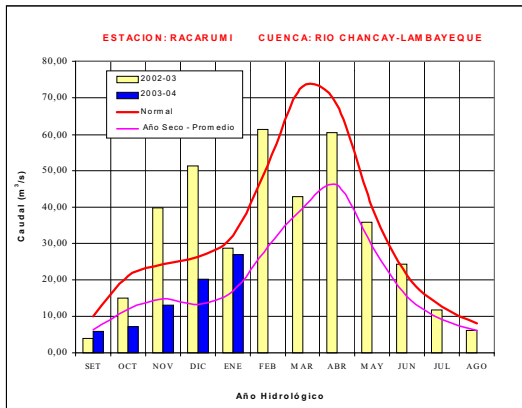


Tabla 1. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona norte de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)

RIO	Dic-2003	Ene-2004			Normal-Ene	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax	Qmin.		
TUMBES	22,7	44,5	92,9	25,5	86,3	-48%
CHIRA	54,0	75,0	289,0	14,0	79,0	-5%
MACARA	17,6	23,7	109,0	8,0	31,9	-26%
CHANCAY - LAMB	20,2	26,8	69,1	9,1	32,8	-18%

Figura 3. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona norte de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)





1.2 Zona Centro

Cuenca de los ríos Rímac, Chillón y Huaura

Análisis de caudales

El régimen de los caudales de los ríos Chillón, Rímac y Huaura, se presentan deficitarios con respecto a su normal, tal como podemos observar en el **Tabla 2 y Gráfico 5**, los ríos Huara, Rímac y Chillón presenta anomalías de -68%, -32% y -65%.

Así mismo, como podemos observar en el **Gráfico 6**, los caudales del río Chillón durante el mes de Enero presentó caudales muy por debajo de su valor normal, presentando caudales menores respecto al mes anterior.

Tabla 2. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona centro de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)

RIO	Dic - 2003	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
HUAURA	15,0	12,2	17,5	9,4	37,5	-68%
RIMAC	30,5	26,2	34,0	21,5	38,8	-32%
CHILLON	4,8	2,5	5,1	0,7	7,1	-65%

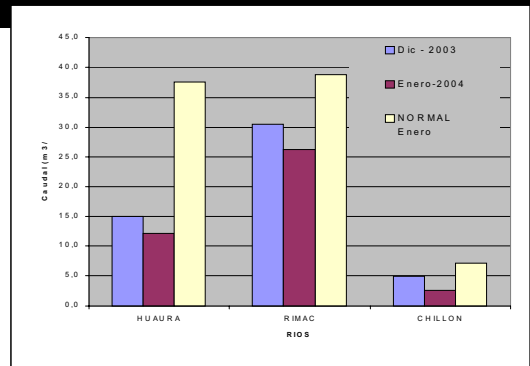
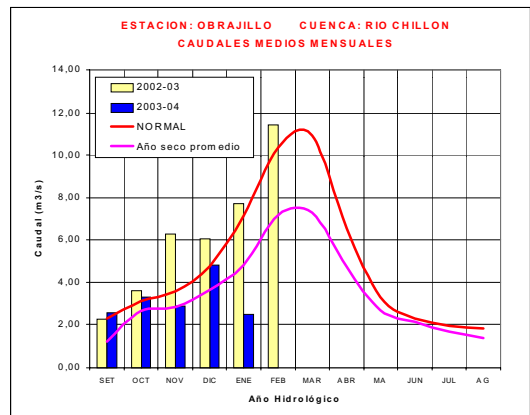


Gráfico 6. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2002-2003, 2003-2004, año promedio o normal y año seco promedio del río Chillón



1.3 Zona Sur

Cuencas de los ríos Pisco, Ica, Chili, Camaná-Majes

Análisis de precipitación

Para el mes de Enero - 2004 las precipitaciones en esta zona, se presentan ligeramente superiores a su valores normales, así mismo, podemos observar incrementos significativos de las precipitaciones, con respecto al mes anterior, se muestra en el **Gráfico 7**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en el **Gráfico 8**, se observa que las anomalías de precipitaciones son de -17% y 20% para las cuencas Camaná-Majes y Chili, respectivamente. Además, se aprecia que para ambas cuencas las precipitaciones durante Enero fueron superiores a las del mes anterior.

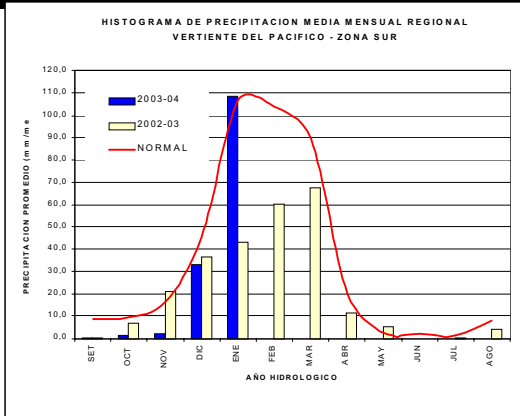
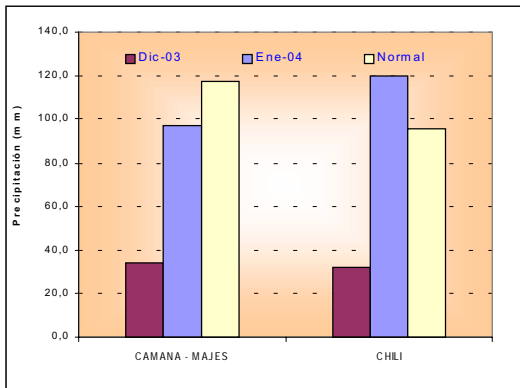


Gráfico 8. Precipitación Mensual de la Zona Sur de la Vertiente del Pacífico por Cuencas



CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Dic-03	Ene-04	Normal	Anomalia
CAMANA MAJES	34,0	97,0	117,3	-17%
CHILI	32,4	119,8	95,2	26%

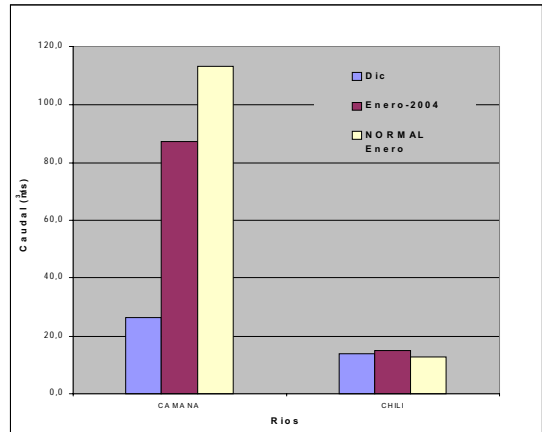
Análisis de Caudales

El caudal medio del río Camaná - Majes presentó un incremento en su caudal con respecto al mes anterior, sin embargo sigue presentando valores deficitarios, registrándose una anomalía de -23% con respecto a su normal, sin embargo el río Chili se presentó comportamiento estable con respecto al mes con anomalía positiva de 17% en relación a su valor normal. La cuenca del río Chili está regulada.

En el **Tabla 3 y Gráfico 9** presenta el resumen del comportamiento de los caudales medios mensuales del mes anterior, actual y su promedio histórico, en las estaciones hidrológicas Huatiapa y Charcani correspondientes a los ríos Camaná - Majes y Chili.

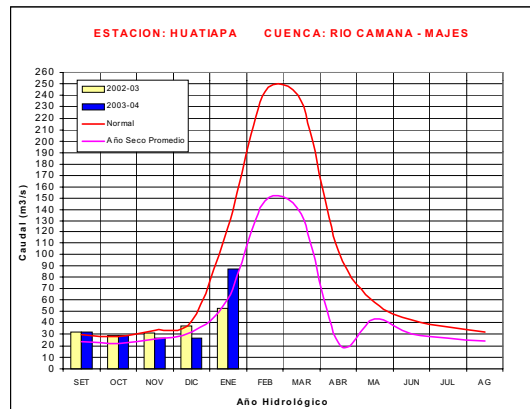
RIO	Dic	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
CAMANA	26,4	87,2	155,2	36,5	113,3	-23%
CHILI	13,8	14,9	--	--	12,7	17%

Gráfico 9. Caudales Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Sur por cuencas



El **Gráfico 10** muestra el caudal del río Majes el cual presentó en los meses de Setiembre y Octubre valores promedios cercanos a su valor normal, sin embargo en los meses de Noviembre-2003 a Enero-2004 se presentó deficitario, con valores cercanos al año seco promedio.

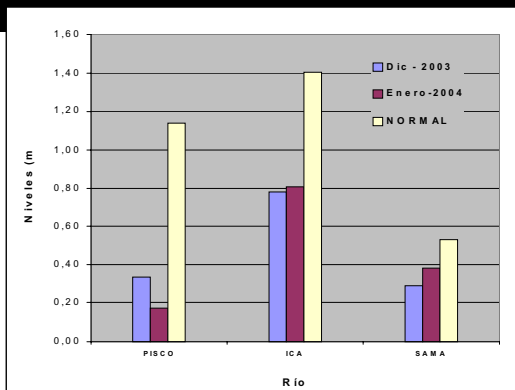
Gráfico 10. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2002-2003, 2003-2004, año promedio o Normal y año seco promedio del río Camaná - Majes



Sama presentan niveles deficitarios, con anomalías de -0,97, -0,60, -0,15 metros; como se presentan en el **Tabla 4 y Gráfico 11.**

Tabla 4. Comportamiento de los niveles de los ríos de la zona sur de la vertiente del océano Pacífico(m)

RIO	Dic - 2003	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA (metros)
	Nmed.	Nmed.	Nmax.	Nmin.		
PISCO	0,33	0,17	0,41	0,02	1,14	-0,97
ICA	0,78	0,81	0,95	0,70	1,40	-0,60
SAMA	0,29	0,38	0,68	0,29	0,53	-0,15



2. VERTIENTE DEL LAGO TITICACA

2.1 Cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata, Huancané

Análisis de precipitación

En la vertiente del lago Titicaca, para el mes de Enero se registraron superávits en las precipitaciones, así como el incremento significativo de éstas con respecto al mes anterior, tal como se muestra en el **Gráfico 12.**

Como podemos apreciar en el **Gráfico 13,** la precipitación en las cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata y Huancané presentaron superávits, en relación a sus valores normales, siendo las anomalías de 73%, 183%, 69% y 261% respectivamente.

Gráfico 12. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Lago Titicaca

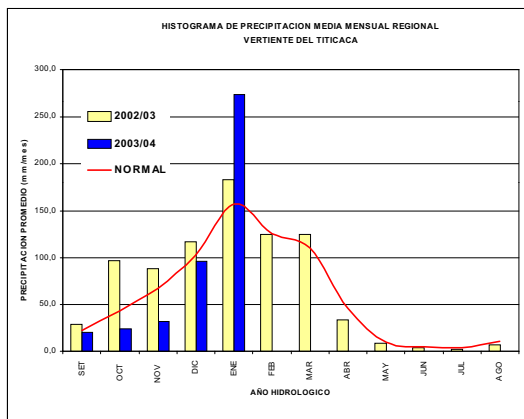
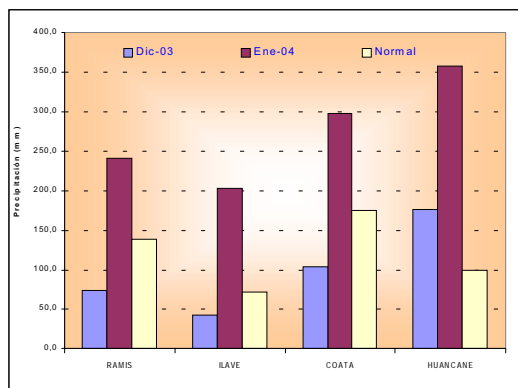


Gráfico 13. Precipitación Mensual de la Zona Sur de la Vertiente del Lago Titicaca por Cuencas



CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Dic-03	Ene-04	Normal	Anomalia
RAMIS	74,2	240,9	139,0	73%
ILAVE	42,7	202,8	71,6	183%
COATA	103,9	297,7	175,7	69%
HUANCANE	176,3	357,0	99,0	261%

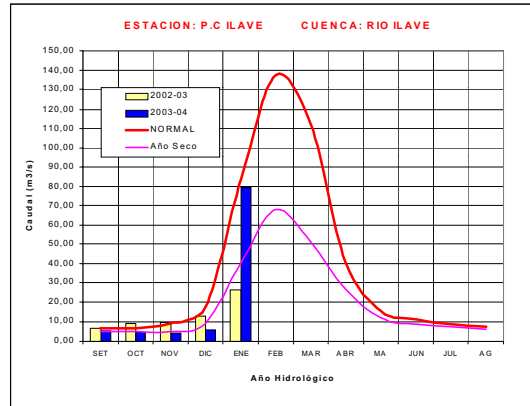
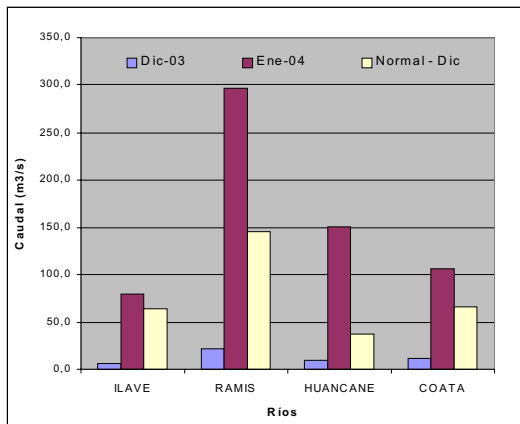
de los principales tributarios del lago Titicaca podemos observarla en el **Tabla 5 y Gráfico 14**, donde se muestra que en general los caudal de los ríos Ilave, Ramis, Huancané y Coata presentaron un superávit en sus caudales, presentando anomalías respecto a su promedio histórico de 23%, 104%, 300%, 61% respectivamente.

Así mismo, podemos apreciar en el **Gráfico 15** el comportamiento del río Ilave. Hasta el mes de Diciembre venía presentando valores deficitarios, sin embargo como producto de las intensas precipitaciones ocurridas durante el mes de Enero-2004 superó ligeramente su valor normal.

Tabla 5. Comportamiento de los caudales de los ríos de la vertiente del lago Titicaca (m³/s)

RIO	Dic	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed.	Qmax.	Qmin.		
ILAVE	5,9	79,4	375,9	11,2	64,5	23%
RAMIS	21,8	296,1	505,9	73,1	145,1	104%
HUANCANE	9,3	150,5	230,5	27,6	37,6	300%
COATA	11,0	106,7	186,3	40,2	66,4	61%

Gráfico 14. Caudales Medios Mensuales de la Vertiente del Lago Titicaca



Análisis de niveles de agua del lago Titicaca

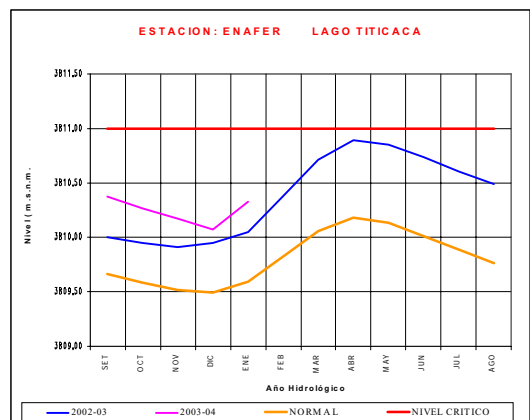
Los niveles de agua del lago Titicaca mantienen una tendencia creciente debido al incremento de las precipitaciones y los caudales de sus afluentes durante el mes de Enero, alcanzando al 30 de Enero, la cota de 3810,60 m.s.n.m.; siendo este el nivel máximo alcanzado. El nivel mínimo fue de 3810,11 m.s.n.m. La anomalía con respecto a su nivel medio mensual de diciembre es +0,73 m.

En la **Tabla 6 y Gráfico 16** se resumen las fluctuaciones del nivel del lago durante el mes de Enero.

Tabla 6. Comportamiento de los niveles del lago Titicaca (m.s.n.m)

LAGO	Dic-2003	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA metros
	Nmed.	Nmed.	Nmax.	Nmin.		
LAGO TITICACA	3810,07	3810,32	3810,60	3810,11	3809,59	0,73

Gráfico 16. Niveles Medios Mensuales del Lago Titicaca



Sub Cuenca Amazonas

Análisis de precipitación

Durante el periodo Setiembre-Diciembre 2003, las precipitaciones presentaron un comportamiento muy similar a su normal, si embargo durante el mes de Enero se encuentra deficitario, es decir por debajo de su valor normal, así mismo las precipitaciones han disminuido con respecto al mes de Enero, tal como se puede apreciar en el **Gráfico 17**.

El comportamiento de la precipitación en la subcuenca Amazonas (área comprendida desde Nauta hasta su desembocadura en la frontera con el Brasil) se presenta en el **Gráfico 18**, donde podemos observar una anomalía de -52%, con respecto de su valor normal.

Gráfico 17. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico (cuenca del río Amazonas) - Zona Norte

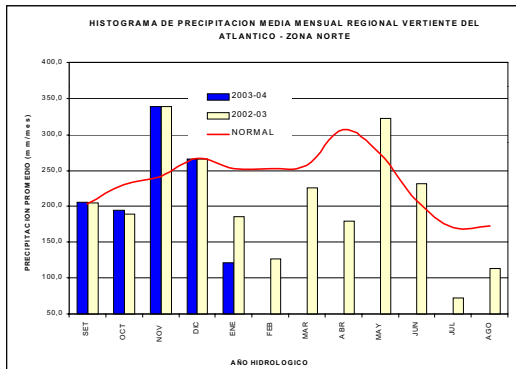
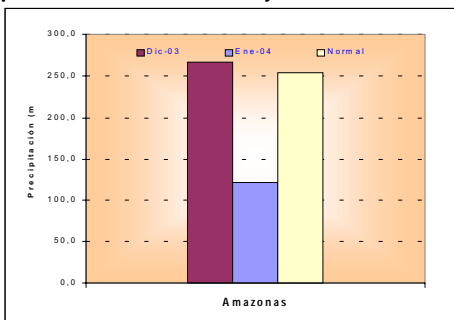


Gráfico 18. Precipitación Mensual de la Zona Norte de la Vertiente del Atlántico (Cuenca del río Amazonas)



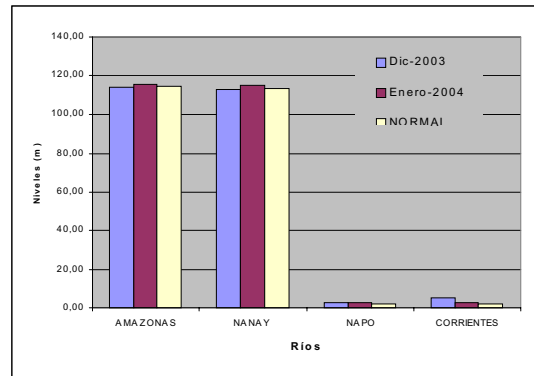
CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Dic-03	Ene-04	Normal	Anomalia
Amazonas	266,3	121,8	253,4	-52 %

El comportamiento del nivel de agua de los ríos Amazonas, Nanay, Napo y Corrientes, se muestra en el **Tabla 7 y Gráfico 19**, donde se observa que en el mes de Enero los niveles de los ríos presentan valores muy similares a sus valor normales y algunos ligeramente superiores a su normal, presentado anomalías positivas de 1,19 m, 1,46 m, 0,45 m y 0,33 m , así mismo los niveles de los ríos han ascendido con respecto al mes anterior.

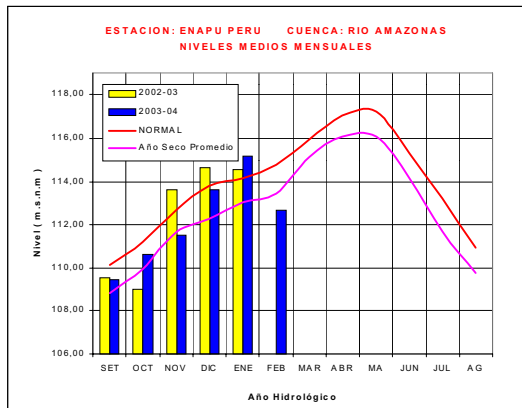
Tabla 7. Comportamiento de los niveles de los ríos de la selva norte

RIO	Dic-2003	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA (m)
	Nmed.	Nmed	Nmax.	Nmin.		
AMAZONAS	113,62	115,35	115,91	113,35	114,17	1,19
NANAY	113,07	114,86	115,29	113,07	113,41	1,46
NAPO	2,78	2,68	3,78	0,31	2,24	0,45
CORRIENTES	5,20	2,67	5,21	0,00	2,34	0,33

Gráfico 19. Niveles Medios Mensuales de la Zona Norte de la Vertiente del Atlántico



Como se aprecia en el **Gráfico 20**, el nivel del río Amazonas mantiene una tendencia creciente durante el mes de Enero, superando su normal. Así mismo, los niveles registrados, son superiores a los presentados el año hidrológico 2002-2003.



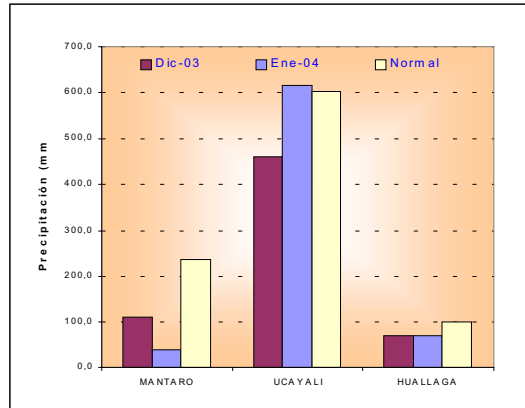
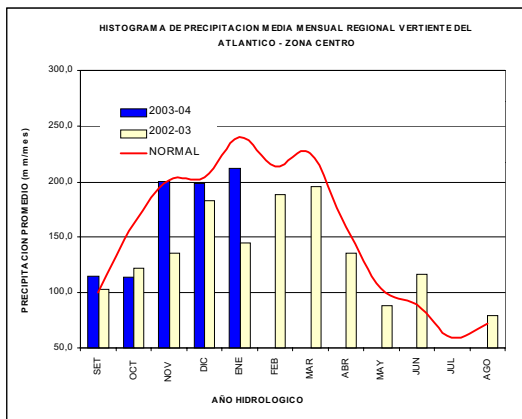
3.2 Selva Central Cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Mantaro

Análisis de precipitación

En el **Gráfico 21** se aprecia, las precipitaciones en lo que va del año hidrológico 2003-2004 siendo éstas inferiores a sus valores normales.

Durante el mes de Enero las precipitaciones registradas sobre las cuencas de los ríos Mantaro, Ucayali y Huallaga presentan anomalías de -83%, 2% y -31% respectivamente, como se puede observar en el **Gráfico 22**. Sin embargo, debemos tener en cuenta que se viene presentando fuertes precipitaciones pero de corta duración muy comunes en esta época del año.

Gráfico 21. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico - Zona Centro

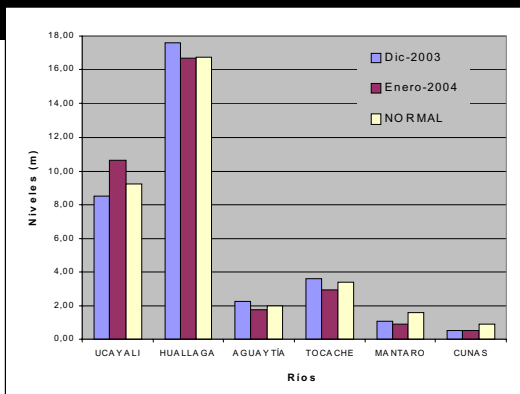


Análisis de niveles de agua

El comportamiento de los niveles de los ríos en esta región han disminuido sus niveles con respecto al mes anterior, manteniéndose valores muy cercanos a sus valores normales, a excepción del río Ucayali que ha incrementado su nivel con respecto al mes anterior y superando su valor normal, como podemos observar en el **Tabla 8 y Gráfico 23**. Los niveles del río Ucayali, Huallaga, Aguaytía, Tocache, Mantaro y Cunatas presentaron anomalías de 1,48m, -0,05m, -0,17m, -0,22m, -0,68m y -0,45m respectivamente.

Tabla 8. Comportamiento de los niveles de los ríos de la selva central

	Dic Nmed.	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
		Nmed	Nmax.	Nmin.		
UCAYALI	8,54	10,73	10,91	10,32	9,25	1,48
HUALLAGA	17,59	16,72	17,89	15,86	16,77	-0,05
AGUAYTÍA	2,24	1,80	5,08	0,91	1,97	-0,17
TOCACHE	3,64	3,18	4,57	2,12	3,40	-0,22
MANTARO	1,07	0,92	1,26	0,65	1,60	-0,68
CUNAS	0,51	0,48	0,70	0,20	0,93	-0,45



Análisis de caudales

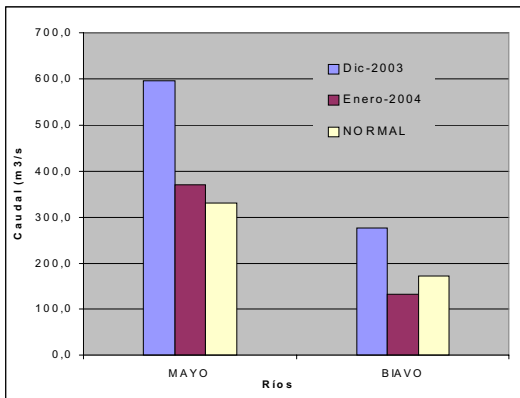
Los caudales de los ríos Mayo y Biavo han disminuido sus caudales considerablemente con respecto al mes anterior, presentando anomalías de +12% y -23% respectivamente.

En el **Tabla 9** y **Gráfico 24** se presenta el comportamiento hídrico de los caudales en el mes de Enero-2004

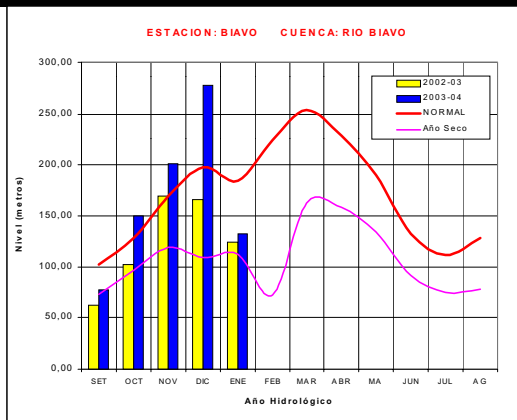
Tabla 09. Comportamiento de los caudales de los ríos de selva central

RIO	Dic-2003	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed.	Qmax.	Qmin.		
MAYO	595,2	370,6	625,1	181,9	330,9	12,0%
BIAVO	277,1	132,8	208,3	85,6	172,1	-22,9%

Gráfico 24. Caudales Medios Mensuales de la Zona Centro de la Vertiente del Atlántico



Así mismo el río Biavo ha disminuido su caudal considerablemente con respecto al mes anterior, llegando a presentar para el mes de Enero un caudal menor a su normal. Además, como podemos ver en el **Gráfico 25**, los valores del presente año hidrológico superan a los del año hidrológico anterior.



3.3 Selva Sur

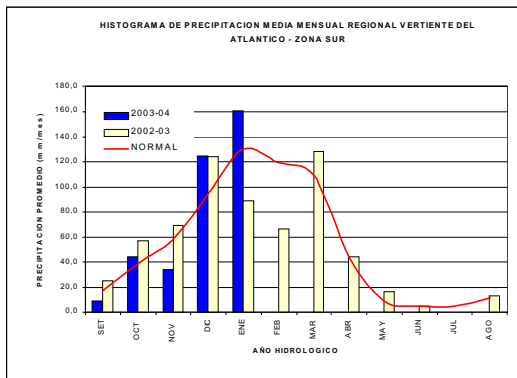
Cuencas del río Vilcanota

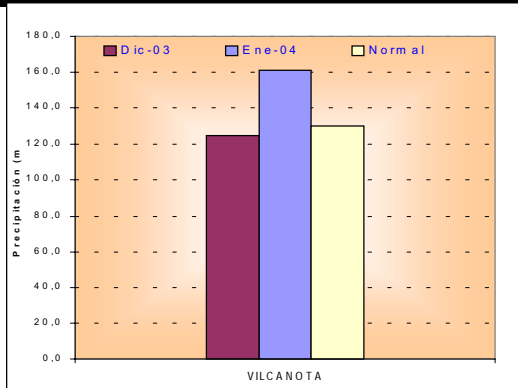
Análisis de precipitación

Como podemos apreciar en el **Gráfico 26** las precipitaciones en la cuenca del río Vilcanota ha tenido un comportamiento variable en lo que va del año hidrológico 2003-2004, presentado valores normales, menores y mayores a su normal. Cabe señalar que las precipitaciones se vienen incrementando desde el mes de Diciembre. Para el mes de Enero, las precipitaciones en esta cuenca han sido superiores a su normal.

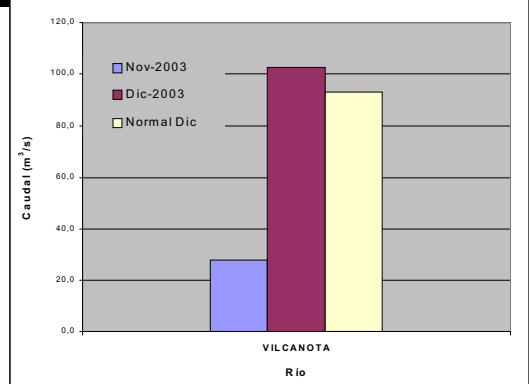
Podemos apreciar en el **Gráfico 27**, que para el presente mes la precipitación en la cuenca del río Vilcanota, presenta un superávit de 23% con respecto a su normal del mes de Enero, y superan las precipitaciones del mes anterior.

Gráfico 26. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Atlántico - Zona Sur





CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Dic-03	Ene-04	Normal	Anomalia %
Vilcanota	125,2	160,9	130,4	23%



En el análisis de los caudales del río Vilcanota, los caudales presentan valores inferiores a su normal en lo que va del año hidrológico 2003-2004. **Gráfico 29.**

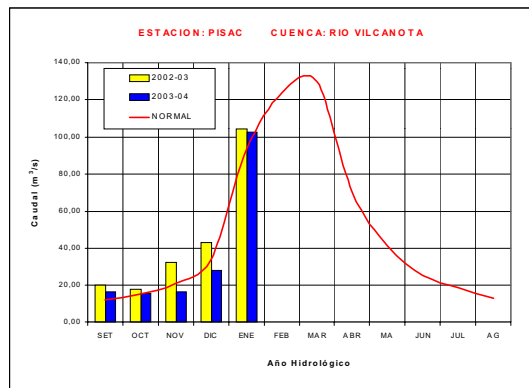
Análisis de caudales

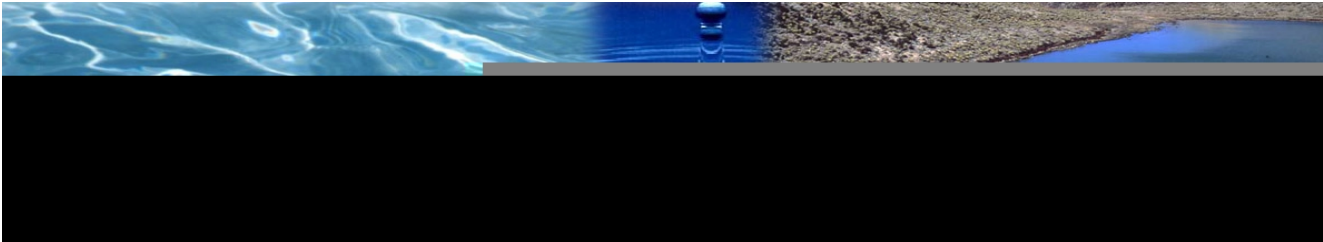
En el presente mes el caudal del río Vilcanota, ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, presentando caudales mayores a su normal. Para el mes de Enero presentó una anomalía de 10%, como podemos observar en el **Tabla 10 y Gráfico 28.**

Gráfico 29. Caudales Medios Mensuales del año hidrológico 2002-2003, 2003-2004, año promedio o Normal y año seco promedio del río Vilcanota.

Tabla 10. Comportamiento de los caudales del río Vilcanota

RIO	Dic Qmed.	Enero-2004			NORMAL Enero	ANOMALIA
		Qmed	Qmax	Qmin.		
VILCANOTA	27,7	102,6	155,2	58,3	93,1	10%





- En la vertiente del Pacífico, los caudales y niveles vienen presentando valores deficitarios, respecto a su normal en lo que va del año hidrológico 2003-2004 (Setiembre 2003 a Enero del 2004). Sin embargo podemos observar que en algunas cuenca hidrográficas los caudales registrados, presentan un ligero aumento, con respecto al mes anterior.
- En la vertiente del Atlántico, los ríos de la selva Norte han incrementado sus niveles respecto al mes anterior. Para la Selva Central se tiene déficit en los niveles y caudales, especialmente en la cuenca del río Mantaro. Para la zona sur, los niveles y caudales de esta zona han incrementado sus niveles y caudales, reportándose desbordes e inundaciones en la cuenca de los ríos Vilcanota y Madre de Dios.
- En la vertiente del lago Titicaca, las condiciones son completamente opuestas a la Vertiente del Pacífico, los niveles y caudales de los ríos se han incrementado considerablemente durante el mes de Enero-2004 produciendo como consecuencia desbordes e inundaciones en las partes bajas de las cuencas de los ríos Huancané y Ramis principalmente
- El nivel del lago Titicaca durante el mes de Enero ha incrementado considerablemente encontrándose actualmente a 40 centímetros de su nivel crítico de desborde. Hay que tener en cuenta que el Lago Titicaca ha incrementado su nivel durante el mes de Enero 49 cm a razón de 1.7 cm diarios en promedio.

5. TENDENCIA HIDROLOGICA PARA FEBRERO 2004

- A continuación se presentan las proyecciones del comportamiento de los caudales y niveles de los principales ríos del Perú, en sus tres vertientes. Las tendencias hidrológicas se han elaborado tomando en cuenta los resultados que el modelo de predicción CCM3 presenta para el mes de Febrero del 2004.
- Existe una alta probabilidad que para el mes de febrero del 2004, los caudales y niveles de algunos ríos de las cuencas hidrográficas del Pacífico incrementen sus caudales con respecto al mes de Enero-2004, pero manteniendo aún su comportamiento deficitario en relación a su normal o promedio histórico.
- Para la vertiente del lago Titicaca se pronostica un comportamiento de las precipitaciones de normales a ligeramente deficitario, por lo cual existe una alta probabilidad que el comportamiento de los ríos de esta vertiente presentarían caudales y niveles inferiores a los presentados el mes de Enero, sin embargo el lago Titicaca seguirá incrementando su nivel, aunque el ritmo de incremento será menor que el presentado en el mes de Enero-2004.
- Los ríos de la vertiente del Atlántico presentarán niveles dentro de sus valores normales, con ocurrencia de algunos eventos extremos en los ríos afluentes del río Huallaga y del Ucayali, principalmente.

III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS ENERO 2004

1. ÍNDICES AGROMETEOROLÓGICOS, FASES FENOLÓGICAS Y ESTADO DE LOS CULTIVOS : COSTA, SIERRA Y SELVA

La región de la costa durante el periodo nocturno presentó tendencia a ligeramente frías en la tercera década, resaltando los valles ubicados al norte de costa central (Casma - Buena Vista y Bajo Huaura - Alcantarilla) con temperaturas mínimas inferiores a sus normales en promedio 1,5°C. En el periodo diurno, en la mayor parte de los valles, varió en el rango de sus normales, presentando tendencia a ligeramente cálidos en la costa norte en la tercera década, resaltando los valles Bajo Piura (San Miguel), Cayaltí y Mallares con temperaturas máximas superiores a sus normales en 1,0 a 1,4°C; la excepción fue el valle de Majes que registró temperaturas máximas inferiores a sus normales en 1,4°C. Lluvias en la primera década, en la costa norte (valles Alto Tumbes - Morropón), Alto Piura -Chulucanas, Alto Tumbes - Cabo Inga, Bajo Tumbes - La Cruz y Mallares con 68; 57; 27; 13 y 8 mm/mes respectivamente) y la costa sur (Aplao, Majes y Moquegua con acumulados menores de 3,5 mm/mes).

En la costa norte, los sembríos instalados durante la campaña agrícola 2003 - 2004 se desarrollaron bajo buenas condiciones térmicas que favorecieron el normal crecimiento de los cultivos; por otro lado, persiste escasa disponibilidad del recurso hídrico en los reservorios. Esta deficiencia hídrica viene ocasionando que la presente campaña agrícola, en la costa norte, se siga desarrollándose de manera irregular y con una gran incertidumbre en los productores agrarios, pues corren el riesgo de perder sus cultivos ya instalados. En la costa central, condiciones diurnas cálidas y nocturnas frías, aunado al déficit hídrico en los ríos vienen afectando la fructificación del manzano y maduración de la vid, han acelerado la cosecha; obteniéndose bajos rendimientos; el algodón Tangüis se encuentra en formación y apertura de bellotas. En la costa sur, las condiciones térmicas ligeramente frías vienen retrasando el crecimiento del arroz y el proceso de maduración del palto, olivo, pero y durazno.

En la región andina, la mayor parte de los valles, desde el departamento de Piura hasta Junín las condiciones térmicas nocturnas fueron más frías de lo normal con heladas radiativas, durante la segunda y tercera década, siendo significativas en el sur del departamento de Cajamarca (Granja Porcón, Weberbauer, Jesús, La Victoria, San Marcos, Bambamarca, Celendín, Namora, La Victoria y Niepos); en el departamento Ancash (Chiquián); departamento de Lima (Oyón y Cajatambo); departamento de Pasco (Pasco) y departamento de Junín (Laive, San Juan de Jarpa, Jauja, Huayao, Tarma y Huasahuasi); excepto Huánuco que fue normal. Desde Huanavelica hasta Tacna las condiciones térmicas va-

riaron en el rango de sus normales, excepto las cuencas altas de Arequipa que estuvieron mas frías de lo normal (inferiores en 1,1 a 2,5°C). El altiplano mostró noches menos frías de lo normal (superiores en 1,1 a 3,2°C) y días mas frío de lo normal (inferiores en 1,1°C a 2,2°C). Las lluvias disminuyeron en la sierra norte (inferior en 50%) y central (inferior entre 35 a 100%); en cambio, continuaron superiores a sus normales en la sierra sur Oriental: Cusco y Apurímac en promedio 30% y en el Altiplano de 5 a 95%. Permanecieron normales en la sierra sur occidental (Arequipa, Moquegua y Tacna); menos en las cuencas altas y medias del departamento de Arequipa. Este comportamiento condicionó suelos con humedad en deficiencia ligera a extrema en la sierra norte, central y sur occidental ($I_p=0,0$ a $0,6$); adecuado a exceso ligero en la sierra sur oriental ($I_p= 0,8$ a $1,5$); y exceso extremo en el Altiplano ($I_p=1,4$ a $3,2$).

En la sierra norte y central, se presentaron heladas agronómicas que afectaron los primeros estadios de crecimiento de los cultivos de papa y maíz, caracterizándose esta campaña agrícola dentro de un escenario de deficiencia de lluvias. En la sierra sur las lluvias vienen afectando a los sembríos de papa, avena y quinua durante la emergencia y floración, ocasionando en algunos casos pérdidas por inundación.

En la selva norte fue notorio la deficiencia de lluvias (inferiores entre 6 a 64%), condicionando suelos con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a $0,4$). Mientras que en la mayor parte de la selva central y sur variaron entre normal a superiores (superior en 6 a 70%) determinando suelos en exceso ligero ($I_p=1,4$ a $2,5$), salvo por su intensidad los valles de La Divisoria, Puerto Inca, Las Palmeras, San Alejandro y Aguaytia determinaron exceso extremo ($I_p=3,3$ a $4,7$); la excepción fue Pozuzo con deficiencia ligera ($I_p=0,5$) debido a que la lluvia fue inferior a su normal en 76%.

En la selva norte, la humedad deficiente en los suelos puede estar ocasionando efectos moderados en las primeras fase fenológicas de los cultivos instalados. En la selva central y sur, las condiciones de humedad adecuada vienen favoreciendo las diferentes fases fenológicas de los cultivos instalados.

A continuación se analiza las condiciones agrometeorológicas del mes de enero del 2004, basado en la información de las **Tablas 1; 2 y 3 y Mapas 1; 2; 3; 4 y 5.**

COSTA NORTE

Temperatura máxima de 31,9°C y mínima de 20,5°C, alcanzando temperatura diurna de 28,2°C y nocturna de 24,2°C; caracterizaron condiciones térmicas normales, con tendencia a ligeramente frías en el periodo nocturno en la tercera década y tendencia ligeramente cálida en el periodo diurno en la segunda década. El extremo máximo de 36°C continua en los valles del Alto Tumbes (Morropón), Alto Piura (Chulucanas) y Alto Tumbes (Cabo Inga); y el extremo mínimo de 14,6°C en el valle de Cayaltí. Continuaron las lluvias durante la primera década, resaltando los valles Alto Tumbes (Morropón), Alto Piura (Chulucanas), Alto Tumbes (Cabo Inga), Bajo Tumbes (La Cruz) y Mallares con 68; 57; 27; 13 y 8 mm/mes, respectivamente; y en el resto de los valles menores a 5,0 mm/mes. La demanda hídrica del medio es 4,4 mm/día, siendo complementada generalmente con riego adicional.

En los valles de Tumbes, Piura, Chira y Jequetepeque, los sembríos de arroz durante la campaña chica 2003 - 2004 se desarrollaron bajo buenas condiciones térmicas que favorecieron el normal crecimiento del cultivo, culminando sus diferentes estados de crecimiento y desarrollo sin problema alguno, obteniéndose rendimientos entre 6,5 y 7,5 t/ha. También se viene observando la preparación de almácigos e inicio de la campaña grande. La siembra de arroz dependerá de la disponibilidad de agua en los reservorios, que garantice la alta demanda de agua desde la emergencia hasta la maduración del cultivo. Una hectárea de producción de este cultivo requiere aproximadamente entre 15 000 a 20 000 m³/ha de agua. Por otro lado, persiste escasa disponibilidad del recurso hídrico en los reservorios de Poechos, San Lorenzo, Tinajones y Gallito Ciego cuyos volúmenes representan entre el 15 y 30% de su capacidad máxima de almacenamiento, al no haberse registrado aportes significativos en los ríos que abastecen estos reservorios. En el valle de Motupe, las condiciones térmicas cálidas continúan favoreciendo la floración del limonero, fructificación del palto y tangelo, cosecha del mango. En los valles de Chancay-Lambayeque, Zaña y Moche, las condiciones térmicas normales continúan favoreciendo las diferentes fases fenológicas de la caña de azúcar.

COSTA CENTRAL

Temperatura máxima de 30,5°C y mínima de 18,3°C, establecieron una temperatura diurna de 26,5°C y nocturna de 22,3°C. Caracterizando condiciones normales; con tendencia a ligeramente frías durante las noches en la tercera década, resaltando los valles ubicados al norte de esta zona (Casma - Buena Vista y Bajo Huaura - Alcantarilla) con temperaturas mínimas inferiores en promedio 1,5°C respecto a sus normales. Las mayores amplitudes y las extremas temperaturas ocurren en los valles al sur del departamento de Ica, presentándose la extrema máxima de 37,0°C en Palpa y la extrema mínima

de 11,5°C en Ocucaje. La demanda hídrica del medio es 4,2 mm/día. Ausencia de lloviznas.

En el valle de Casma, las temperaturas diurnas normales y nocturnas ligeramente frías continúan favoreciendo la fructificación y maduración del mango y ciruelo. En el valle de Huarney, las condiciones térmicas normales continúan siendo favorables para las diferentes estados de crecimiento y desarrollo del maíz amarillo duro. En el valle de Huaura, las condiciones térmicas normales continúan favoreciendo el normal desarrollo de los sembríos de maíz amarillo duro durante las fases fenológicas de maduración pastosa y córnea y el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar. En el valle de Huaral, las condiciones térmicas cálidas y nocturnas frías, aunado al estrés hídrico en la zona (por la falta de agua en el río que abastece a las zonas frutícolas), vienen afectando la fase de inicio de la fructificación en el manzano y durazno y en algunos casos la caída de estos frutos. En el valle de Cañete, las condiciones térmicas continúan favoreciendo el crecimiento de los cultivos, especialmente para el maíz amarillo duro en sus diferentes estados de crecimiento de maduración lechosa y pastosa; estas mismas condiciones vienen propiciando la presencia del gusano cogollero; los frutales de vid se hallan en maduración y cosecha, algodón Tangüis en plena apertura de bellotas y en algunos lugares las condiciones térmicas vienen propiciando la presencia del picudo (Pacaran). En el valle de Mala, las condiciones térmicas diurnas cálidas y nocturnas ligeramente frías vienen afectando moderadamente la tasa de crecimiento de frutos y en algunos casos problemas fisiológicos. En los valles de Chincha, Pisco y Nazca, las condiciones térmicas favorecen la floración y formación de bellotas en el algodón Tangüis, en algunas parcelas se encuentran en apertura de bellotas y cosecha con rendimientos de 85 qq/ha. En el valle de Ica, las condiciones térmicas continúan favoreciendo la fructificación de la vid.

COSTA SUR

Temperatura máxima de 27,6°C y mínima 16,8°C, con temperatura diurna de 24,0°C y nocturna de 20,4°C, caracterizaron condiciones térmicas normales, con tendencia a ligeramente frías durante las noches en la tercera década. El extremo máximo de 32,5°C se presentó en el valle de Locumba y el extremo mínimo 10,8°C en el valle de la Joya. Las temperaturas mínimas más bajas se han presentado en La Joya, Moquegua y Majes con 13,2; 13,3; y 13,5°C; mientras que en el resto de los valles oscilan entre 16,7 a 20,3°C. Lloviznas aisladas en la primera década en los valles Aplao, Majes y Moquegua con acumulados menores de 3,5 mm/mes. La demanda hídrica promedio es 4,2 mm/mes.

En el valle de Camaná, las condiciones térmicas normales continúan siendo favorables durante la formación de granos en la maduración pastosa. En el valle de Majes, las condiciones térmicas ligeramente frías continúan re-

trasando la formación del encañado y elongación de tallos en los sembríos de arroz (Aplao); por otro lado, estas mismas condiciones continúan retrasando moderadamente la tasa de formación de granos durante la maduración lechosa y pastosa en el maíz y brotación de la alfalfa (Majes). En los valles de La Joya y El Tambo, las condiciones térmicas normales favorecen a los sembríos de maíz en pleno panojamiento y caña de azúcar en pleno crecimiento vegetativo. En el valle de Moquegua, las condiciones térmicas normales continúan favoreciendo la maduración del palto y cosecha de la vid, encontrándose algunas plantaciones en descanso. En el valle de Ilo las condiciones térmicas ligeramente cálidas favorecen el inicio de la maduración en el olivo. En el Bajo Caplina y Alto Caplina las condiciones térmicas diurnas normales y nocturnas ligeramente frías favorecen la maduración del palto, olivo, vid, pero y durazno.

SIERRA NORTE

Los promedios de temperatura máxima oscilan en 21,3°C y la mínima, en 9,0°C; estableciendo días normales con tendencia a ligeramente cálidos y noches frías inusualmente con heladas radiativas en los departamentos de Cajamarca y La Libertad, ambas acentuadas en la segunda y tercera década. Estas heladas fueron más significativas en los valles del sur del departamento de Cajamarca: Granja Porcon, Weberbauer, Jesús, La Victoria, San Marcos, Bambamarca, Celendín, Namora, La Victoria y Niepos; en los cinco primeros valles se registró temperaturas mínimas inferiores hasta en 5°C respecto a sus normales. Por otro lado, las lluvias fueron inferiores a sus normales en promedio 50%, condicionando en la mayor parte suelos con humedad en deficiencia extrema a ligera ($I_p=0,0$ a $0,6$); excepto Ayabaca que precipitó normal (131 mm/mes) condicionando humedad adecuada.

En Ayabaca, la presencia de lluvias favorecen la preparación de terrenos para la siembra de maíz blanco amiláceo. En Huancabamba y Huarmaca, continúa la deficiencia de lluvia, condicionando suelos con deficiente humedad y ocasionando en algunos casos problemas en la emergencia del maíz amiláceo, también se viene observando que varias hectáreas de cultivos diversos y pastos naturales se han perdido por las heladas. En Cajamarca, la presencia de heladas afectaron considerablemente los sembríos de arveja, cebada, frijol, habas, trigo, maíz amiláceo, oca, olluco, papa y pastos naturales, observándose en algunas parcelas pérdidas considerables entre 70 y 100% de la cobertura foliar en el maíz amiláceo, también afectaron a los sembríos de papa en plena floración (Chota, Cutervo, Contumaza, Celendín). En las cuencas altas del Jequetepeque y Moche, la deficiencia de lluvias y presencia de heladas continúan afectando la campaña agrícola de siembras, observándose en algunos cultivos instalados síntomas de estrés hídrico durante los primeros estadios.

SIERRA CENTRAL

En esta región el promedio de la temperatura máxima es 19,7°C y la mínima de 7,2°C, por consiguiente, la temperatura diurna alcanza 15,6°C y la nocturna 11,3 °C. Las condiciones térmicas nocturnas durante la segunda y tercera década fueron más frías de lo normal (inferior a sus normales climatológicas entre 1 a 4,0°C) con heladas agronómicas, resaltando de mayor intensidad en los valles de Chiquián, Oyón, Cajatambo, Dos de Mayo, Pasco, Laive, San Juan de Jarpa, Jauja, Huayao, Tarma y Huasahuasi; excepto los valles de los departamentos de Huánuco, Huancavelica y Ayacucho que variaron en el rango de sus normales. Las condiciones térmicas diurnas fueron ligeramente cálidos (superior a sus normales entre 1,3 a 4,2°C) acentuado en la segunda y tercera década. Por otro lado, las lluvias fueron inferiores a sus normales entre 35 a 100%, a diferencia del mes anterior que fue normal, condicionando suelos con humedad en deficiencia extrema a ligera ($I_p=0,0$ a $0,7$), salvo Carpish que condicionó suelos con humedad en exceso ligero ($I_p=2,0$) por haber precipitado significativamente en la primera década (175 mm/mes).

En las cuencas altas de los ríos Pativilca (Cajatambo) y Chillón (Canta), el déficit de humedad en los suelos condicionan problemas de estrés hídrico en los cultivos de maíz amiláceo en crecimiento vegetativo y en el desarrollo de los diferentes cultivos instalados. En las cuencas altas del río Haura (Oyón), Santa (Yungay) y Pativilca (Chiquián) la deficiencia de lluvias viene condicionando suelos con humedad deficiente afectando a los sembríos de papa en formación de brotes laterales y floración y maíz amiláceo en emergencia y crecimiento vegetativo. En Huánuco, los cultivos de la región están afectados por el veranillo, ocasionando en la mayoría de estos cultivos el marchitamiento de las plantas; por otro lado, el exceso de humedad en los suelos puede estar favoreciendo las fases fenológicas de mayor demanda hídrica de los sembríos de papa y maíz; y algunos casos este exceso de humedad propician la presencia de enfermedades fungosas, como la rancia en los sembríos de papa y queresas en frutales de mango, naranjo, mango y limonero en plena fructificación y maduración (Huánuco). En el valle del Mantaro (Jauja, Huayao, Ingenio y Viques), se prolongó el veranillo; y se presentaron condiciones térmicas nocturnas ligeramente frías, se presentaron heladas agronómicas durante la segunda y tercera década de enero que afectaron los primeros estadios de crecimiento de los cultivos de papa y maíz. Esta campaña agrícola se ha caracterizado dentro de un escenario con deficiencia de lluvias, observándose un déficit del 70% con respecto al acumulado normal; que ha condicionado, en la mayor parte, suelos con deficiencia extrema de humedad, y problemas de estrés hídrico durante las primeras fases fenológicas del maíz y fase de floración de la papa. En el valle de Tarma, la presencia de lluvias ligeras viene estableciendo suelos con deficiencia ligera, ésta es complementada con riego para

los sembríos de maíz amiláceo durante las fases de panoja y espiga de mayor demanda hídrica; en algunas parcelas el déficit de humedad viene causando problemas de estrés hídrico en los sembríos de maíz durante la emergencia y formación de las primeras hojas y cultivos de papa en floración. En Huancavelica (Lircay, Acobamba, Pampas) y Ayacucho (Quinua, Huancapi), las condiciones de humedad deficiente vienen afectando el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos instalados.

SIERRA SUR

Temperatura máxima de 19,3°C y mínima de 7,9°C, en consecuencia temperatura diurna de 15,5°C y nocturna 11,7°C. Las condiciones térmicas persisten normales; excepto, algunos valles de las cuencas altas del departamento de Arequipa que presentaron días más fríos de lo normal (inferiores en 1,1 a 2,5°C). Usualmente heladas en Imata y Angostura. Persisten las lluvias; en la zona Oriental (Cusco y Apurímac) superiores a sus normales en promedio 30% (106 a 170 mm/mes), resaltando Anta con 87% (254mm/mes), condicionando suelos con humedad adecuada ($I_p=0,9$ a 1,2) salvo Anta exceso ligero ($I_p=1,8$). En la zona occidental (Arequipa, Moquegua y Tacna) se incrementaron las lluvias, incluso en las cuencas bajas; condicionando diferentes niveles de humedad en el suelo: humedad adecuada a exceso ligero ($I_p=0,8$ a 1,5) en las cuencas altas de los departamentos de Arequipa (Cabanaconde, Chivay, Imata, Angostura, Sibayo, y Andagua) y Moquegua (Ubinas y Carumas); y humedad en deficiencia ligera a extrema en las demás cuencas ($I_p=0,1$ a 0,6).

En los valles de Urubamba y Vilcanota (Sicuani), el déficit de humedad viene afectando las fases de mayor demanda hídrica, como la espiga y maduración lechosa en el maíz amiláceo, papa en floración y haba en fructificación. En los valles del Alto Apurímac, las condiciones de humedad en el suelo no son suficientes para satisfacer los requerimientos hídricos del maíz amiláceo en panoja y espiga (Abancay), en otras parcelas estas mismas condiciones continúan favoreciendo la fructificación del duraznero (Curahuasi). En Andahuaylas, las condiciones de humedad no satisfacen los requerimientos hídricos en los sembríos de maíz amiláceo en panoja y espiga. En la cuenca alta del río Colca, las lluvias frecuentes vienen propiciando suelos con exceso de humedad adecuada y en algunos casos se han determinado pérdidas para aquellos cultivos recién instalados; por otro lado, son favorables durante las fases de mayor demanda hídrica de panoja y espiga en el maíz amiláceo (Chivay, Cabanaconde). En la cuenca alta del río Tambo, continua la deficiencia extrema de humedad, siendo complementada con riego para los sembríos de alfalfa y orégano en plena brotación, papa en maduración y maíz en pleno panoja y espiga (Ubinas, Carumas y Puquina). En la cuenca alta del río Locumba, la deficiencia de lluvias y presencia de heladas continúan afectando al culti-

vo del maíz amiláceo en pleno crecimiento vegetativo y ocasionando problemas graves de estrés hídrico.

Altiplano : Temperatura máxima de 14,3°C y mínima de 4,7°C, consecuentemente, la temperatura diurna de 11,1°C y la nocturna de 7,9°C. Condiciones térmicas nocturnas menos fría de lo normal (temperaturas mínimas superiores a su normal entre 1,1 a 3,2°C) y condiciones diurnas con tendencia a más fría de lo normal (temperatura máxima inferior entre 1,1 a 2,2°C) acentuada en la segunda década. Persisten lluvias superiores a sus normales (5 a 95%), condicionando suelos con humedad en exceso ligero a extremo ($I_p=1,4$ a 3,2); menos en Crucero y Mazo Cruz, que por su intensidad condicionaron humedad adecuada ($I_p=1,1$ a 1,2).

En la región del Altiplano, el exceso de lluvias vienen afectando a los sembríos de papa, avena y quinua durante la emergencia y floración, ocasionando en algunos casos pérdidas por inundación (Taraco, Crucero, Cabanillas, Ilave, Lampa, Yunguyo, Ayaviri).

SELVA NORTE

Temperatura máxima de 32,2°C y mínima de 21,2°C, consecuentemente temperatura diurna de 28,6°C y nocturna de 24,7°C, caracterizando condiciones térmicas más cálidas de lo normal (superior entre 1°C a 2,1°C en las noches y 1,2°C a 3,3°C en los días) acentuadas en la segunda y tercera década. En contraste al mes anterior las lluvias fueron inferiores a su normal en 57%, condicionando suelos con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a 0,4), excepto algunos valles, que por sus reservas de meses anteriores, establecieron suelos con humedad adecuada ($I_p=0,8$ a 1,1) en Naranjillo, Lamas, Tamishiyacu y Mazan; y humedad en exceso ligero en Pongo de Caynarachi ($I_p=1,4$).

En los valles de Bagua y Jaén, el déficit de humedad en los suelos no son significativos para los terrenos agrícolas que se encuentran generalmente en descanso y no afectan la maduración y cosecha del frijol. En San Ignacio, la deficiente disponibilidad de agua en los suelos afectan moderadamente la fructificación del café, algunas plantaciones continúan con el ataque de enfermedades fitopatógenas como la roya y cercospora. En la cuenca del río Amazonas y Ucayali, las condiciones termoplumiométricas continúan siendo favorables para las diferentes fases fenológicas del pijuayo, piña, café, plátano, y yuca. En el valle del Huallaga Central, las condiciones de humedad deficiente en los suelos afectan moderadamente el crecimiento de las plántulas en los sembríos de arroz, sin embargo no es considerable para los estadios finales de maduración córnea en el arroz, maduración en el naranjo, y plátano en crecimiento vegetativo (Bellavista, Sauce). En el Bajo Huallaga, la humedad deficiente en los suelos puede estar ocasionando algunos efectos moderados durante las primeras fases fenológicas de los cultivos instalados (Navarro).

En el Alto Mayo, las condiciones de déficit de humedad en los suelos están afectando la instalación de almácgicos de arroz, floración de la papaya y fructificación del naranjo y café (Moyobamba, Rioja, Naranjillo). En el Bajo Mayo, las condiciones termoplumiométricas continúan siendo favorables para la vid, naranjo y piña en plena fructificación y maduración (Tabalosos, Lamas, El Porvenir).

SELVA CENTRAL

Temperatura máxima de 29,9°C y mínima 20,1°C, alcanzando promedios de temperatura diurna de 26,7°C y nocturna de 23,3°C, presentando en la mayor parte condiciones térmicas mas cálidas de lo normal (superior entre 1,2°C a 2,6°C en las noches y entre 1,4°C a 2,1°C en el día). Las lluvias alcanzan valores entre normal (valles del departamento de Huánuco: Aucayacu, Tingo Maria y Tulumayo; valles del departamento de Junín: Satipo) y superiores a su normal en 6 a 64% (valles del departamento de Ucayali: Las Palmeras, Maronal, San Alejandro y Aguaytia); excepto Pozuzo que continua inferior en 76%. Esto condiciona en los suelos diferentes niveles de humedad: exceso ligero en la mayor parte (Ip=1,4 a 2,3); exceso extremo en los valles de La Divisoria, Puerto Inca, Las Palmeras, San Alejandro y Aguaytia (Ip=2,6 a 4,7); deficiencia ligera en Pozuzo (Ip=0,5); y adecuada en Pichanaki (Ip=0,8).

En el valle de Aguaytía, el exceso de humedad en los suelos puede estar condicionando la presencia de enfermedades fitopatógenas durante la maduración y cosecha de los frutos de papayo, naranjo y palma aceitera (Aguaytía, Maronal, Las Palmeras). En el valle de Pachitea (Oxapampa y Pozuzo) mejoran las condiciones de humedad en los suelos favoreciendo los estadios de elongación de tallos, panoja en los sembríos de arroz; y diferentes fases fenológicas de yuca, palto y cacao. En el Perené, las condiciones adecuadas de humedad continúan siendo favorables para el café y naranjo en fructificación y maduración (Pichanaki).

SELVA SUR

Temperatura máxima de 29,6°C y mínima de 18,8°C, en consecuencia temperatura diurna de 26,0°C y nocturna de 22,4°C. Las lluvias fueron variables presentando inferiores a su normal en el valle de Quincemil (69%), normal en el valle de Quillabamba y superior a su normal en el valle de Puerto Maldonado (46%), condicionando en los suelos humedad en exceso extremo en el primer valle (Ip=3,7); exceso ligero en el segundo y tercer valle (Ip=1,4 y 2,4) y adecuada en el cuarto valle (Ip=1,0).

En Quillabamba, las condiciones de humedad moderadamente adecuada favorecen la fructificación del café, el crecimiento vegetativo del maíz y arroz; y diferentes fases fenológicas del plátano, naranjo, cacao y castaño, y diferentes cultivos anuales.

CLASIFICACIÓN	RANGOS DE TEMPERATURA (°C)
Extremadamente cálido	>32
Cálido	[25 a 32]
Moderados	[20 a 25]
Templado	[17 a 20]
Frescas	[12 a 17]
Frias	[5 a 12]
Extremadamente frío	<5

CLASIFICACIÓN	RANGOS DE ANOMALIA (°C)
Cálido	>3,0
Ligeramente cálido	[1,0 a 3,0]
Normal o habitual	[-1,0 a 1,0]
Ligeramente frío	[-3,0 a -1,0]
Frío	<-3,0

****Clasificación térmica realizada en base a los requerimientos térmicos de los cultivos, adaptados a las características climáticas del Perú (SENAMHI/DGA, 2002)

CLASIFICACIÓN	INDICES DE HUMEDAD (Ip)		
	COSTA	SIERRA	SELVA
Deficiencia extrema	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Deficiencia ligera	[0,4 -0,8>	[0,4 -0,8>	[0,4 -0,8>
Adecuado	[0,8 -1,2>	[0,8 -1,2>	[0,8 -1,2>
Exceso ligero	[1,2 -2,0]	[1,2 -2,0]	[1,2 -2,5]
Exceso extremo	> 2,0	> 2,0	>2,5

Clasificación del índice de humedad adaptado al régimen de lluvias y suelo del Perú (SENAMHI/DGA)



AGROMETEOROLOGIA

Tabla 2. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la sierra - enero 2004

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD		
SIERRA NORTE								
AYABACA	14,7	Fresco	1,4	Exceso ligero	Maíz	De la zona	Ap. De hojas-3 hojas	Bueno
AYABACA	14,7	Fresco	1,4	Exceso ligero	Papa	Yungay	Siembra	-
HUANCABAMBA	21,9	Moderado	0,3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUARMACA	15,2	Fresco	1,0	Adecuado	Maíz	De la zona	Emergencia 100%	Regular
HUAMACHUCO	15,4	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Papa	Amarilis	F. De brotes laterales 100%	Bueno
SALPO	12,6	Fresco	0,1	Deficiencia extrema	Haba	Señorita	Emergencia 100%	Bueno
SANTA CRUZ	18,9	Templado	0,2	Deficiencia extrema	Papa	Molineria	Cosecha	-
SAN MARCOS	20,7	Moderado	0,4	Deficiencia ligera	Maíz	De la zona	Panoja 25%	Bueno
CHOTA	17,2	Templado	0,6	Deficiencia ligera	Maíz	Morocho	Floración 30%	Regular
CUTERVO	15,5	Fresco	0,6	Deficiencia ligera	Maíz	Criollo	Ap de hojas-14 hoja	Regular
CUTERVO	15,5	Fresco	0,6	Deficiencia ligera	Papa	Canchan	Floración 80%	Malo
CONTUMAZA	15,8	Fresco	0,0	Deficiencia extrema	Maíz	Amarillo	Ap de hojas-5 hoja	Regular
CAJABAMBA	19,5	Templado	0,7	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
BAMBAMARCA	18,0	Templado	0,4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
SAN MIGUEL(CAJAM.)	15,4	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maíz	Blanco	Ap de hojas-8 hoja	Bueno
CELENDIN	17,1	Templado	0,4	Deficiencia ligera	Maíz	Blanco Imperial	Ap de hojas-14 hoja	Malo
GRANJA PORCON	12,3	Fresco	0,6	Deficiencia ligera	Papa	Liberteña	Emergencia 10%	Bueno
SIERRA CENTRAL								
CHIQUIAN	15,4	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maíz	De la zona	Ap de hojas-12 hoja	Bueno
CANTA	14,3	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CAJATAMBO	12,2	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Maíz	De la zona	Ap de hojas-5 hoja	Bueno
OYON	12,5	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Papa	Huayro	Emergencia 100%	Bueno
HUANUCO	23,2	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Naranja	Valencia	Maduración 30%	Regular
HUANUCO	23,2	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Mango	Camboyano	Cosecha	-
HUANUCO	23,2	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Palto	Fuerte	Cosecha	-
HUANUCO	23,2	Moderado	0,2	Deficiencia extrema	Limón	Tayti	Maduración 80%	Regular
SAN RAFAEL	18,5	Templado	0,3	Deficiencia extrema	Maíz	De la zona	Panoja 80%	Malo
JACAS CHICO	10,5	Frio	0,4	Deficiencia ligera	Papa	Canchan	Cosecha	-
HUANCVELICA	13,7	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Papa	Yungay	Emergencia 80%	Bueno
HUASAHUASI	16,2	Fresco	0,5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
TARMA	16,6	Fresco	0,2	Deficiencia extrema	Maíz	Cusco Urubamba	Floración 75%	Bueno
HUAYAO	16,4	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Papa	Canchan	Maduración 100%	Regular
JAUJA	15,4	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Maíz	Hibrido	Ap.de hojas-11 hoja	Bueno
JAUJA	15,4	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Papa	Perricholi	Botón floral 56%	Bueno
LIRCAY	15,9	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	Maíz	De la zona	Ap de hojas-6 hoja	Bueno
ACOBAMBA	14,9	Fresco	0,8	Adecuado	Maíz	Colorado	Ap de hojas-7 hoja	Regular
ACOBAMBA	14,9	Fresco	0,8	Adecuado	Papa	-	F. De brotes laterales 90%	Malo
PAMPAS	14,7	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Maíz	Blanco	Ap de hojas-8 hoja	Bueno
QUINUA	15,6	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	Maíz	-	Espiga 80%	Regular
QUINUA	15,6	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	Papa	Yungay	Botón floral 10%	Bueno
HUANCAPÍ	17,5	Templado	0,5	Deficiencia ligera	Maíz	San Gerónimo	Ap de hojas-8 hoja	Bueno
SIERRA SUR								
ABANCAY	17,9	Templado	1,2	Exceso ligero	-	-	Terreno en descanso	-
CURAHUASI	17,9	Templado	1,0	Adecuado	Durazno	Blanquillo	Fructificación 20%	Bueno
ANDAHUAYLAS	16,5	Fresco	0,9	Adecuado	Maíz	Amiláceo	Espiga 40%	Regular
URUBAMBA	17,9	Templado	0,9	Adecuado	Maíz	Blanco	Maduración lechosa 50%	Bueno
GRANJA KAYRA	16,2	Fresco	1,2	Exceso ligero	Maíz	Blanco	Espiga 30%	Bueno
ANTA (ANCACHURO)	15,7	Fresco	1,8	Exceso ligero	Papa	Cica	Floración 100%	Bueno
SICUANI	14,7	Fresco	1,3	Exceso ligero	Maíz	Blanco	Espiga 85%	Regular
CARAVELI	22,5	Moderado	0,0	Deficiencia extrema	Vid	Caravileña	Maduración 100%	Bueno
CARAVELI	22,5	Moderado	0,0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Crecimiento vegetativo	Regular
PUQUINA	15,9	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Cosecha	-
PUQUINA	15,9	Fresco	0,3	Deficiencia extrema	Maíz	De la zona	Ap de hojas-9 hoja	Bueno
HUASACACHE	18,3	Templado	0,1	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Brotación 100%	Bueno
HUASACACHE	18,3	Templado	0,1	Deficiencia extrema	Maíz	Morado	Espiga 100%	Bueno
COTAHUASI	18,4	Templado	0,4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
CABANACONDE	12,6	Fresco	1,5	Exceso ligero	Maíz	Blanco	Maduración pastosa 12.5%	Bueno
CHIVAY	13,6	Fresco	1,1	Adecuado	Habas	-	Fructificación 100%	Bueno
CARUMAS	13,0	Fresco	0,9	Adecuado	Orégano	Palo Rojo	Floración 100%	Bueno
CARUMAS	13,0	Fresco	0,9	Adecuado	Alfalfa	Americana	Floración 100%	Bueno
CARUMAS	13,0	Fresco	0,9	Adecuado	Papa	Ojo Azul	Siembra	-
CARUMAS	13,0	Fresco	0,9	Adecuado	Maíz	Blanco	Espiga 20%	Bueno
UBINAS	13,9	Fresco	0,7	deficiencia ligera	Alfalfa	Yaragua	Brotación 100%	Bueno
UBINAS	13,9	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	Maíz	Blanco	Espiga 100%	Bueno
UBINAS	13,9	Fresco	0,7	Deficiencia ligera	Papa	Tomasa	Floración 100%	Bueno
TARATA	14,7	Fresco	0,4	Deficiencia ligera	Maíz	Blanco	Espiga 28%	Bueno
ALTIPLANO								
CABANILLAS	12,0	Fresco	1,8	Exceso ligero	Habas	-	Botones florales 40%	Bueno
CABANILLAS	12,0	Fresco	1,8	Exceso ligero	Papa	Blanca	Botones florales	Bueno
ILAVE	11,1	Frio	2,9	Exceso extremo	Papa	Blanca	F. De brotes laterales 100%	Bueno
HUARAYA MOHO	10,8	Frio	2,6	Exceso extremo	Papa	Blanca	Botones florales 65%	Regular
LAMPA	11,5	Frio	2,4	Exceso extremo	Avena	De la zona	Macollaje 67%	Regular
TARACO	11,6	Frio	1,5	Exceso ligero	Papa	Andina	Crecimiento vegetativo	Bueno
YUNGUYO	10,7	Frio	2,5	Exceso extremo	Papa	Imilla blanca	Emergencia 100%	Bueno
PROGRESO	11,5	Frio	2,1	Exceso extremo	Papa	Qompis	Floración 100%	Regular
AYAVIRI	11,8	Frio	2,3	Exceso extremo	Avena	-	3era hoja verdadera 100%	Regular

Tabla 3. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la selva - enero 2004

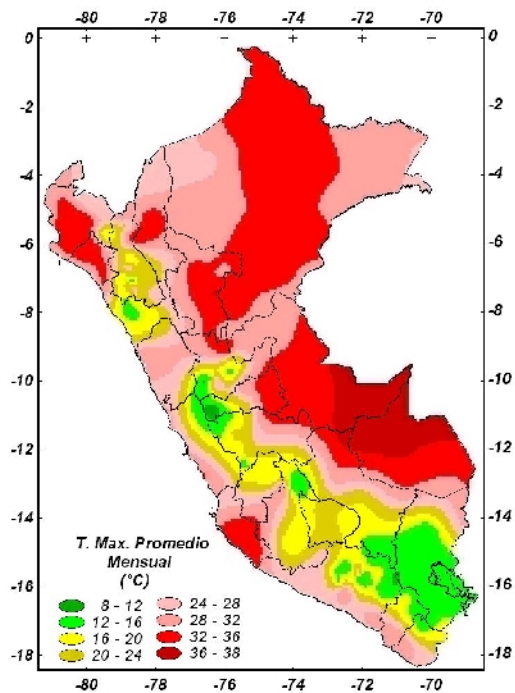
ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	Ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD		
SELVA NORTE								
BAGUA CHICA	30,3	Cálido	0,0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
JAEN	29,4	Moderado	0,0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CHIRINOS	21,3	Moderado	0,5	Deficiencia ligera	Café	Pacches	Grano suave 90%	Bueno
SAN IGNACIO	25,0	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Café	Caturra	Grano duro 90%	Regular
TAMISHAYACU	29,2	Cálido	1,0	Adecuado	Cocotero	Enano verde	Foliación 100%	Bueno
MAZAN	29,2	Cálido	1,1	Adecuado	Cafía de Azúcar	-	Macollaje 100%	Bueno
GENARO HERRERA	29,2	Cálido	0,6	Deficiencia ligera	Pijuayo	-	Crecimiento vegetativo	Bueno
SAN RAMON	28,5	Cálido	0,4	Deficiencia ligera	Pijuayo	-	Fructificación 85%	Bueno
REQUENA	29,2	Cálido	0,8	Adecuado	Pijuayo	-	Fructificación 60%	Bueno
NAVARRO	29,7	Cálido	0,4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
EL PORVENIR	30,0	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
BELLAVISTA	30,3	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Naranja	Valencia	Maduración 100%	Bueno
BELLAVISTA	30,3	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Arroz	Capirona	Mad. córnea 100%	Bueno
TABALOSOS	28,8	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Naranja	Regional	Reposo vegetativo	-
SAUCE	27,1	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Platano	-	Aparición de Retoño 100%	Bueno
SAUCE	27,1	Cálido	0,2	Deficiencia extrema	Maíz	Marginal -28 T	Maduración córnea 100%	Bueno
MOYOBAMBA	26,0	Cálido	0,4	Deficiencia ligera	Naranja	Huando	Maduración 80%	Regular
RIOJA	28,1	Cálido	0,3	Deficiencia extrema	Arroz	Altomayo	Plántula 65%	Bueno
LAMAS	27,2	Cálido	0,8	Adecuado	Vid	Borgoña	Cosecha 20%	Bueno
NARANJILLO	26,1	Cálido	0,8	Adecuado	Café	Caturra	Grano duro 100%	Bueno
NARANJILLO	26,1	Cálido	0,8	Adecuado	Arroz	-	Plántula 100%	Bueno
SELVA CENTRAL								
PUERTO INCA	27,7	Cálido	4,7	Exceso extremo	Mango	-	Reposo vegetativo	Bueno
PUERTO INCA	27,7	Cálido	4,7	Exceso extremo	Palto	-	Reposo vegetativo	Bueno
PUERTO INCA	27,7	Cálido	4,7	Exceso extremo	Cacao	-	Reposo vegetativo	Bueno
LAS PALMERAS	28,2	Cálido	3,3	Exceso extremo	Palma aceitera	-	Cosecha	Bueno
AGUAYTIA	27,5	Cálido	4,7	Exceso extremo	Papaya	-	Reposo vegetativo	Bueno
AGUAYTIA	27,5	Cálido	4,7	Exceso extremo	Naranja	Huando	Reposo vegetativo	Bueno
PICHANAKI	28,2	Cálido	0,8	Adecuado	Naranja	Valencia	Fructificación 50%	Bueno
PICHANAKI	28,2	Cálido	0,8	Adecuado	Café	Caturra	Maduración 50%	Bueno
EL MARONAL	28,5	Cálido	2,3	Exceso extremo	Palma aceitera	-	Cosecha	Bueno
POZUZO	26,2	Cálido	0,5	Deficiencia ligera	Arroz	Capirona	Floración 60%	Bueno
OXAPAMPA	20,0	Moderado	1,5	Exceso ligero	Palto	Fuerte	Maduración 90%	Bueno
SATIPO	27,5	Cálido	2,0	Exceso ligero	Tangelo	-	Maduración 20%	Bueno
SELVA SUR								
QUILLABAMBA	26,3	Cálido	1,4	Exceso ligero	Café	Caturra	Maduración 10%	Regular
Pto. MALDONADO	27,9	Cálido	2,4	Exceso ligero	Maíz	-	Cosecha	-
Pto. MALDONADO	27,9	Cálido	2,4	Exceso ligero	Arroz	-	Cosecha	-

Ip= Índice de precipitación (relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial), caracteriza el déficit y/o exceso de humedad en el medio en un lugar y periodo de tiempo considerado. Para el caso particular de la costa, el valor de este índice agrometeorológico normalmente caracteriza un medio con humedad, por estar conducido la actividad agrícola bajo riego.

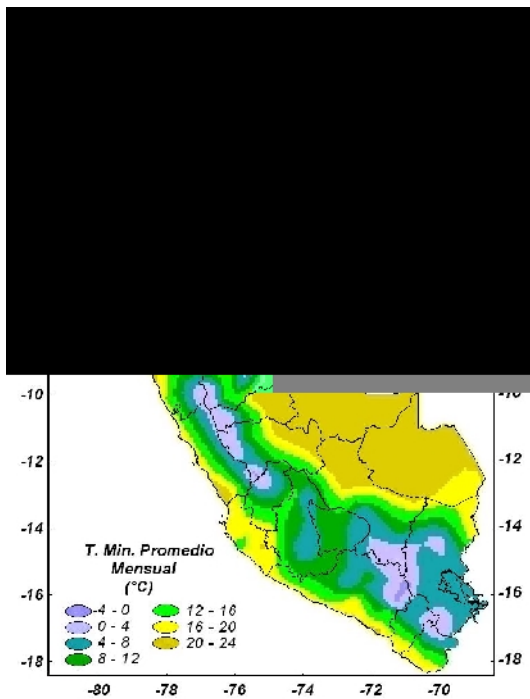
Temperatura diurna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente, relacionado con la actividad fotosintética de la planta y el crecimiento vegetativo de las plantas. Se estima mediante fórmulas empíricas.

Temperatura nocturna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente a la noche, relacionado con procesos de traslocación de nutrientes, maduración y llenado de frutos. Se estima mediante fórmulas empíricas

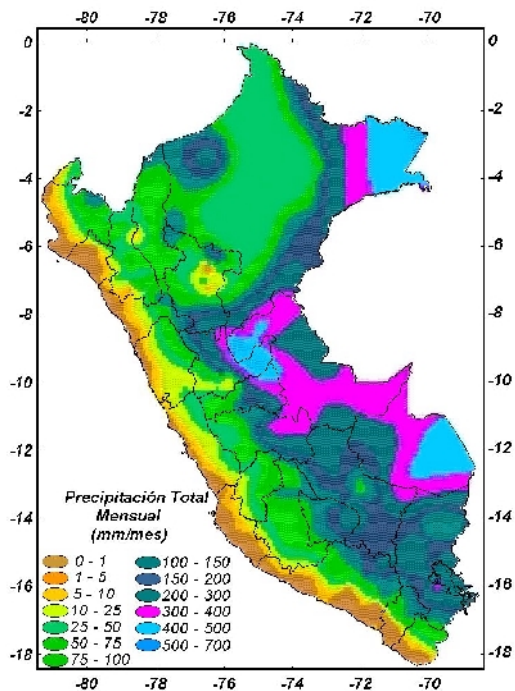
Mapa 1. Comportamiento mensual de la temperatura máxima



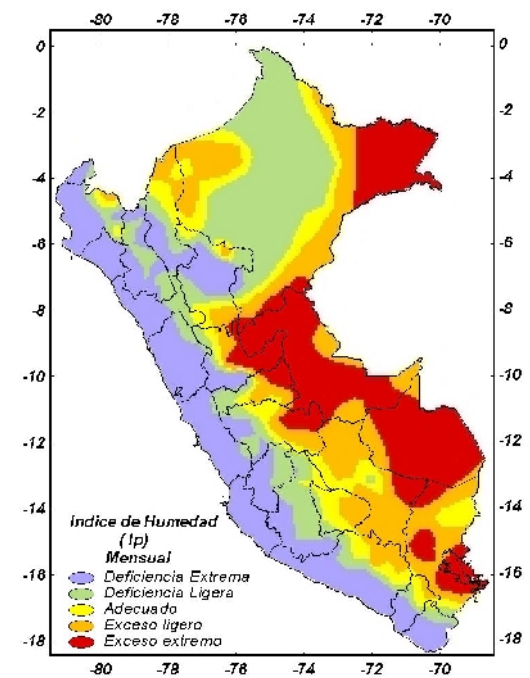
Mapa 2. Comportamiento mensual de la temperatura mínima



Mapa 3. Comportamiento mensual de la precipitación

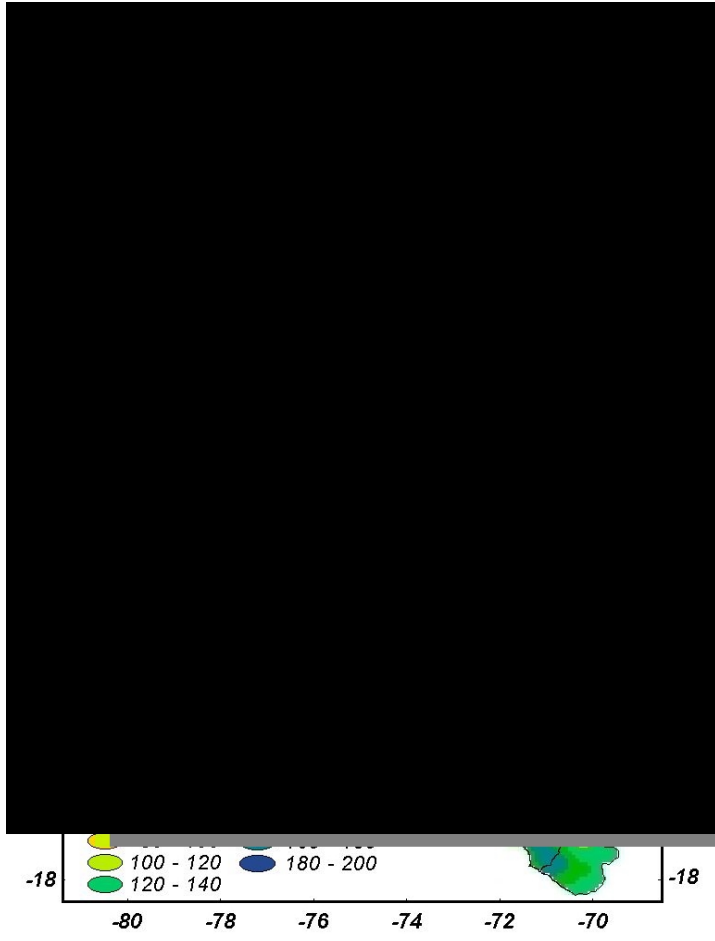


Mapa 4. Comportamiento mensual del índice de humedad





Mapa 5 . Comportamiento mensual de la Evapotranspiración Potencial



2. TENDENCIA AGROMETEOROLOGICA

En base a los pronósticos de lluvia para la primera década, se estimó la deficiencia o exceso de agua en el suelo para los cultivos en sus referidas fases fenológicas. Los resultados de estas estimaciones se presentan en **Tabla 4** (indicadas por NRIEGO). Según esto se observa, en general, que la demanda de hídrica de los cultivos bajo secano no es cubierta por la cantidad de lluvia precipitada, que agudizaría los problemas de déficit hídrico en los cultivos. Los mayores déficit de agua para el cultivo de maíz se presentan en San Rafael y Jauja con 38,5 y 31,9 mm/década, respectivamente; asimismo para el cultivo de papa en Huamachuco con 25,5mm/década. El maíz en fase de panojamiento y la papa en formación de brotes laterales es cuando requieren mas agua para la formación del fruto, esto estaría afectando los rendimientos.

Por otro lado los cultivos bajo riego que necesitan ser aplicados con mayor frecuencia son: el arroz en Aplao (79,3 mm/década), maíz en Chuquian (64mm/década), maíz en Tarma (51,6mm/mes), caña de azúcar en Alcantarilla (49,75mm/década), algodón en Fonagro Chincha y Hacienda Bernales (ambos 45mm/década) y papa en Ubinas (45,1mm/década). Para los demás cultivos la cantidad de agua que se debe suplir en esta década, se detallan en la **Tabla 4**.

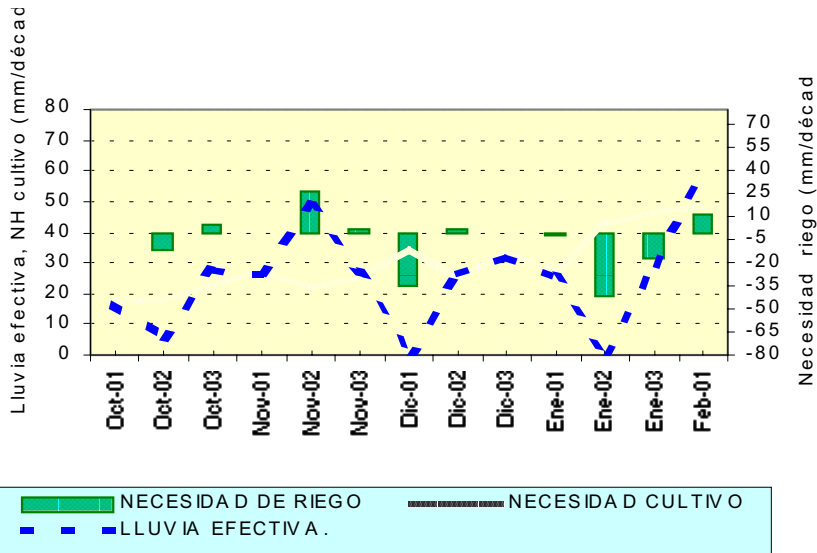
Tabla 4- Valores esperados de las necesidades de agua, precipitación efectiva y suministro de agua para la primera década enero 2004

ESTACION METEOROLOGICA	CULTIVO FASE FENOLOGICA	NH (mm/dec)	PEFC. (mm/dec)	NRIEGO (mm/dec)
BAJO SECANO:				
Maíz				
Cutervo	Aparición de hojas	48,4	60,0	0,0
Ayabaca	Aparición de hojas	28,1	16,0	12,1
Jauja	Aparición de hojas	55,9	24,0	31,9
Sicuani	Espiga	46,8	36,0	10,8
San Rafael	Panojamiento	58,5	20,0	38,5
Papa				
Huamachuco	Formación de brotes laterales	41,5	16,0	25,5
Ayabaca	Siembra	16,9	16,0	0,9
BAJO RIEGO:				
Maíz				
Tarma	Floración	59,6	8,0	51,6
Urubamba	Maduración lechosa	52,4	20,0	32,4
Cabanaconde	Maduración pastosa	34,5	28,0	6,5
Granja Kayra	Espiga	52,2	24,0	28,2
Ubinas	Espiga	46,9	4,0	42,9
Chiquian	Aparición de hojas	64,0	0,0	64,0
San Miguel (Cajamarca)	Aparición de hojas	27,8	16,0	11,8
La Joya	Siembra	28,3	0,0	28,3
Papa				
Huayao	Maduración	31,1	28,0	3,1
Ubinas	Floración	49,1	4,0	45,1
Arroz				
Naranjillo	Plántula	60,2	28,0	32,2
Aplao	Macollaje	87,3	8,0	79,3
Algodonero				
San Camilo	Maduración	35,5	0,0	35,5
Pacarán	Apertura de bellotas	31,3	0,0	31,3
Fonagro Chincha	Floración	45,4	0,0	45,4
Hacienda Bernales	Apertura de bellotas	45,5	0,0	45,5
Caña de azúcar				
Alcantarilla	Macollaje	49,7	0,0	49,7
Mazan	Macollaje	55,4	28,0	27,4
Vid				
Calana	Maduración	27,9	0,0	27,9
Caraveli	Maduración	33,1	0,0	33,1
Lamas	Maduración	26,0	24,0	2,0
Moquegua	Maduración	31,4	0,0	31,4
Pacarán	Maduración	28,7	0,0	28,7
Olivo				
Ilo	Maduración	28,2	0,0	28,2
La Yarada	Maduración	25,5	0,0	25,5

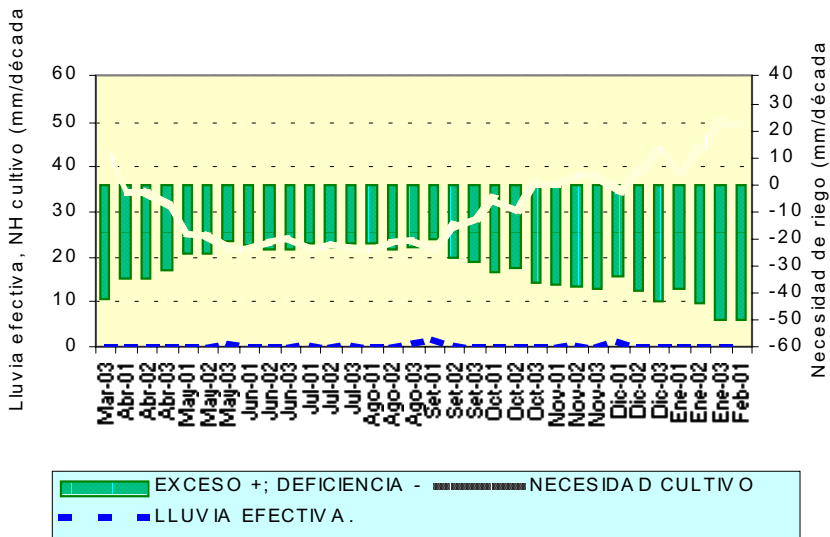
NRIEGO = Necesidad de riego por cultivo en milímetros por década

Figura 1. Valores esperados de las necesidades de agua del cultivo de maíz y caña de azúcar y su necesidad de riego (primera década febrero 2004) - Modelo de tendencia agrometeorológico

SIERRA: CULTIVO MAIZ AMILACEO DE LA ZONA
CONDICIONES: BAJO SECANO
EST. CUTERVO - CAJAMARCA



COSTA: CULTIVO CAÑA DE AZUCAR VAR. AZUL CONDICIONE
BAJO RIEGO
EST. ALCANTARILLA - LIMA



IV. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: EVALUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LA CIUDAD DE LIMA-CALLAO ENERO 2004

Los resultados del monitoreo de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima y Callao correspondientes al mes de enero, muestran una configuración de tres centros de alta contaminación o zonas críticas, ubicados en los conos norte (29 t/km²/mes), este (26,1 t/km²/mes) y sur (15 a 25 t/km²/mes) de la capital, como resultante de la interacción de los fenómenos atmosféricos de subsidencia y oceánico marino de afloramiento con unas condiciones meteorológicas y topográficas locales no muy favorables a los procesos de dispersión de los contaminantes del aire. Respecto al análisis de los contaminantes gaseosos, el valor máximo del Ozono troposférico 13,9 ppb fue menor respecto a meses anteriores y su promedio de las 8 horas fue de 9,5 ppb representando un 16% del ECA correspondiente establecido por el D.S. 074-PCM-2001 de 60,1 ppb (120 ug/m³). El Monóxido de carbono mantuvo sus registros normales, siendo el máximo promedio horario de 3,2 ppm registrado en las primeras horas de la mañana asociado a la carga vehicular, y que representó el 12,4% del ECA (25,8 ppm) establecido por la norma nacional para una hora, en cuanto al promedio cada 8 horas, se registró 2,3 ppm correspondiendo a un 27% del ECA Nacional (8,6 ppm).

Las registros meteorológicos de temperaturas extremas oscilaron desde 20,7°C (Callao) a 31,5°C (La Molina), mientras que la mínima estuvo entre 16,6°C a 26,1°C, ambas en El Callao. En cuanto a la humedad relativa, las máximas fluctuaron entre 77% en Comas a 100% en El Callao, La Molina y Surco; y las mínimas desde 33% en La Molina a 90% en el distrito de Chorrillos.

Con respecto a los vientos de superficie, en horas de la mañana se observaron vientos con intensidades débiles (<2m/s) en Jesús María y Surco, con direcciones predominantes del SW (52%) y S (20%), respectivamente, además de vientos de intensidades moderadas en Comas con dirección SW (37%), el Callao y Chorrillos con dirección S y frecuencias de 63% y 75%, respectivamente. Al mediodía los vientos oscilaron desde débiles a moderados en Jesús María (2,3 m/s) con dirección SW (90%), hasta vientos de fuerte intensidad (>6m/s) en La Molina con dirección predominante del W (73%) y en Chorrillos con direcciones S (50%) y SW (35%); mientras que hacia el anochecer, los vientos presentaron intensidades desde débiles en Jesús María (2 m/s) con dirección SW (68%) a fuertes con dirección predominante del SW (65%) y S (50%) en Comas y Chorrillos, respectivamente.

Durante el mes de Enero, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales participó en la reunión ordinaria del Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao donde se discutió y aprobó el Plan de Trabajo del Comité para el año 2004 que comprende: 1). Aprobación del Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima y Callao; 2). Coordinaciones para la aplicación de los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para emisiones vehiculares y revisiones técnicas, y la aprobación de los Límites Máximos Permisibles del Sector Industria; 3). Implementación de la Red Automática de Monitoreo de Calidad del Aire de Lima y Callao; 4). Coordinaciones de propuestas para la mejora de la calidad de los combustibles; 5). Difusión sobre la gestión del Comité. Como una parte importante para el cumplimiento de dicho Plan, el SENAMHI es la institución coordinadora del Grupo de Trabajo: Implementación de la Red Automática de Monitoreo de la Calidad del Aire.

Relacionado a lo anterior, el presente Boletín muestra los resultados del monitoreo de los Contaminantes Sólidos Sedimentables y de los Contaminantes Gaseosos Monóxido de Carbono y Ozono Troposférico para el mes de enero 2004. A continuación se describen algunas de sus características más resaltantes.

De acuerdo a definiciones establecidas por la OMM, las partículas de diámetro mayor a 10 mm, denominadas partículas gruesas y aquellas de diámetro menor a este valor, partículas finas, pueden ser generadas por fuentes tanto naturales como antropogénicas. Las partículas totales en suspensión involucran a las mencionadas y se definen como menores a 30 mm. Las partículas sólidas sedimentables pueden llegar a tamaños mucho mayores e involucran a todas las anteriores.

Las partículas gruesas normalmente no experimentan ninguna transformación significativa en la atmósfera tal que su comportamiento entonces es gobernado por el transporte de los vientos y por procesos de remoción. Por ello, los procesos de remoción más importantes para éstas son la sedimentación (cuya importancia aumenta con el tamaño), el lavado atmosférico por precipitación y la deposición por impacto.

El tiempo de residencia en la atmósfera de partículas cuyo diámetro sea mayor a 10 o 20 µm, se encuentra limitado por el mecanismo de sedimentación, a horas o tiempos menores, dependiendo de la altura efectiva de

emisión. Por ejemplo, las partículas de polvo emitidas por una industria de cemento, son depositadas principalmente dentro de un área de un kilómetro de radio de ese lugar.

El proceso de sedimentación de las partículas más finas (de menor diámetro) es más complejo. Su remoción en la atmósfera se da mediante procesos de lavado atmosférico, por precipitación, así como por difusión hacia una superficie absorbente en el suelo. Para que estos procesos de sedimentación sean importantes, estas partículas tienen que crecer más de 1 mm en tamaño y esto está condicionado por la higroscopicidad de las partículas como por una humedad relativa suficientemente alta; por ello, el tiempo de residencia promedio es de unos cuantos días a semanas dependiendo de las condiciones climáticas

El monóxido de carbono (CO) es un gas venenoso incoloro e inodoro formado como producto de la combustión incompleta del carbón presente en el combustible fósil. Este contaminante proviene de procesos industriales y combustión en calderos e incineradores y principalmente de emisiones vehiculares. Estas últimas son originadas cuando el índice aire-combustible es menor al ideal para la combustión completa, lo cual sucede en el arranque del motor o a elevada altitud.

El monóxido de carbono ingresa al torrente sanguíneo formando la carboxi-hemoglobina (COHb), una sustancia que inhibe y reduce el transporte de oxígeno en la sangre hacia las diferentes partes del cuerpo. La exposición al monóxido de carbono se hace más crítica para aquellos que sufren problemas cardiovasculares. Los niveles típicos de CO en zonas urbanas oscilan entre 5 y 20 ppm, sin embargo se ha demostrado experimentalmente que bajos niveles de CO en la sangre pueden afectar la habilidad para estimar intervalos de tiempo, disminuir tiempos de reacción y reducir la sensibilidad visual en la oscuridad.

El monóxido de carbono sin embargo no es un contaminante acumulativo dado que la carboxihemoglobina es disociable, una vez que la exposición cesa, la hemoglobina revierte en oxihemoglobina y el CO es eliminado a través de los pulmones. La vida biológica del CO en la sangre para adultos sedentarios es de 2 a 5 hrs y su eliminación es lenta, conforme la concentración de CO decrece, solo una mínima fracción de CO es convertido a CO₂ por nuestro organismo.

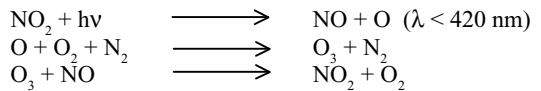
Caso contrario ocurre con el CO en la tropósfera, el cual tiene una permanencia promedio de 0,1 a 0,5 años, siendo transformado a CO₂ mediante reacción con radicales oxidrilo (OH).

Resultados del Programa Nacional de Vigilancia en la Calidad de Aire efectuado por DIGESA para el año 2001

en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, muestran que en general los distritos que conforman la Zona Metropolitana, soportan niveles de contaminación máxima de CO para 1 hr de aproximadamente 7 ppm (8750 ug/m³) menor que los 25.8 ppm (30000 ug/m³) establecidos por el D.S. 074-2001-PCM y recomendados por la Organización Mundial de la Salud. La misma norma recomienda un estándar de calidad de aire para el promedio de 8 horas de 8,6 ppm (10000 ug/m³).

El constante incremento de la densidad vehicular es la mayor de las causas de que grandes cantidades de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂) sean enviados a la atmósfera. Todo proceso de combustión a alta temperatura da como resultado la formación de monóxido de nitrógeno así como menores cantidades de dióxido de nitrógeno.

El ciclo de la formación de ozono troposférico inicia su camino con la descomposición de dióxido de nitrógeno (NO₂) a NO y O por la radiación solar incidente específicamente por debajo de los 420 nm. El átomo de oxígeno generalmente reacciona con gas oxígeno y forma ozono (O₃), además se considera que el NO en presencia de ozono vuelve a formar NO₂ y Oxígeno (O₂) produciendo más NO₂ que vuelve a ser excitado en presencia de luz solar para disociar un átomo de oxígeno repitiendo el ciclo. El ciclo rápido es manejado por la intensidad de la irradiación solar como un primer paso. Si existen hidrocarburos o llamados compuestos orgánicos volátiles (COV) en el aire, estos manifiestan reacciones que tienden a producir más ozono fotoquímico.



Sus efectos en la salud humana por exposición continua se inicia desde los 80 a 120 ppb en el cual hay manifestaciones como tos y dolor de cabeza, se considera que una exposición desde 120-240 ppb por más de una hora disminuye la función pulmonar en niños y adultos. El ozono es el principal componente fotoquímico o niebla fotoquímica, la población de mayor riesgo son los enfermos, ancianos, así como los neonatos y nonatos. Además cuando se le compara con los otros contaminantes, es el que más daña a las plantas, se ha comprobado que a niveles de 30 ppb y una exposición mínima de 4 horas retarda su crecimiento y provoca decoloración.

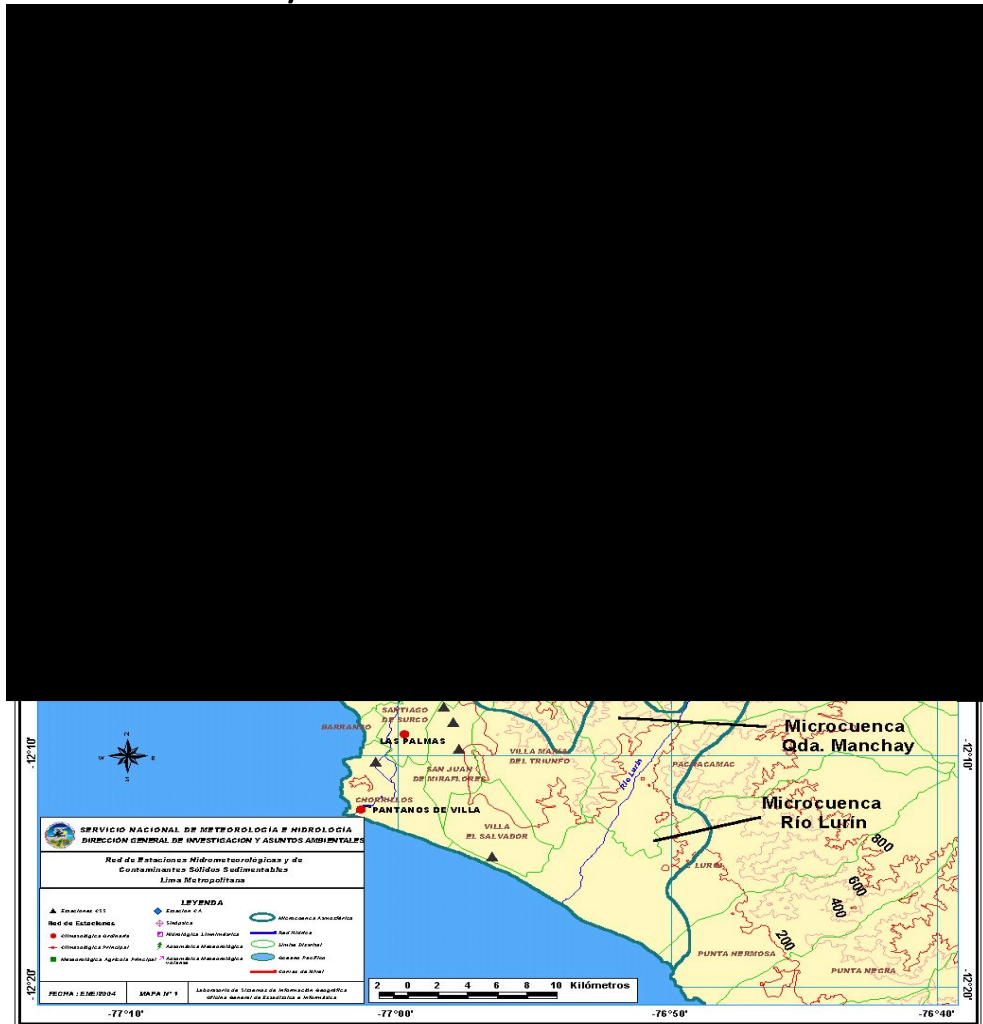
Los resultados del Programa Nacional de Vigilancia en la Calidad de Aire efectuado por DIGESA para el año 2001 en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, muestran que en general los distritos que la conforman, soportan niveles de contaminación máxima de ozono de 55 ug/m³ menores al establecido por el D.S. 074-2001-PCM de 120 ug/m³ promedio de 8 horas.

1. CUENCA ATMOSFERICA LIMA-CALLAO

La cuenca atmosférica es una región geográfica, delimitada por los obstáculos topográficos de origen natural (líneas costeras, formaciones montañosas etc.), divisiones políticas y uso de la tierra, de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de un campo de vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre. Este campo de vientos es el responsable de los procesos de transporte y dispersión de los contaminantes del aire dentro de la cuenca.

Dentro de la implementación del Plan Nacional "A Limpiar el Aire", el SENAMHI a través de su Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales (DGIA), en cumplimiento a lo establecido en el D.S. 074-2001-PCM sobre el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, lideró y concluyó los trabajos de delimitación de la Cuenca Atmosférica para cada una de las 13 Zonas de Atención Prioritaria a nivel nacional reconocidas por el Decreto dentro del marco de elaboración del Diagnóstico de Línea Base, el cual contempla el monitoreo de la calidad del aire, inventario de emisiones y Estudios Epidemiológicos. Para el caso de la Zona Metropolitana de Lima y Callao, ver **Figura 1.**

Figura 1. Red de estaciones meteorológicas y de contaminantes sólidos sedimentables en la Zona Metropolitana de Lima-Callao



2. METODOLOGIA

2.1 Contaminantes Sólidos Sedimentables

Para la presente evaluación se ha utilizado información de la red de monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) compuesta inicialmente por 27 micro estaciones distribuidas en la Zona Metropolitana de Lima-Callao (**Figura 1**), para lo cual se ha desarrollado el método de muestreo pasivo que se describe a continuación:

Fase preliminar de gabinete: Se codifica y prepara todo el material que se lleva a campo para reemplazar las placas receptoras o de acumulación.

Fase de campo: Mensualmente en cada una de las estaciones se reemplazan las placas receptoras impregnadas de contaminantes y se llevan al laboratorio para las evaluaciones respectivas.

Fase de laboratorio: Por el método gravimétrico se determinan las concentraciones correspondientes a cada una de las estaciones de observación.

Fase de gabinete: Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

2.2 Contaminantes Gaseosos

La evaluación mensual de los gases contaminantes del aire (CO y O_3) en la Estación de Calidad de Aire ubicada en la Sede Central (**figura 1**) se realiza de acuerdo a la siguiente metodología :

Fase de campo: Calibración según método aprobado por EPA. Operación continua de analizadores automáticos de Ozono troposférico modelo API 400A, Monóxido de Carbono API 300 y estación meteorológica automática Davis por el período de observación establecido. Descarga de la información in situ (downloading) mediante cable RS-232 y software API COM para analizadores y software Energy. para estación meteorológica automática. Cambio de filtros cada 15 días en promedio. Inspección de fugas en la línea de ingreso de muestra.

Fase de gabinete: Involucra el procesamiento, análisis e interpretación de la información, salida de reportes preliminares, cuadros, mapas, gráficos y la elaboración del Boletín Mensual.

3. RESULTADOS DEL MONITOREO AMBIENTAL

3.1 Distribución espacial de contaminantes sólidos sedimentables - enero 2004 en la Zona Metropolitana de Lima- Callao.

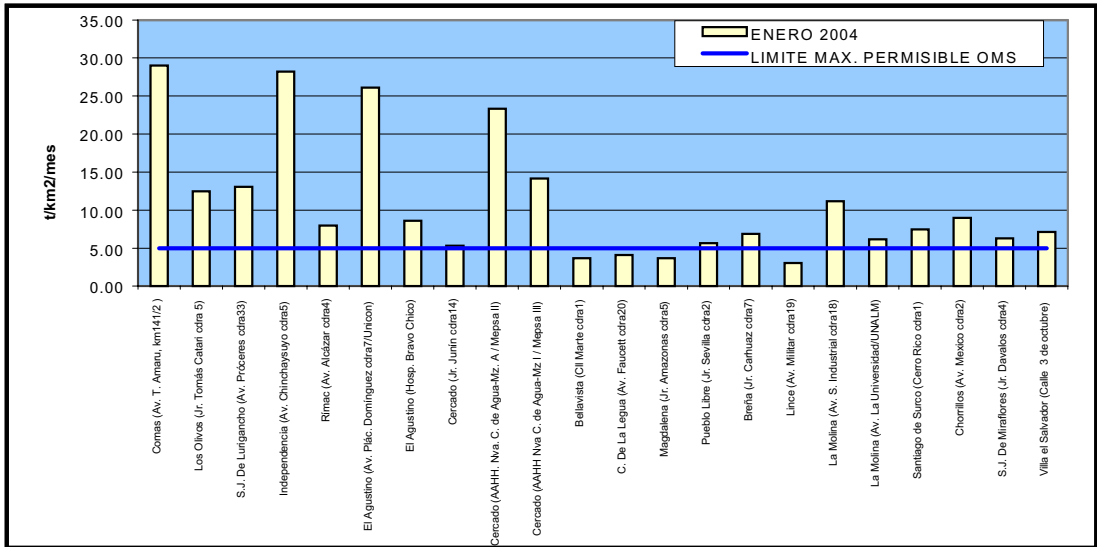
En la **Figura 1** se presenta la red de contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Durante el mes de enero, se recopiló información de 22 estaciones de monitoreo, 18 de las cuales (81,8%) sobrepasaron el límite referencial permisible recomendado por la OMS equivalente a 5 t/km²/mes.

En la **Figura 3** se muestra el análisis espacial de la concentración de CSS que se presenta en la **Figura 2**. Se observa la conformación de tres importantes centros de altos niveles de concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS), resultado de la generación en la zona como de los procesos de transporte por el viento desde otras zonas de la capital, que se distribuyen de la siguiente forma: Hacia el cono norte (Microcuenca atmosférica del Chillón) se observa el primero de ellos extendiéndose a lo largo de los distritos de Carabaylo, Comas, Los Olivos e Independencia, con núcleo en los distritos de Comas e Independencia con 29,0 t/km²/mes, explicado en la gran confluencia vehicular e importante actividad comercial formal e informal a lo largo de la Av. Túpac Amaru y que se ve agravado por el mal esta-

do de las pistas y veredas así como por influencia del campo de vientos (**Figuras 7, 8 y 9**). El segundo centro importante de contaminación abarca el cono centro-este (Microcuencas atmosféricas del Rímac y San Juan de Lurigancho) y comprende los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Chaclacayo, Ate-Vitarte, Santa Anita, el Agustino y el Cercado de Lima (zona este), con núcleo en el distrito de El Agustino, con una concentración de 26,1 t/km²/mes. Mientras que el tercer centro ubicado en el cono sur, se situó cerca al límite de los distritos de Villa María del Triunfo y Villa el Salvador con valores comprendidos entre los 15 a 25 t/km²/mes, por similares causas locales y la influencia de los vientos locales ya descrita.

Los valores de contaminación por material particulado, aquellos que no exceden el valor referencial establecido por la OMS, se extienden a lo largo de la franja paralela a la costa y comprenden sectores importantes de aquellos distritos cercanos a la línea costera y de algunos residenciales como son San Isidro, San Borja, Miraflores, parte de Santiago de Surco y Barranco en los cuales el alto índice de área verde por habitante, la presencia de los vientos que circulan paralelos a la costa, y las brisas marinas que fluyen hacia el este, limitan la generación de material particulado y favorecen la dispersión.

Figura 2. Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante el mes de enero 2004 en Lima-Callao



3.2 Análisis del comportamiento temporal de los contaminantes gaseosos durante el mes de Enero del 2004 en el distrito de Jesús María

Ozono Troposférico

La información registrada por el analizador modelo API 400A en la estación de calidad de aire con Sede en el SENAMHI según la **Figura 4a**, muestra para el presente mes un registro máximo horario de 13,9 ppb ocurrido el día 31 a las 13:00, el cual guarda relación directa con la tendencia del índice UV para el presente mes, donde alcanzó un máximo de 14. Asimismo el promedio de

las 8 horas alcanzó un valor 9,54 ppb el día 25, representando un 16% del ECA correspondiente, establecido por el D.S. 074-PCM-2001 de 60,1 ppb (120 ug/m³). En una comparación de la variación media horaria (**Figura 4b**) con anteriores periodos reportados, se observa la repetición de episodios nocturnos de ozono troposférico en horas de la mañana (entre 3:00 a 6:00 a.m.). El valor máximo horario alcanzado de 13,9 ppb es menor a los periodos estacionales anteriormente analizados, lo cual refleja el impacto de otras variables meteorológicas como la disminución de la capa de inversión térmica durante este período.

Figura 4a. Variación temporal de la concentración de Ozono Troposférico durante el mes de enero del 2004

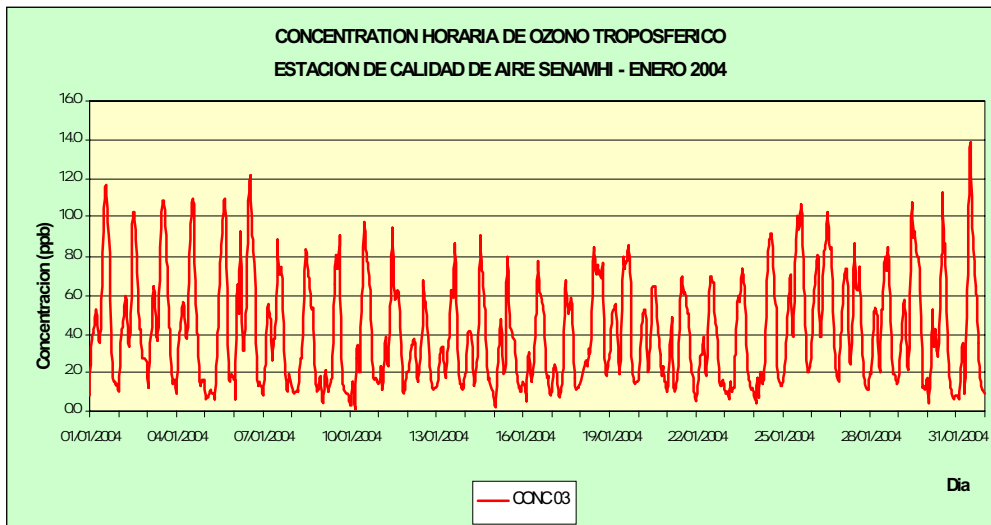


Figura 3. Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima Metropolitana durante el mes de enero 2004

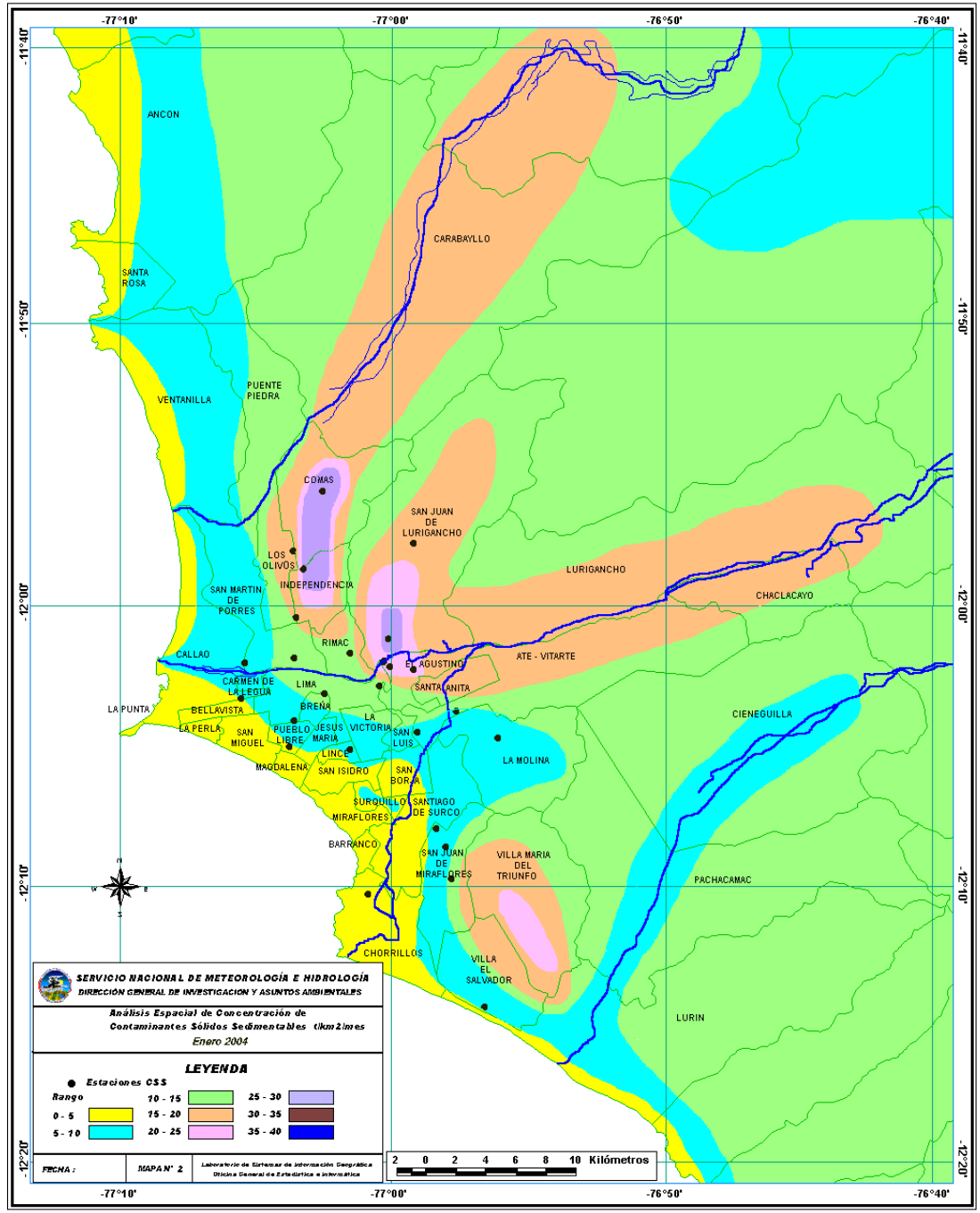
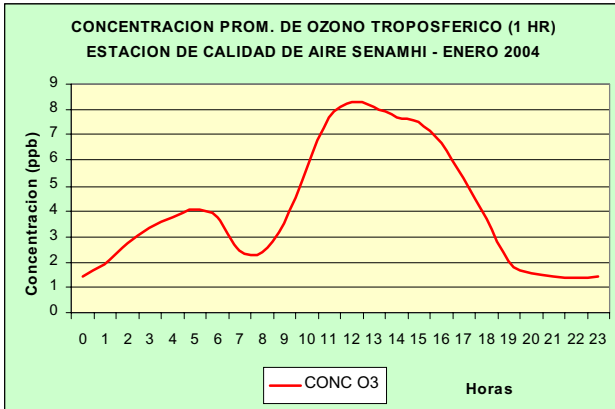


Figura 4. Variación media horaria de la concentración de Ozono Troposférico - mes de Enero del 2004



día, los cuales varían en magnitud e importancia predominando el pico de la noche (que inicia desde las 19:00 hrs) sobre el correspondiente a la mañana.

El máximo del promedio cada 8 horas para el período (Figura 5c) según establece el D.S. 074-PCM-2001 para el monóxido de carbono, se obtuvo el día 26 a 12:00, correspondiendo a un valor de 2,3 ppm que representa el 27% del ECA Nacional para las 8 horas (8,6 ppm).

Monóxido de Carbono

La información registrada por el analizador modelo API 400A en la estación de calidad de aire instalado en la sede central del SENAMHI corresponde a un período corto de Enero (del 22 al 31).

De acuerdo a la información recopilada por nuestro equipo analizador API 300, que se muestra en la Figura 5a, los mayores valores de contaminación se presentan durante las horas de mayor carga vehicular; siendo el máximo promedio horario para el período de 3,2 ppm alcanzado el día 23 a las 8:00 horas. Esto corresponde a un 12,4% del ECA (25,8 ppm) establecido por la norma nacional para una hora. La variación media horaria (Figura 5b) muestra dos picos predominantes durante el

Figura 5b. Variación media horaria de la concentración de Monóxido de Carbono durante el mes de Enero 2004

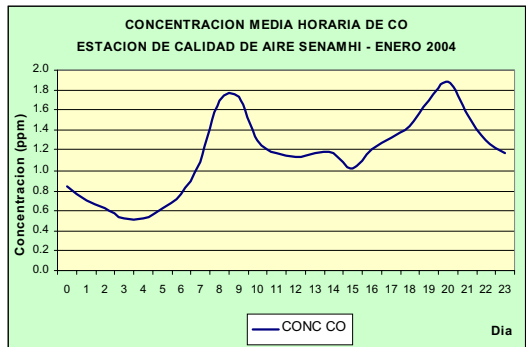


Figura 5a. Variación media horaria de la concentración de Ozono Troposférico - mes de Enero del 2004

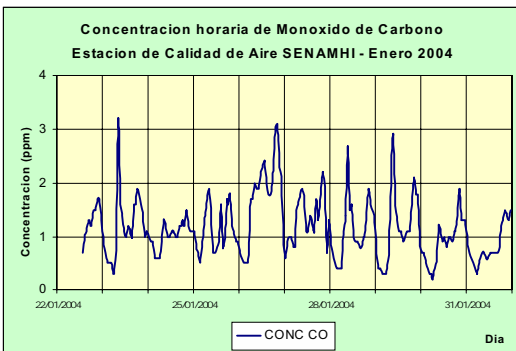
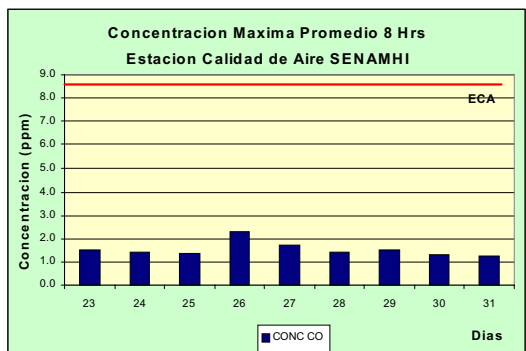


Figura 5c. Variación máxima de la concentración promedio cada 8 horas del Monóxido de Carbono durante el mes de Enero 2004



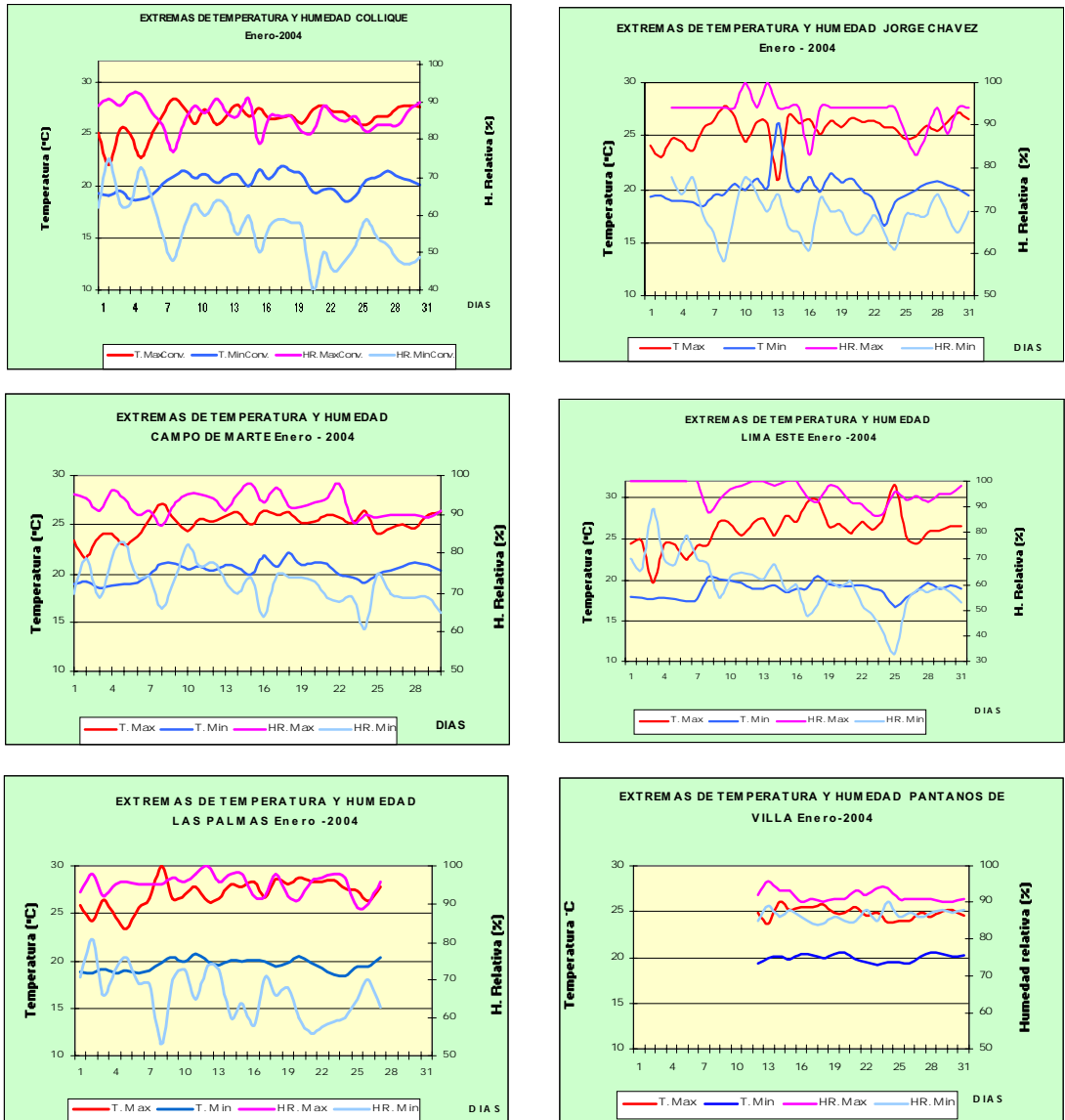
3.1 Condiciones Meteorológicas durante enero 2004

Análisis de Temperatura y Humedad Relativa Extremas

Para este mes, el análisis de la variación temporal diaria de la temperatura (°C) y humedad relativa (%) extremas (**Figura 6a.**) refieren que las temperaturas del aire registraron un continuo incremento en sus valores; mientras que lo inverso ocurrió con las humedades relativas donde sólo algunas estaciones cercanas al litoral costero

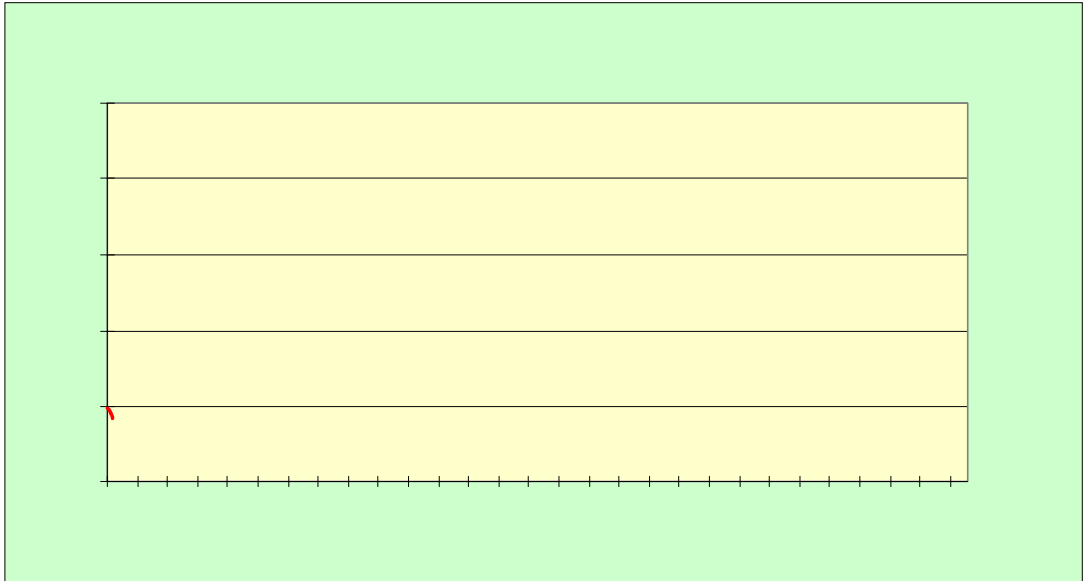
(Jorge Chavez, Las Palmas) y al extremo Este de la ciudad (Lima Este) presentaron una saturación máxima. Del análisis de la información, se destaca lo siguiente: La temperatura máxima fluctuó entre los valores de 20,7°C (Callao) y 31,5°C (La Molina), mientras que la mínima osciló entre 16,6°C y 26,1°C ambas en el distrito de El Callao; en cuanto a la humedad relativa máxima, ésta osciló entre 77% (Comas) a 100% (Callao, La Molina, Surco) y la mínima fluctuó entre 33% en el distrito de La Molina a 90% en Chorrillos. Las estaciones automáticas volantes con registros horarios han sido consideradas para este análisis.

Figura 6a. Variación diaria de la temperatura y humedad relativa extremas durante enero del 2004 en Lima-Callao



Asimismo, los valores mínimos de la temperatura del aire se registraron de manera predominante a las 6:00 am mientras que las máximas se presentaron alrededor de las 13:00 hrs en ambas estaciones automáticas volantes. Respecto a la humedad relativa máxima, esta se registró en forma muy variable pero predominantemente en los rangos de 3:00 a 6:00 am; similar comportamiento se presentó en las mínimas con registros entre las 12:00 y 15:00 pm. Ver **Figura 6b**.

Figura 6b. Variación horaria de la temperatura y humedad relativa extremas durante el mes de Enero del 2004 en Jesús María y El Cercado



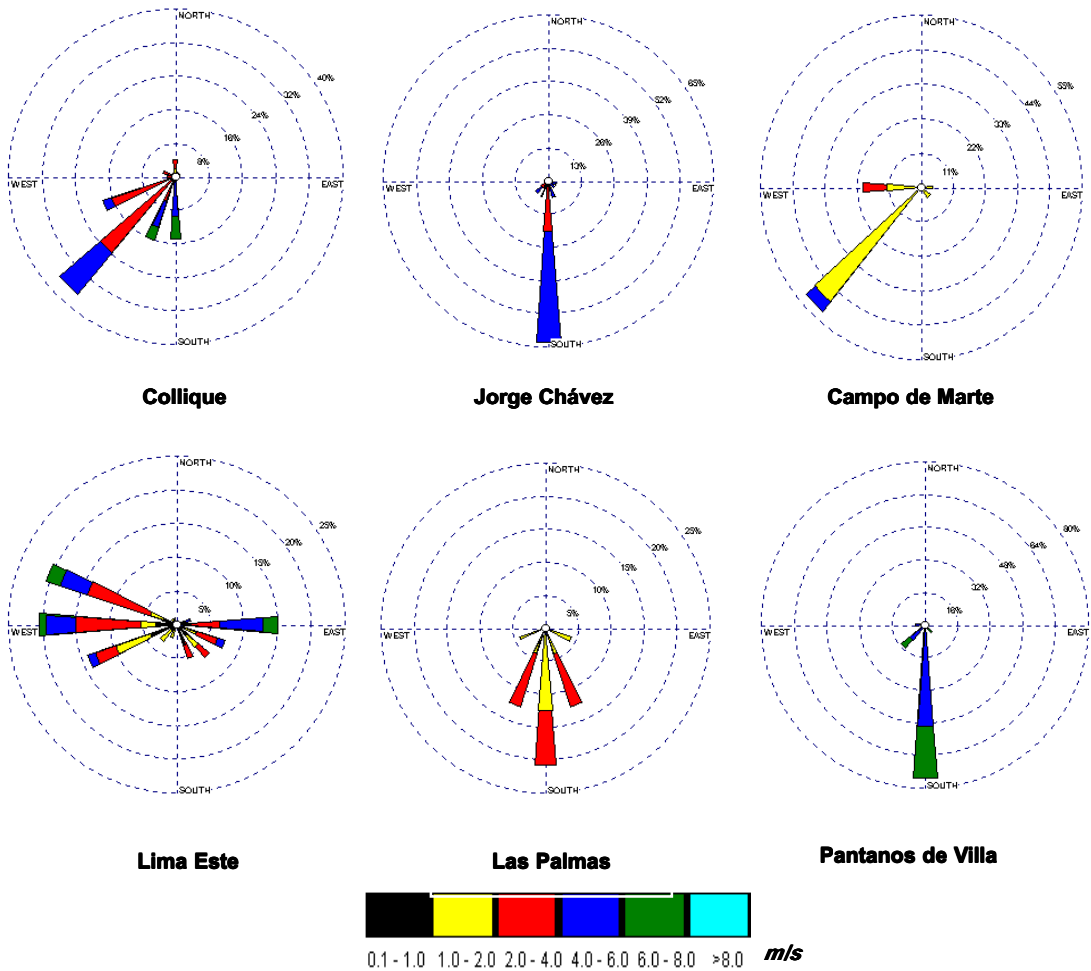
Análisis del viento superficial en la Zona Metropolitana de Lima-Callao durante el mes de enero 2004.

El análisis del viento superficial (velocidad, dirección y frecuencia) correspondiente al mes de enero presentado en las **Figuras 7, 8 y 9** para cada una de las tres horas sinópticas de observación (07, 13 y 19 horas) y el análisis de la información horaria provenientes de las estaciones meteorológicas volantes mostrado en las **Figuras 10 y 11** es el siguiente:

A las 7:00 horas se observaron vientos débiles con una velocidad media inferior a 2 m/s en los distritos de Jesús María y Santiago de Surco; de intensidad débil a moderada (2,8 m/s) en el distrito de La Molina; y de intensi-

dad moderada en los distritos de Comas, El Callao y Chorrillos con velocidades alrededor de 3,7, 4,5 y 4,7 m/s. Con respecto a las direcciones, Collique (Comas) presentó direcciones SSW (16%) y S (15%); hacia la línea costera (Callao) se presentaron vientos de dirección S (63%) y hacia el centro de la ciudad (Jesús María), se registraron vientos provenientes del SW (52%) y del W (20%) con ocurrencia de calmas al 20%; hacia el lado este (La Molina) las direcciones fueron tanto del W y WNW (20%) como del E (15%) y del WSW (14%). Con respecto a los distritos ubicados al sur de la ciudad, en el distrito de Surco, los vientos tuvieron dirección S (21%), SSW y SSE (13%) con registros de calmas de 46%, mientras que en Chorrillos, la dirección predominante fue del S (75%).

Figura 7. Rosas de viento (m/s) de las 07:00 horas de estaciones meteorológicas



· A las 13 horas, se presentaron vientos de intensidad débil a moderada (3m/s) hacia el centro (Jesús María) de dirección SW (90%). De otro lado, hacia el norte de la ciudad (Comas), línea costera (Callao) y Sur, distrito de Santiago de Surco, se presentaron vientos moderados (3,5-5 m/s) de direcciones SW y SSW (44 y 21%), S y SSW (35 y 23%) principalmente, y del S (33%), SSW y SW (19%), respectivamente. Vientos de fuerte intensidad (>6 m/s) se presentaron hacia el este de la ciudad (la Molina) con direcciones W (73%), WNW (11%) y WSW (10%) y hacia el sur, distrito de Chorrillos, con direcciones predominantes del S (50%) y SW (35%).

· A las 19:00 horas se registraron vientos de intensidad débil en el distrito de Jesús María (2 m/s) con dirección SW (68%); de otro lado, vientos moderados se presentaron hacia el sur de la ciudad, distrito de Surco, con una velocidad media de 5,2 m/s y direcciones del S (48%), SSE (36%) y SSW (12%) y hacia el este, distrito de La Molina (4,7 m/s), con direcciones W (27%), WNW (26%) y E (22%). Mientras que vientos de fuerte intensidad (>6 m/s) se registraron hacia el norte y sur de la ciudad (distrito de Chorrillos), con direcciones provenientes del SW(65%) y SSW (26%) y del SW (80%) y del S (20%), respectivamente.

Figura 8. Rosas de viento (m/s) de las 13:00 horas de estaciones meteorológicas

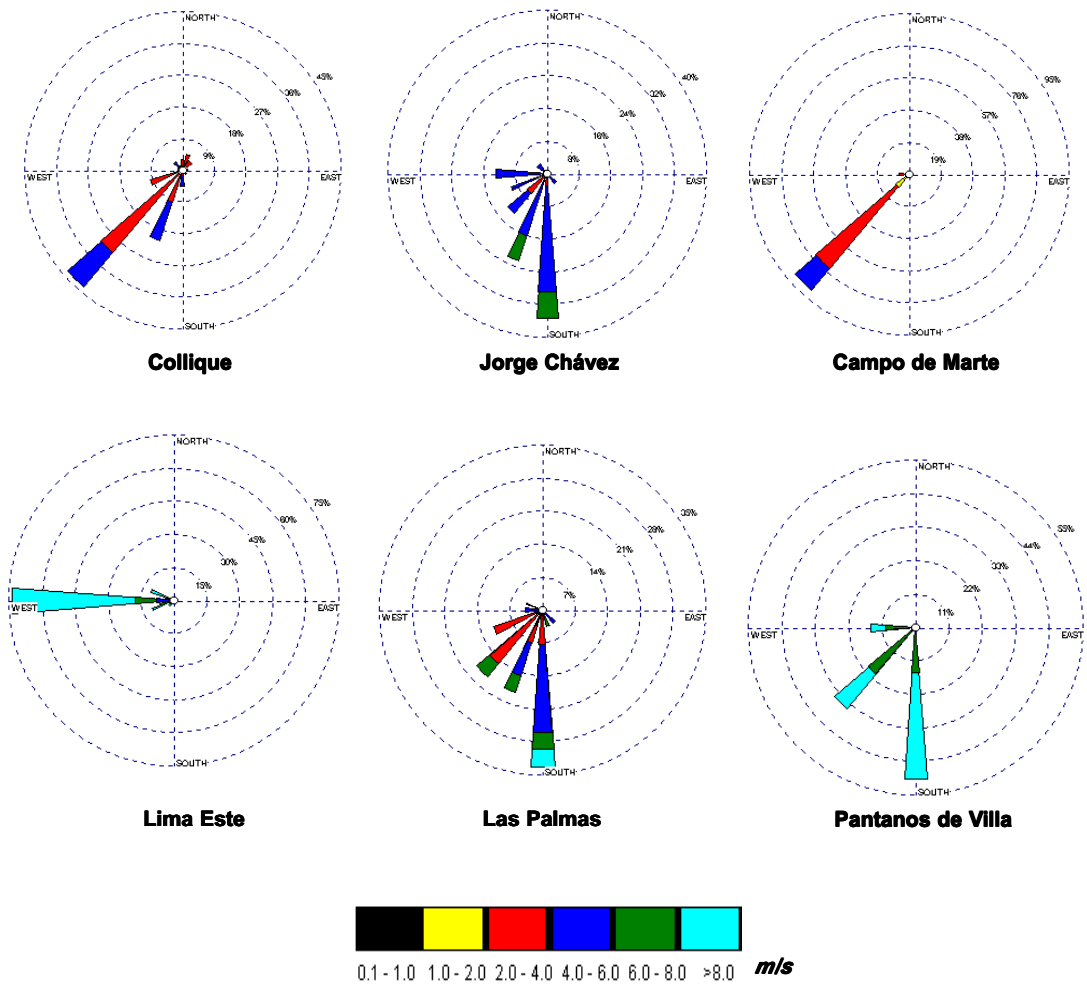
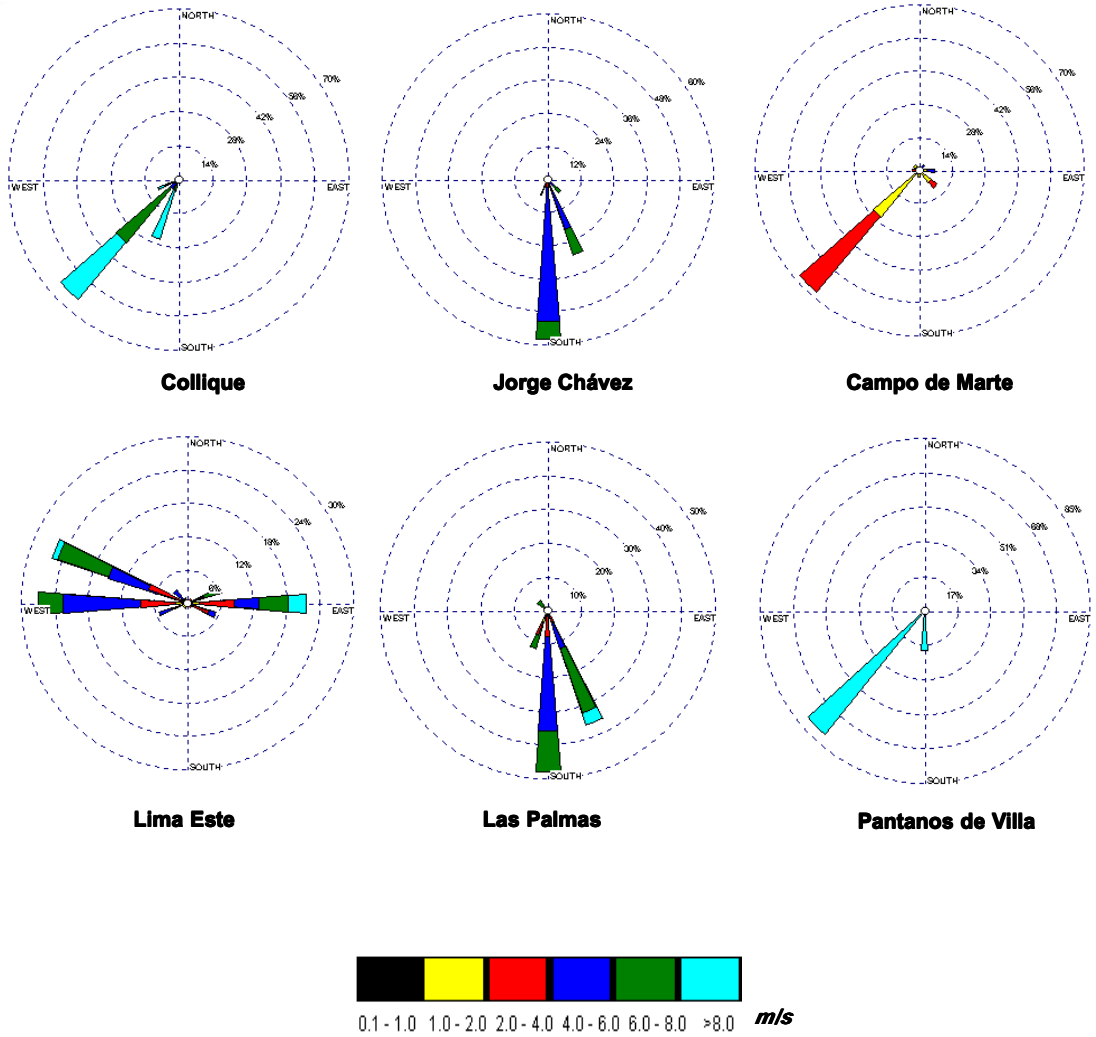


Figura 9. Rosas de viento (m/s) de las 19:00 horas de estaciones meteorológicas



La información horaria registrada en las estaciones volantes de El Cercado y Jesús María muestran una pequeña variación de la dirección del viento en horas de la mañana con el período nocturno; así se muestra una predominancia SW y S por las mañanas con frecuencias de 60 y 51% respectivamente, manteniéndose por las noches con dirección SW (66% de frecuencia) en El Cercado y variando a ESE (36%) en Jesús María. Los vientos mostraron una intensidad débil a moderada donde las velocidades medias durante el día estuvieron en 2,7 m/s en ambas estaciones, mientras que en la noche disminuyeron a 2 m/s.

Figura 10. Rosas de viento diurnas de las estaciones automáticas volantes de Jesús María (a) y El Cercado (b)

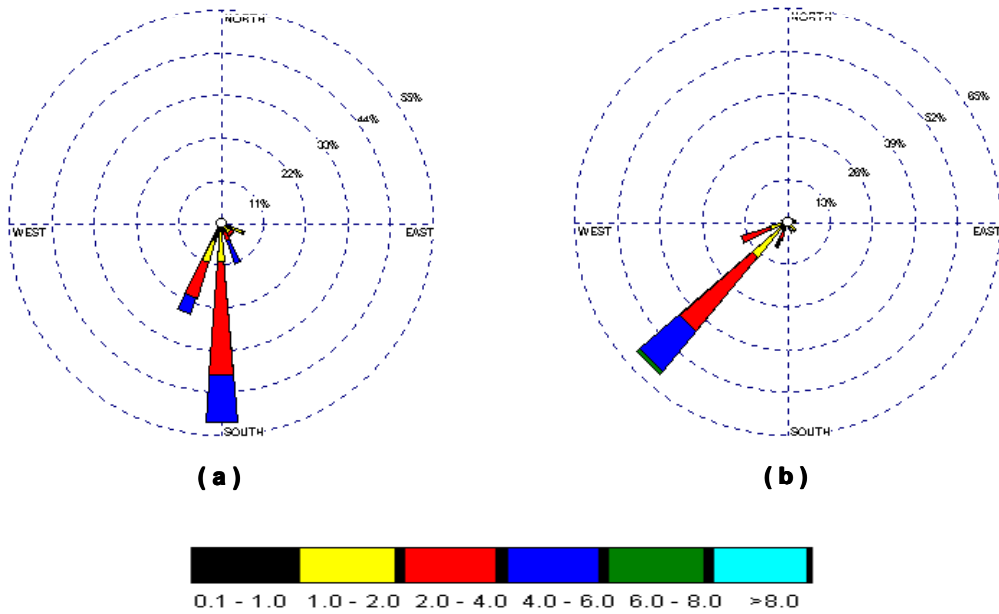
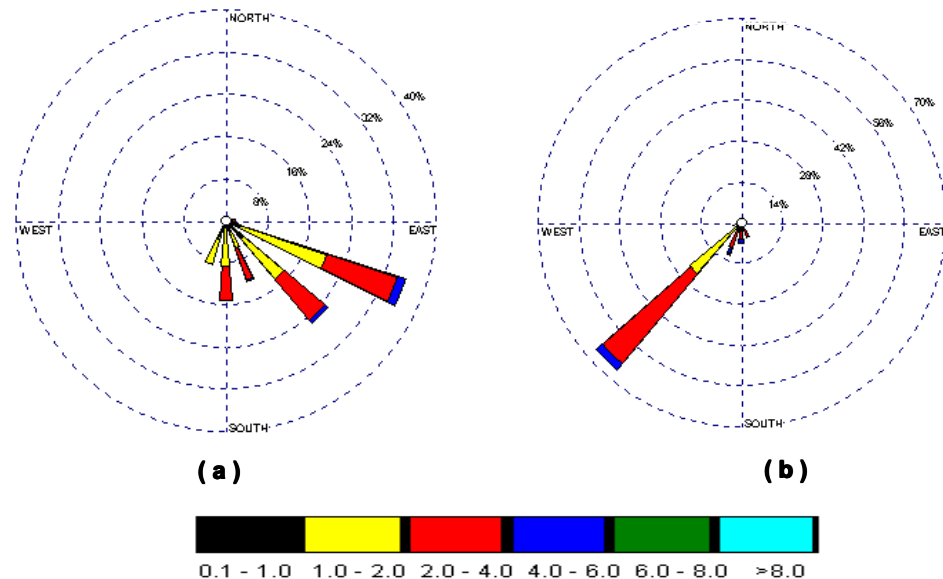


Figura 11. Rosas de viento nocturna de las estaciones automáticas volantes de Jesús María (a) y El Cercado (b)



4. CONCLUSIONES

Para el mes de enero, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) para la Zona Metropolitana de Lima - Callao muestra la configuración de tres importantes centros de alta concentración de este contaminante: Hacia el norte de la ciudad, los distritos de Comas e Independencia registraron el mayor valor de CSS equivalente a 29 t/km²/mes; hacia la zona centro este de la misma, el distrito de El Agustino registró 26,1 t/km²/mes y el cono sur tuvo valores comprendidos entre 15-25 t/km²/mes. Con respecto a los distritos paralelos al litoral costero, sus valores se mantuvieron por debajo del límite referencial permisible (5 t/km²/mes) por las razones ya descritas. De acuerdo al análisis realizado, el 81,8% de las estaciones superaron los niveles referenciales de la OMS.

Respecto a los contaminantes gaseosos, se han reportado niveles de Ozono troposférico menores a los niveles anteriormente medidos en los períodos marzo-junio, agosto-setiembre y diciembre. Esto nos da un indicio del efecto de los fenómenos meteorológicos en la concentración de contaminantes, por sobre el fenómeno fotoquímico. De otro lado, los niveles de monóxido de carbono se han mantenido en los valores normales históricos medidos por la estación entre 1 a 4 ppm, confirmandose por tanto que se trata de un aire medianamente contaminado pues no se sobrepasa el valor estándar de las 8 horas de 8.6 ppm según el D.S. 074-PCM-2001.

Con respecto al análisis de la información meteorológica diaria de los vientos de superficie, en horas de la mañana se observaron vientos con intensidades débiles (<2m/s) en Jesús María y Surco con direcciones predominantes del SW (52%) y S (20%), respectivamente, a intensidades moderadas en Comas, El Callao y Chorrillos con direcciones SW (37%) y S con frecuencias de

63% y 75%, respectivamente. Hacia el mediodía los vientos oscilaron desde débiles a moderados en Jesús María (2,3 m/s) con dirección SW (90%), hasta vientos de fuerte intensidad (>6m/s) en La Molina con dirección predominante del W (73%) y Chorrillos con direcciones S (50%) y SW (35%); mientras que hacia el anochecer, los vientos presentaron intensidades desde débiles en Jesús María (2 m/s) con dirección SW (68%) a fuertes con dirección predominante del SW (65%) y S (50%) en Comas y Chorrillos, respectivamente.

La información meteorológica horaria registrada en las estaciones automáticas instaladas en la cuenca media (Jesús María y El Cercado) han evidenciado la poca influencia de los vientos de montaña y la presencia de algunas brisas de tierra manifestadas desde las 18:00 hasta las 00:00 am cuando la radiación solar desaparece produciendo un gradiente térmico y de presión inverso al caso diurno dando como resultado que el aire más caliente del mar se eleve y su lugar pasa a ser ocupado por el aire más frío proveniente de la tierra.

Dada la falta de información meteorológica de sondaje atmosférico, que resulta indispensable para el análisis y determinación de la influencia de la capa de inversión térmica sobre la dispersión de los contaminantes, se afirma que su esporádica presencia de intensidad débil y con su base a muy baja altura, fue suficiente para generar estabilidad atmosférica en la costa central de Perú, debido a los fenómenos atmosféricos de subsidencia y oceánico marino de afloramiento, los mismos que, en interacción con los vientos locales y la topografía local, limitaron los procesos de dispersión de los contaminantes del aire configurando los puntos críticos de contaminación ya identificados.



V. ENTORNOS SINOPTICOS EN LA OCURRENCIA DE NIEBLA EN LIMA

Nelson Quispe Gutierrez
Jorge Chira La Rosa

RESUMEN

El presente trabajo describe un caso de niebla ocurrido del 17 al 21 de Mayo del 2003. Se realizaron observaciones de visibilidad horizontal en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez del Callao, durante el mes de mayo del 2003; estas fueron analizadas con las condiciones sinópticas prevalecientes antes durante y después de la ocurrencia del evento. Para analizar los entornos sinópticos de alta y baja tropósfera se utilizó el modelo regional Eta/SENAMHI en las fechas mencionadas.

Los episodios de niebla fueron precedidos por la persistencia del viento meridional del sur en niveles bajos de la tropósfera (950 hPa) y una profunda vaguada en niveles medios y altos (500 y 200 hPa), asociados a la advección fría hacia la costa peruana, inducido por decaimiento de espesores de 500/1000 hPa. La niebla empezó a formarse de las 06:00 Z y se disipó alrededor de las 15:00 Z, en algunas zonas aisladas se presentó ligeras lloviznas por la persistencia de viento del oeste que indujo una ligera inestabilidad.

1. INTRODUCCION

Conocer los mecanismos físicos y los entornos sinópticos en la evolución de las nieblas en Lima son de gran importancia, por que ellos constituyen un factor limitante en las actividades de transporte (aeronavegación, tránsito terrestre y marítimo), además conllevan al incremento de las afecciones respiratorias, en desmedro de la salud de la población infantil y del adulto mayor, principalmente. Sin embargo, la presencia de nieblas en el litoral peruano representan también, una manera no convencional de captar agua, así como permiten el mantenimiento de los ecosistemas de lomas costeras. En tal sentido, el pronóstico de nieblas es un factor importante para la planificación de las actividades en los sectores socioeconómico y ambiental de la población.

La ocurrencia de nieblas en Lima ha ocasionado en varias oportunidades el cierre del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, incluso se han reportado accidentes aéreos en el país, producto de la reducción de la visibilidad por la formación de nieblas y neblinas con consecuencia de pérdidas de vidas humanas. (Caretas, N°1755, Enero 2003).

Nuestro objetivo es determinar las condiciones físicas y los entornos sinópticos que favorecen la formación y evolución de la niebla en Lima, con la finalidad de monitorear y alertar oportunamente acerca de la ocurrencia de este evento.

Según Eichenberger citado por Anchayhua (2001), la niebla es el fenómeno producido por la presencia de numerosas gotitas de agua (algunas veces cristales de hielo), en suspensión. La diferencia entre neblina y niebla se establece mediante un criterio de visibilidad, en la

cual si la visibilidad es superior a 1 Km se considera neblina y si es inferior a 1 Km. se considera niebla.

La corriente fría de Humboldt regula la temperatura del aire debajo de los 610 m.s.n.m., la cual produce una capa límite marítima que no supera las 20 millas marinas tierra adentro, de acuerdo a Gilford et. al (1992)

La intensificación del Anticiclón del Pacifico Sur (APS) intensifica los vientos alisios que a su vez intensifica el afloramiento costero y si éstas son mas frías que la región donde se traslada establecerá inversión térmica. En las zonas costeras es conocida como la Inversión de los Alisios. Así también establecen un gradiente térmico entre el mar y el continente.

Cuando el flujo marino del anticiclón atraviesa la superficie rugosa de la costa desértica, se produce una turbulencia atmosférica mecánica que tiende a igualar el contenido de vapor de agua en la capa, llegando el aire a saturarse a cierta distancia por debajo de la capa de fricción, dando lugar, según Gómez (1978) a la condensación en un nivel por encima del suelo, el cual se conoce como " Nivel de condensación " este nivel se incrementa entre la base de la inversión térmica o inversión de subsidencia y la base de la nubosidad tipo estratiforme predominante.

Según el COMET (Cooperative Program for Operational Meteorology and Training) de los Estados Unidos, la formación de niebla puede ser inminente cuando la temperatura del punto de rocío se aproxima a la temperatura de la superficie del mar.



Pinche L. (1986), menciona que el flujo del aire del Anticiclón del Pacífico Sur que se desliza sobre aguas cada vez más frías a medida que se acerca a la costa, se enfría y en consecuencia, la humedad relativa aumenta, creando las condiciones propicias para la formación de nubosidad estratiforme y nieblas típicas a lo largo de la costa.

Según Gilford et. al (1992), la capa de subsidencia puede extenderse a 111 kilómetros fuera de la costa y alcanzar alturas hasta los 1830 m.s.n.m. La capa de inversión es precursora de la formación de nubosidad tipo estratiforme, niebla, neblina y ligera llovizna conocida como "garúa". El gradiente térmico vertical y espesor de la inversión térmica varía mes a mes. Su penetración tierra adentro, también fluctúa en el periodo diurno aún si no hay presencia de brisa marina.

Gilford, et, al (1992) citado por Anchayhua (2001), menciona que durante los meses de noviembre a marzo, ocurren nieblas por radiación frecuentemente entre las 23 y 08 hora local (HL), a lo largo de las laderas occidentales de la cordillera occidental de los Andes centrales de América del Sur; los vientos ligeros y cielos claros pueden disminuir las visibilidades por debajo de 3 millas entre las 04 y 07 HL. La visibilidad entre 4 y 6 millas, es común con una frecuencia con neblina ligera en los bordes de los grandes lagos, neblina espesa con visibilidad por debajo de 1 milla es posible en áreas bajas.

Anchayhua (2001), en un estudio sobre "Análisis Climático y Sinóptico de las nieblas en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez" concluyó que el mayor número de casos se localizan entre las 06 y 08 HL, siendo las 07HL la que presentó 203 casos; formándose las nieblas entre las 22 y 05 HL, para disiparse entre las 09 y 12 HL, no se presentó ningún caso entre las 13 y 16 HL. A nivel mensual, las nieblas se presentan entre diciembre y octubre, con máximas entre marzo y junio; con valor hasta de 3 casos/año en abril. En noviembre, no se presentó ningún caso a nivel estacional. El mayor número de casos se presentó en otoño y verano con 166 y 126 casos respectivamente. Mientras, que en la primavera presenta más casos que en invierno; con 22 casos y 14 casos. Con una máxima hora que ocurre a las 07 HL en las cuatro estaciones a nivel interanual, las nieblas presentan un máximo de 41 casos/año en 1989, y un mínimo de 1 caso/año en 1969 y 1992.

Según Shaffer (NOAA), los casos más frecuentes de niebla, ocurren como resultado del enfriamiento del aire en contacto con la superficie terrestre. Tal enfriamiento puede ser debido a (1) pérdida de calor del suelo por la radiación terrestre de onda larga debido a cielo despejado, (2) pérdida de calor por aire caliente que circula so-

bre una superficie fría, y (3) expansión adiabática del aire que circula sobre una pendiente de terreno hacia una elevación superior. Las nieblas de radiación son altamente sensitivas a la turbulencia. Las nieblas advectivas de otro lado pueden resistir fuerte turbulencia si el grado de enfriamiento es relativamente alto.

Según Pettersen (1956), la niebla advectiva es producida por el transporte de masas de aire húmedo sobre una superficie fría, provocando el enfriamiento de los niveles superficiales hasta el punto de rocío. La máxima frecuencia de niebla advectiva, se presenta con una velocidad del viento, bajo tales condiciones, la niebla es relativamente superficial y estable caracterizada por una inversión superficial.

Es relativo hablar de nieblas de radiación, nieblas de advección y nieblas orográficas respectivamente, ya que raramente uno observa una niebla producida sólo por un proceso. La mayoría de las nieblas se forman por procesos interrelacionados, aunque uno de ellos puede ser el predeterminante. La advección de aire cálido sobre una superficie fría, precedida por enfriamiento nocturno, es la combinación que ocurre con frecuencia, (Petterssen, 1956). Cuando una inversión está presente a cierta distancia arriba del agua, la capa debajo de la inversión se llenará de vapor y se formará niebla suficientemente densa.

Según Shaffer (NOAA), los episodios de niebla ocurren mayormente durante el otoño e invierno austral. Cada episodio es caracterizado por varios estados: desarrollo o acondicionamiento, formación, crecimiento y madurez y disipación. Esta situación es posible ser monitoreado en una escala sinóptica y típicamente dura de 5 a 15 días.

Durante la fase de acondicionamiento el sistema de alta presión subtropical se mueve tierra adentro y causa un evento cálido, caracterizado por aire seco que fluye cuesta abajo de las colinas costeras hacia el mar, limpiando la capa límite marítima.

El humedecimiento de la capa límite conduce a la formación de niebla. La niebla se profundiza durante su estado de crecimiento.

Durante su disipación la base de la niebla se eleva y la masa de nube residual pasa a ser nubes estratos, los subsiguientes vientos costeros pueden disipar los estratos.





Figura 3. Principales Grupos de Causas de Enfermedades en el año 2000 (Fuente : MS)

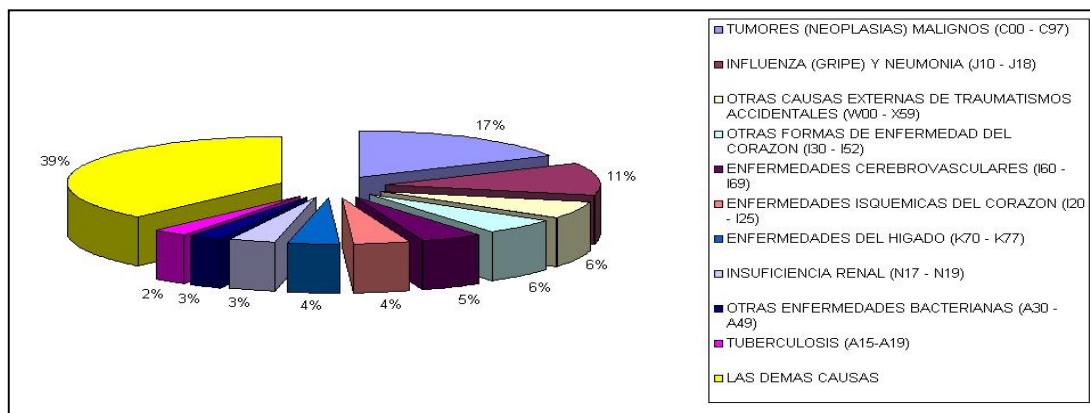
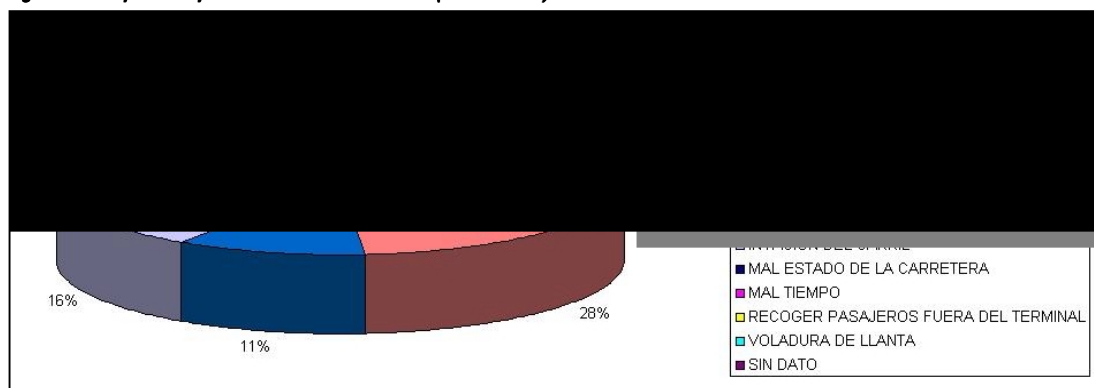


Figura 4. Principales Grupos de Accidentes de Tránsito (Fuente : MTC)



4. ANÁLISIS DE LA OCURRENCIA DE NIEBLAS

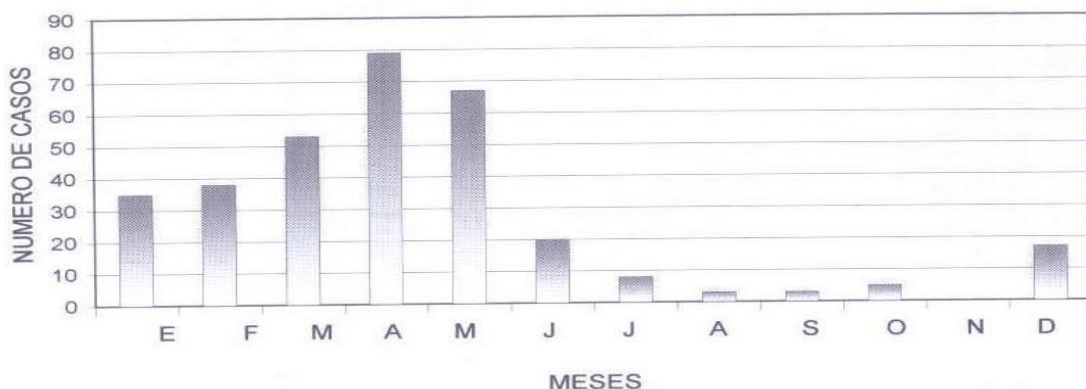
En las **Figuras 5 y 6** observamos que la mayor frecuencia de formación de nieblas se presenta en los meses de abril y mayo, llegándose a contabilizar mas de 150 casos de niebla en el transcurso de los últimos 30 años, el tiempo de duración del fenómeno oscila entre 2 y 4 horas, en los meses mencionados. El mes que no presenta nieblas es noviembre, no registrándose en los años que se dispone de información. La ocurrencia de nieblas está asociado a entornos sinópticos de alta y baja troposfera, así como al enfriamiento de la temperatura superficial de agua de mar.

La hora de ocurrencia está asociado a la pérdida de energía en el transcurso de la noche según (Shaffer), así también podría estar asociado a la advección de aire cálido sobre una superficie fría, precedida por enfriamiento nocturno según (Petterssen).

Julio, es el más frío y húmedo en Lima, por la configuración, posicionamiento e intensificación del APS, incentivando flujos predominantes del sur que generan persistentes lloviznas y formación de neblinas y nieblas en menor frecuencia e intensidad que los meses de Abril y Mayo por la ausencia de flujos del norte en niveles de 850 hPa.

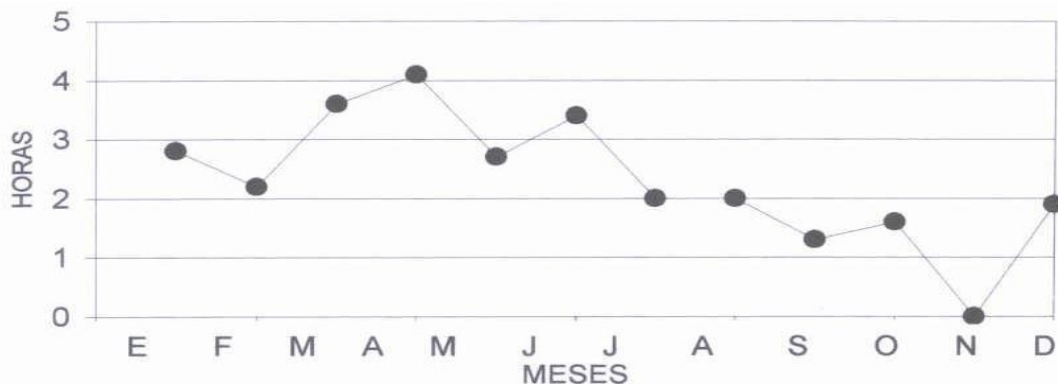


Figura 5. Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Nieblas en Treinta Años (1968-1997)



Extraido de "Análisis Climático y Sinóptico de las Nieblas En el Aeropuerto Jorge Chavez Callao, Lima - Perú" Anchayhua A., 2001

Figura 6. Promedio Mensual de la Duración (Horas) de los Eventos Niebla en Treinta Años



Extraido de "Análisis Climático y Sinóptico de las Nieblas En el Aeropuerto Jorge Chavez Callao, Lima - Perú" Anchayhua A., 2001

Mayo, es la etapa de transición de verano a invierno, este periodo muestra varios cambios en los patrones atmosféricos, así como condiciones de verano e invierno, uno de ellos es la invasión de aire cálido en niveles de 850 - 700 hPa. proveniente de latitudes ecuatoriales, otra característica es la invasión de aire más frío proveniente de latitudes medias del sur, presentando condiciones de mayor densidad. Considerando el enunciado de Petterssen, entonces podremos aseverar que la formación de niebla es mas evidente en la etapa de transición, siendo los meses de abril y mayo como lo muestra la **Figura 4**.

En la **Figura 6**, se puede apreciar el paulatino descenso de las temperaturas extremas del aire, característico en el cambio estacional. Este descenso esta asociado a la temperatura superficial de agua de mar (TSM) que según el COMET, la formación de niebla puede ser inminente, cuando la temperatura del punto de rocío se aproxima

ma a la temperatura de la superficie del mar y está presenta una relación inversa con respecto al estado de saturación de la tropósfera baja. El incremento de la humedad relativa en la última década (ver **Figuras 7 y 8**) está asociado al descenso de la temperatura del aire.

Durante este mes, se presentaron varios casos de formación de nieblas, el mas importante fue del día 21, reduciendo la visibilidad a menos de 200 m. La etapa de formación ocurrió en el transcurso de la noche, presentando la menor visibilidad a las 07 HL, disipándose en el transcurso de las 09 a 11 HL. Este evento esta dentro de las condiciones climáticas del periodo estacional, considerando lo enunciado por Anchayhua (**Figura 9**).

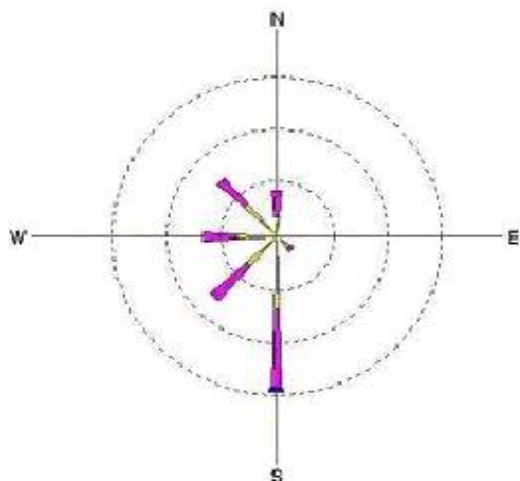




Un aspecto importante en las condiciones sinópticas, son los flujos predominantes en los diferentes niveles de la troposfera. Un caso particular de la formación de nieblas en Lima son los vientos predominantes del sur e ingresos esporádicos del norte, que se posicionan sobre el aire frío del sur, generando estabilidad y mayor grado de saturación. En mayo se presentó una mayor frecuencia de vientos del sur (34.8%) con respecto a los vientos del norte (10.5 %). Otra condición sinóptica importante son los vientos del oeste que disminuyen la estabilidad generada por los vientos del sur y norte, provocando lloviznas posterior a la formación de las nieblas. (ver **Figura 10**).

Figura 10. Rosa de Viento
Estación: Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
Mayo 2003

DIRECCION	FRECUENCIA	MAGNITUD
	%	NUDOS
N	10.5	6.6
NE	0.0	0.0
E	0.0	0.0
SE	3.6	5.6
S	34.8	6.3
SW	18.2	6.3
W	15.8	5.5
NW	17.0	6.5

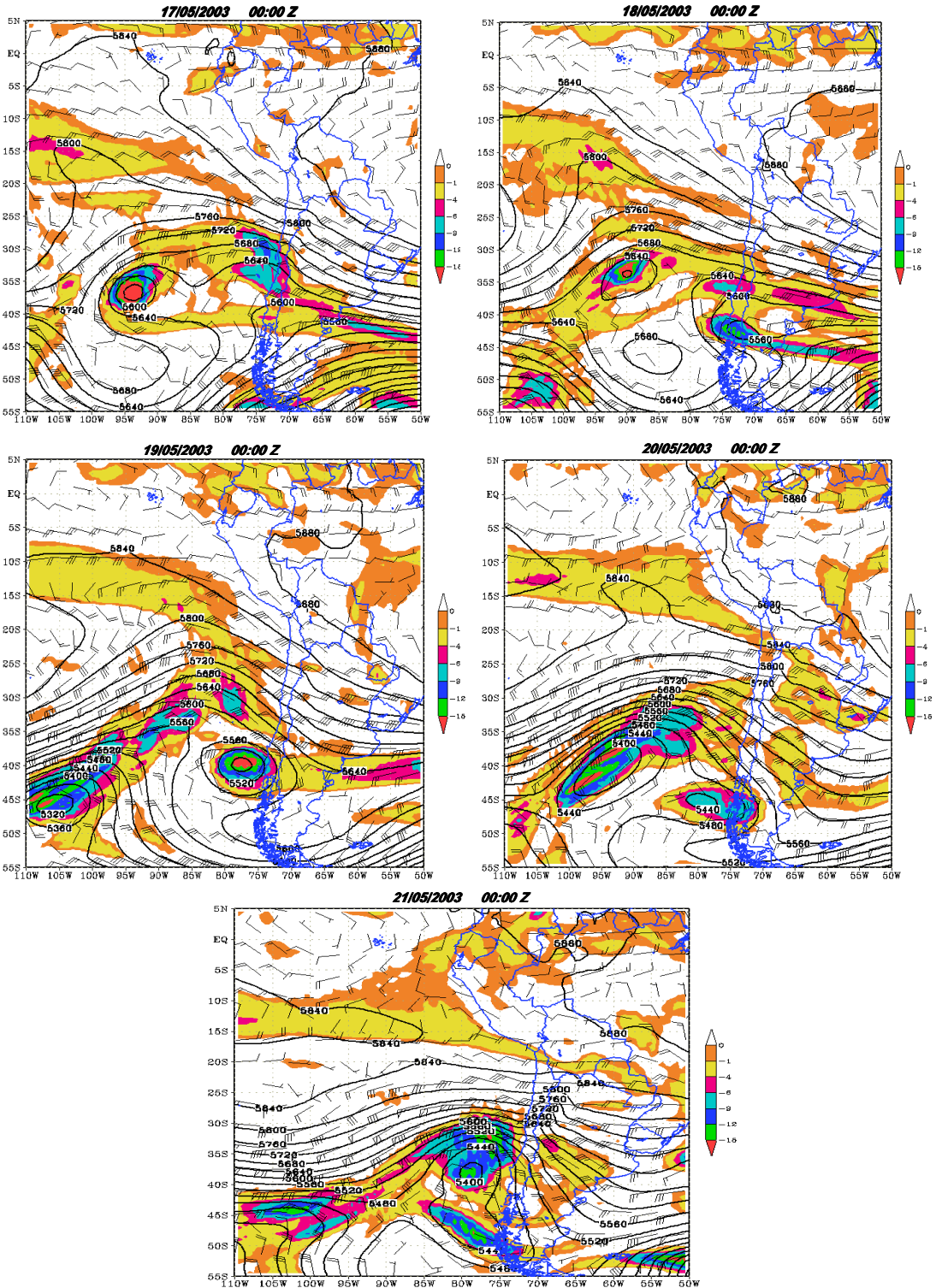


Los modelos numéricos son actualmente una herramienta insustituible de los predictores en el corto plazo, proporcionando las guías básicas para elaborar los productos de predicción. Estos modelos producen simulaciones cada vez mas precisos, a pesar de que todavía no son del todo perfecto, se ha demostrado que contienen información muy útil a cerca de la variación espacial y temporal de la estructura cinemática y termodinámica de la atmósfera, incluso para fenómenos convectivos de tipo severo (Stensrud et. Al., 1997).

Este caso particular de nieblas, considera como la fase inicial el día 17 de mayo, el cual presenta condiciones sinópticas particulares. En niveles medios (500 hPa) presenta una vaguada que se extiende a lo largo del Pacífico tropical con una isohipsa de 5800 mgp y dos vórtices ciclónicos máximos, el primero se encuentra entre los 35° S y 92° W, con un núcleo de vorticidad relativa de $-15VR$ ($10^{-5} * S^{-1} = 1VR$) y 5600 mgp, el segundo vórtice se ubica entre 33° S y 75° W con un núcleo de $-9VR$ y 5640 mgp sobre la costa central de Chile. Al sur de los vórtices ciclónicos presenta una amplia dorsal que se extiende sobre el Pacífico sur (ver **Figura 11 del 17 de mayo**). En las próximas 24 horas, el primer vórtice se desplaza ligeramente hacia el noreste aumentando ligeramente el valor del núcleo de la isohipsa, el segundo vórtice se desliza hacia el sur de su posición ubicándose sobre las montañas de Chile. Es importante notar que se acerca una segunda vaguada en el extremo sur entre los 50° S y 120° W que viene empujando a la dorsal del Pacífico sur (ver **Figura 11 del 18 de mayo**). El tercer día es el más importante, por que presenta el acoplamiento de la primera y la segunda vaguada del extremo sur, generando una profunda vaguada que se extiende desde los 50° S hasta los 10° S con un núcleo principal de 5320 mgp y $-12VR$ entre los 45° S y los 105° W (ver **Figura 11 del 19 de mayo**). Este acoplamiento permitió el total desplazamiento de la dorsal hacia continente y el movimiento retrógrado del segundo vórtice que se encontraba en montañas chilenas e incrementando su núcleo a $-15VR$ con una isohipsa de 5520 mgp. El cuarto día, el núcleo de la vaguada acoplada se desplazó hacia el noreste incrementando su núcleo a 5400 mgp y el vórtice a $-15VR$, ubicándose entre los 40° S y los 95° W, en cuanto al segundo vórtice muestra una ligera disminución a $-9VR$ y el contorno del núcleo de la vaguada presenta menor profundidad con valor de 5440 mgp desplazado ligeramente al sur de su posición inicial, sobre las montañas chilenas. El quinto día, muestra la vaguada con su eje paralelo a la costa chilena con un vórtice máximo de $-12VR$ y contorno de 5400 mgp ubicado entre 38° S y 78° W, es importante esta descripción del desplazamiento de la vaguada en niveles medios por que es la precursora del evento, todo lo que ocurre en niveles medios será reflejado en niveles de baja troposfera.



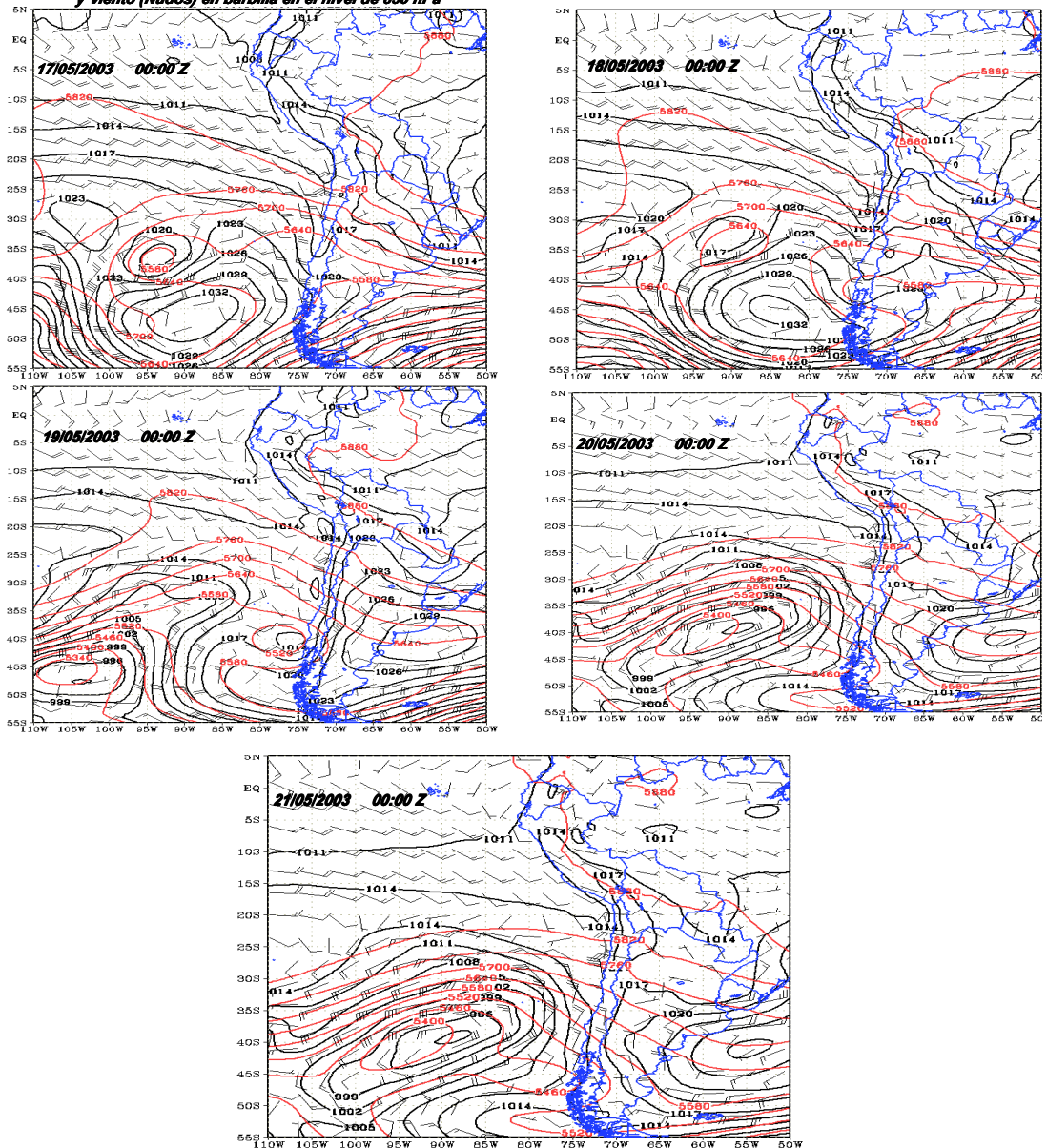
Figura 11. Vorticidad Relativa negativa ($1/s^2E-5$) en shaded, Isohipsas (mmp) en líneas y Viento (Kts) en barbillas en el nivel de 500 hPa





Tomando como premisa, que toda la circulación intensa en niveles de alta tropósfera será reflejado en bajos niveles, analizaremos el comportamiento de la evolución de las isobaras, los espesores de 500/1000 hPa y las isotacas en 850 hPa, teniendo en cuenta las circulaciones que se presentan en niveles de 500 hPa. el día 17, muestra el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se extiende entre los 45° S y 90° W, al norte del sistema presentó una baja con núcleo de 1017 hPa superponiéndose un núcleo frío con espesor de 5580 mgp con vientos que varían de 20 a 25 nudos, si observamos la **Figura 11** del día 17 de mayo, apreciamos el primer vórtice máximo que esta asociado al sistema de baja presión (ver **Figura 12**), y hacia el sur del vórtice máximo se presenta el ingreso de una cuña que está asociado al APS. Entre los días 18 y 19 de mayo, se intensifica la vaguada en niveles medios (ver **Figura 11**), profundizando el sistema de baja presión en superficie, presentando un núcleo de 992 hPa entre los 40° S, desplazando en su totalidad al APS y el espesor muestra su máxima caída con valores de 5400 mgp. También los vientos se intensifican presentando valores de 25 a 30 nudos. En niveles de baja tropósfera están relacionadas con las caídas del espesor entre los niveles 500/1000 hPa que permiten el ingreso de advección de aire frío en baja atmósfera según Holton (1979).

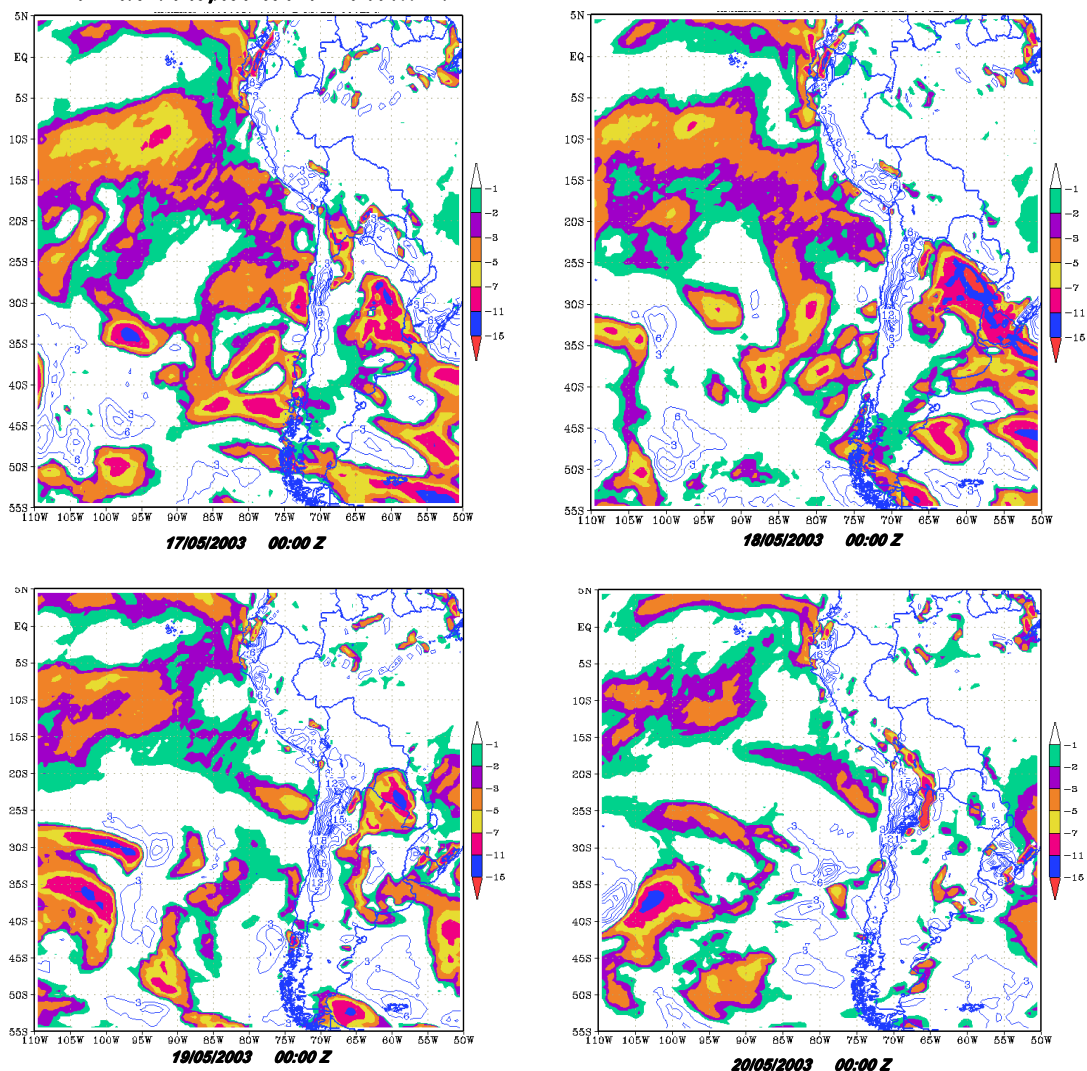
Figura 12. Presión Atmosférica a Nivel Medio del Mar (hPa) en líneas gruesas, Espesor Geopotencial 500/1000 (mgp) en líneas delgadas y Viento (Nudos) en barbilla en el nivel de 850 hPa





La caída o aumento de espesor nos permite diferenciar con mayor precisión el tipo de masa de aire que define un sistema, siendo el ingreso de aire frío o cálido. La caída de espesor en los tres primeros días facilitó el ingreso de aire frío por niveles bajos, está se manifiesta en la advección de temperatura negativa (ver **Figura 13**) con valores hasta de $-6^{\circ}\text{C}/\text{día}$ entre los 15°S y 80°W , favoreciendo el descenso de la temperatura del aire del 17 al 21 de mayo en la costa peruana (ver **Figura 7**), asimismo la formación y desplazamiento de la baja en superficie estuvo asociado a la intensificación y desplazamiento de la vaguada en niveles medios de la troposfera, induciendo a generar vientos del norte en el nivel de 850 hPa flujos debajo de la vaguada, en las regiones que se ubican en la costa de Chile y Perú, propiciando advección cálida en dichas regiones, favoreciendo la estabilidad al posicionarse sobre superficie mas fría, condición necesaria para formar neblinas según Petterssen (1956).

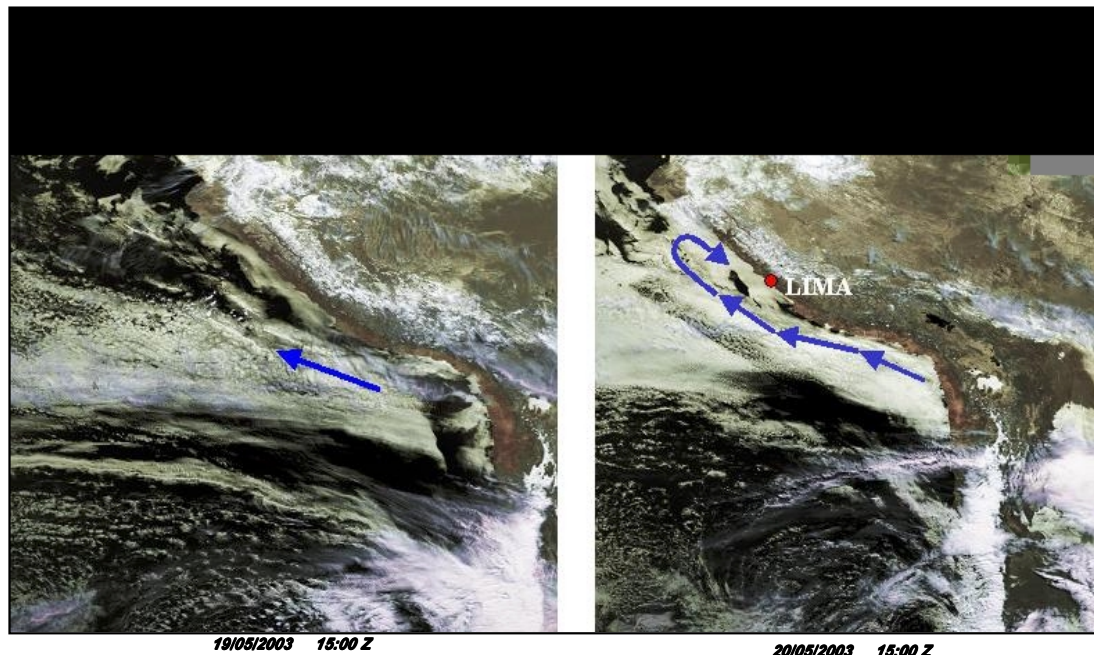
Figura 13. Advección Horizontal de la Temperatura del Aire ($^{\circ}\text{C}/24\text{h}$) en shaded valores negativos y en líneas valores positivos en el nivel de 950 hPa





En la **Imagen 1**, se aprecia la formación nubosa de tipo estratiforme para el día 19, extendiéndose a lo largo de la costa peruana, intensificándose en las siguientes 24 horas con mayor concentración nubosa en toda la costa peruana y chilena. En la imagen se observa las flechas negras que representan la dirección de formación de la nubosidad estratiforme en la costa sur y central, generando un vórtice ciclónico en la zona central por la forma saliente del litoral ayudando a la mayor concentración de aire saturado en bajos niveles (Lima).

Imagen 1. Imagen Visible - Satélite NOAA 14



5. CONCLUSIONES

- El primer día de estudio se observó el APS intenso con un núcleo de 1032 hPa, generando flujos predominantes del sur en niveles bajos en zonas adyacentes a la costa peruana y chilena.
- La formación de la niebla en la costa central del Perú estuvo asociado a flujos en superficie predominantes del sur y el ingreso de flujos del norte en niveles de 850 hPa.
- La presencia de una vaguada en el Pacífico oriental en niveles medios estuvo asociado a la formación de sistemas de baja presión que favorecieron la advección fría y como consecuencia el descenso de la temperatura del aire en la costa central.
- La formación de niebla se manifestó en el transcurso de la noche del 20 de Mayo, presentando la menor visibilidad a las 07:00 HL del 21 de Mayo y se disipó entre las 09: 11:00 HL.
- En las imágenes de satélite se ha podido notar que el flujo del sur incentiva estabilidad y la formación de nubosidad estratiforme a lo largo de la costa peruana.



6. BIBLIOGRAFÍA

1. Anchayhua, A. R., (2001): "Análisis Climático y Sinóptico de las Nieblas en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez Callao, Lima - Perú". Tesis Universidad Nacional Agraria, La Molina. Ing. Meteorólogo, 76pp.
2. COMET (2000): "West Coast Fog". Extraído de:
<http://meted.ucar.edu/fogstrat/> en octubre del 2003
3. El Ultimo Viaje. Revista Caretas. 2003. N° 1755.
4. Gilford. M (et al) (1992): "South America South of the Amazon River a Climatological Study".
p. 3-16, 3-17, 3-18, 3-19, 3-20.
5. Gómez, D. (1978): "Análisis físico de la distribución de la precipitación sobre Sud-América".
Tesis Ingeniero Meteorólogo. Lima Universidad Nacional Agraria, La Molina. p. 99.
6. Mesinger, F. y A blocking technique for representation of mountains in atmospheric model.
Revista di Meteorologia Aeronautica , 44: pp. 195-202, 1984.
7. MINSa, "Estadísticas de Salud". Extraído de:
<http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/> en octubre del 2003
8. MTC: "Subsector Transporte". Extraído de:
<http://www.mtc.gob.pe/estadisticas/> en octubre del 2003
9. Lopez Carmona M. (1) e Izquierdo Gonzales A. (2) (2000): "Aproximación al Pronóstico de Nieblas en el Estrecho de Gibraltar". (1) OMD de la Flota y de la Base Naval de la Rota (2) Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Chile.
10. Petterssen, S (1956): "Weather analysis and forecasting". New York. McGraw-Hill Book. 2 t.
11. Pinche, C. (1986): "Estudio de las Condiciones Climáticas y de la Niebla en la Costa Norte de Lima".
Tesis Ingeniero Meteorólogo. Lima Universidad Nacional Agraria, La Molina. p. 7, 8, 10 y 16.
12. SENAMHI, "Agua de las Nieblas". Extraído de:
<http://www.senamhi.gob.pe/ambiente/> en octubre 2003
13. Shaffer, W.: "Dense Fog Study for Knoxville in Tennessee".
Extraído de: <http://www.srh.noaa.gov/mrx/research/Fog/fogTYS.htm>www.srh.noaa.gov en octubre del 2003.