

METEOROLOGÍA—HIDROLOGÍA—AGROMETEOROLOGÍA—AMBIENTE

AÑO IV, N° 07 JULIO, 2004

BOLETÍN METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO DEL PERÚ

**PUBLICACIÓN TÉCNICA MENSUAL DE DISTRIBUCIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL
DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI**



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

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. Victor Rosas Payano

DISEÑO Y DIAGRAMACION
JUAN G. ULLOA NINAHUAMAN

PERSONAL QUE PARTICIPA EN LA ELABORACIÓN DEL MATERIAL DEL PRESENTE BOLETÍN

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
Bach. Amb. Karim Quevedo Caiña
Srta. Lucinda Montañés Alba

Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos

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

Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales

Ing. Eric Concepción Gamarra
Bach. Amb. Zarela Montoya Cabrera
Tco. Bernardo Cumpa Gonzales
Sr. Hugo Enriquez Sánchez

EDITORIAL

El boletín hidrometeorológico del Perú en su edición correspondiente al mes de julio de 2004, presenta las principales características climáticas observadas en el territorio nacional y su perspectiva para el mes de agosto, con sus implicancias en los ámbitos meteorológico, hidrológico, agrometeorológico y ambiental.

La Dirección General de Meteorología analiza las condiciones meteorológicas y describe que durante el mes de julio ingresaron, entre los días 11 y 12 y el día 31 de julio, dos sistemas frontales al sur del territorio, los que causaron descensos de la temperatura mínima en la selva sur del país, con valores inferiores a sus normales climáticas en 3°C. La temperatura máxima durante el mes presentó valores muy cercanos a sus normales climáticas, a excepción de la sierra sur que presentó anomalías considerables pero localizadas tanto positivas como negativas, destacando éstos últimos, que alcanzaron hasta -4,7 °C en Huancapi (Sur de Ayacucho); estas anomalías negativas se debieron a la presencia de nubosidad baja que favorecieron la presencia de precipitaciones inusuales.

La temperatura mínima en gran parte del territorio nacional presentó valores cercanos a sus normales climatológicas, a excepción de la sierra sur, donde se observaron anomalías tanto positivas como negativas que alcanzaron valores de 4,7 °C y -3,4 °C.

La Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos, observó que durante el mes de julio en las vertientes del Pacífico algunas precipitaciones, pero que éstas fueron insignificantes para el incremento de los caudales de los ríos, que continúan deficitarias respecto a sus normales.

En la Vertiente del Lago Titicaca, la presencia de algunas precipitaciones, ha permitido que los caudales y niveles de los ríos se mantengan estables como el mes anterior, con valores por encima de sus normales; sin embargo, el nivel del Lago Titicaca ha disminuido en 8 cm, alcanzando la cota de 3810,50 msnm.

En la Vertiente del Atlántico, en la zona norte los ríos han presentado valores normales, a excepción del río Napo que presentó excesos. Para la zona Central los principales ríos han presentado valores normales, manteniendo niveles y caudales del mes anterior. Para la zona sur, los niveles y caudales del río Vilcanota se han incrementado, con respecto al mes anterior.

La Dirección General de Meteorología destaca que en los valles de la costa norte se presentaron condiciones térmicas nocturnas ligeramente frías, que ocasionaron un retraso moderado en el crecimiento de las fases iniciales del cultivo de arroz; favorecieron la diferenciación de yemas vegetativas a yemas florales en los frutales de mango, palto y limonero; en la caña de azúcar prolongaron su fase de macollaje y otras plantaciones de mayor edad continuaron siendo estimuladas fisiológicamente a la síntesis y acumulación de sacarosa. El nivel de almacenamiento de los reservorios continuó siendo bajo, lo que no permitirá mejorar la campaña agrícola anterior, siendo necesario implementar un plan de contingencia, y evaluar la posibilidad de sembrar cultivos alternativos como el maíz y algodón, de menor consumo de agua en sus diferentes estadios de crecimiento. En los valles de la costa central, las condiciones térmicas frías continuaron favoreciendo la siembra y el crecimiento vegetativo de hortalizas, así como la dormancia de frutales caducifolios como la vid. En los valles de la costa sur, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo, palto, vid, pero y durazno.

En la sierra norte, central y sur continuaron presentándose deficiencias de humedad en los suelos; siendo éstas no significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron generalmente en descanso; sin embargo en los lugares donde se presentaron heladas intensas y nevadas ocasionaron grandes pérdidas a los cultivos instalados y pastos naturales; así como al ganado auquénido de la zona.

En la selva norte, en los lugares donde se presentaron condiciones térmicas entre normal y cálidas favorecieron las labores de cosecha en el cultivo de arroz, foliación del café y maduración del naranjo. En la selva central y sur, las condiciones extremas de humedad en los suelos continuaron siendo favorables durante la fructificación del naranjo, papayo y palma aceitera.

La Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, manifiesta que durante el mes de julio la variación espacial de los contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en la zona metropolitana de Lima-Callao, muestra tres áreas de alta concentración de estos contaminantes: el primero de ellos está ubicado al norte de la ciudad con un valor de 20,8 t/km²/mes; el segundo, ubicado hacia la zona centro-este, con un valor de 16,6 t/km²/mes y el tercero, hacia el sur con valores entre 15-25 t/km²/mes. Sólo en la estrecha franja paralela a la costa y en parte de algunos distritos residenciales se hallan dentro de los rangos permisibles por la OMS. De acuerdo al análisis realizado, el 64% de las estaciones superan dichos niveles referenciales (5 t/km²/mes) de la OMS.

El análisis de los vientos de superficie permite resaltar la presencia de vientos de débil intensidad hacia el norte y centro de la ciudad con direcciones predominantes del SSW y moderadas en los distritos cercanos al litoral con dirección S, en la zona este de la ciudad con dirección del W y el sur de la ciudad con dirección S.

Las características de altura de la base de la Inversión (863 m), intensidad (1,9 °C/100 m) y la alta humedad atmosférica (9 días con atmósfera saturada), constituyen en conjunto y en forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire.

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ
- SENAMHI -**

**BOLETÍN
METEOROLÓGICO E HIDROLÓGICO
DEL PERÚ**

ÍNDICE

I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCEANO-ATMOSFÉRICAS: JULIO 2004	05
1. Condiciones a macro escala	05
2. Análisis sinóptico	07
3. Condiciones climáticas a nivel nacional	13
4. Perspectivas climáticas	18
II. EVALUACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS PRINCIPALES RÍOS DEL PERÚ: JULIO 2004	19
1. Vertiente del océano Pacífico	20
2. Vertiente del lago Titicaca	23
3. Vertiente del Amazonas o Atlántico	25
4. Conclusiones	28
5. Tendencia hidrológica	28
III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS: JULIO 2004	29
1. Índices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos: costa, sierra y selva	29
2. Tendencias agrometeorológicas	39
IV. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES: JULIO 2004	41
1. Cuenca atmosférica Lima y Callao	44
2. Metodología	46
3. Resultados del monitoreo ambiental	46
4. Conclusiones	58

I. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES OCÉANO - ATMOSFÉRICAS: JULIO 2004

1. CONDICIONES A MACRO ESCALA

1.1 Temperatura de agua de mar : Superficial y a Profundidad

La Temperatura Superficial del Mar (TSM), en el Pacífico ecuatorial presentó un incremento significativo respecto al mes anterior, tanto en el Pacífico Occidental como en el Pacífico central, observándose anomalías positivas hasta de 1,5 °C; en tanto, en el Pacífico oriental, (frente a la costa de Perú y Ecuador) la TSM continuó mostrando anomalías negativas -0,5 °C, pero menores al mes anterior. **Figura 1.**

La Temperatura Subsuperficial del Agua de Mar (TSSM) en el Pacífico ecuatorial mostró un incremento significativo respecto al mes de junio, observándose anomalías de hasta +3,0 °C, entre los 160 °W a 170 °W a una profundidad de 110 metros. Esta anomalía positiva predominó durante todo julio, específicamente en el Pacífico central. **Figura 2.**

En tanto, que en el Pacífico oriental, próximo a los 100 °W se observaron anomalías negativas con valores de -0,5 °C.

Figura 1. Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) 10°N - 10°S

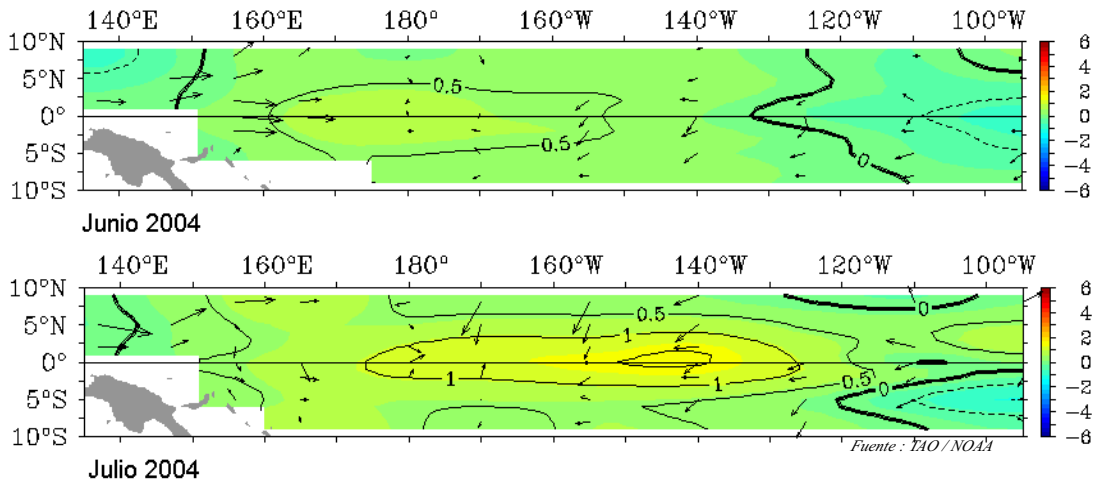
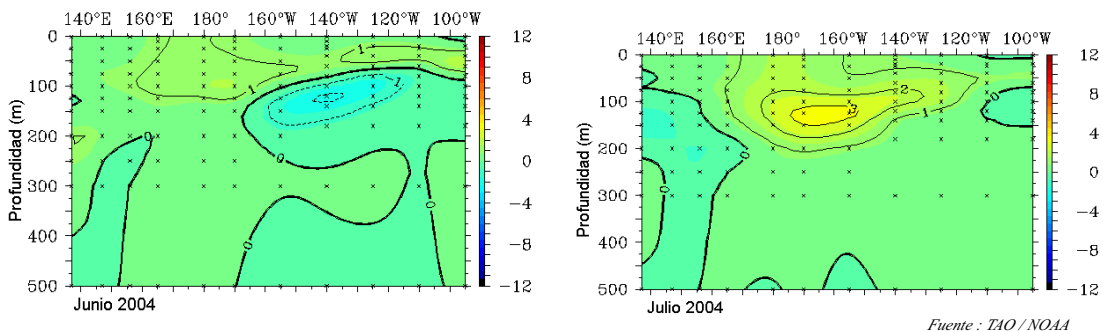


Figura 2. Anomalía de la temperatura subsuperficial de agua de mar (°C) 2°N - 2°S



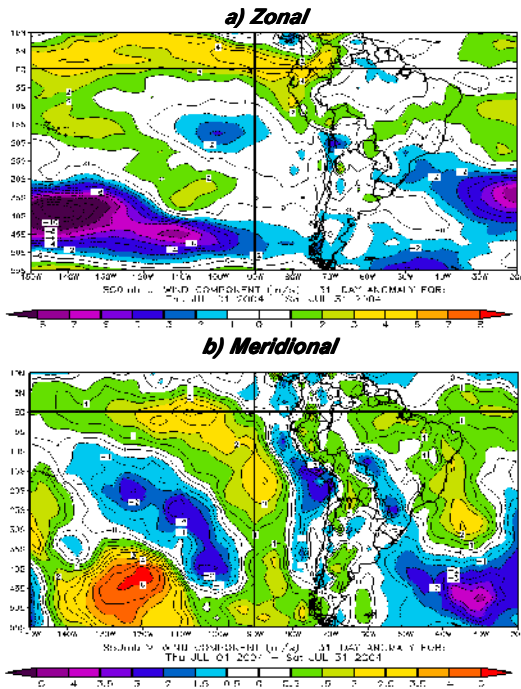
1.2 Vientos Ecuatoriales en el Pacífico Ecuatorial

Los vientos en el Pacífico ecuatorial, la componente zonal (Oeste y/o Este), en el Pacífico occidental y oriental presentó el dominio de vientos de anomalías del Oeste (debilitamiento de viento del Este). **Figura 3a.**

En cuanto a la componente meridional (norte y/o sur), se observó vientos de componente Sur en el Pacífico central y oriental, pero con intensidades dentro de su patrón normal.

Frente a la costa peruana los vientos presentaron un comportamiento dentro de su variabilidad normal, observándose, solo en la costa sur vientos débiles del Sur (anomalías del Norte). **Figura 3b.**

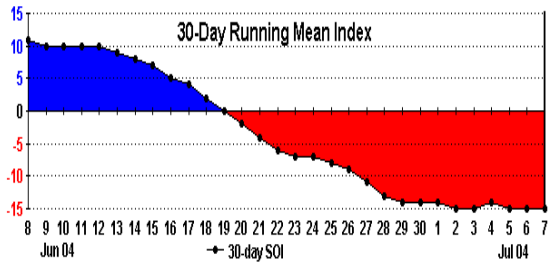
Figura 3. Anomalía de los vientos a 850 hPa



Respecto al Índice de Oscilación Sur (IOS), el comportamiento en el campo de presiones en el Pacífico sur, mostró nuevamente el paso a la fase cálida de la Oscilación, situación no propia de la estación invernal; este comportamiento de la IOS mostró el debilitamiento del APS en la zona oriental del Océano Pacífico, observada en la segunda quincena del mes. **Figura 4.**

En referencia a la actividad convectiva, evaluada en el Pacífico Ecuatorial mediante la Radiación de Onda Larga (ROL), la Zona de Convergencia en el Pacífico ecuatorial osciló entre los 8° y 10°N, posición al sur de lo normal; mostrando una actividad convectiva entre moderada a fuerte en forma continua sobre el Pacífico central.

Figura 4. Índice de Oscilación del Sur

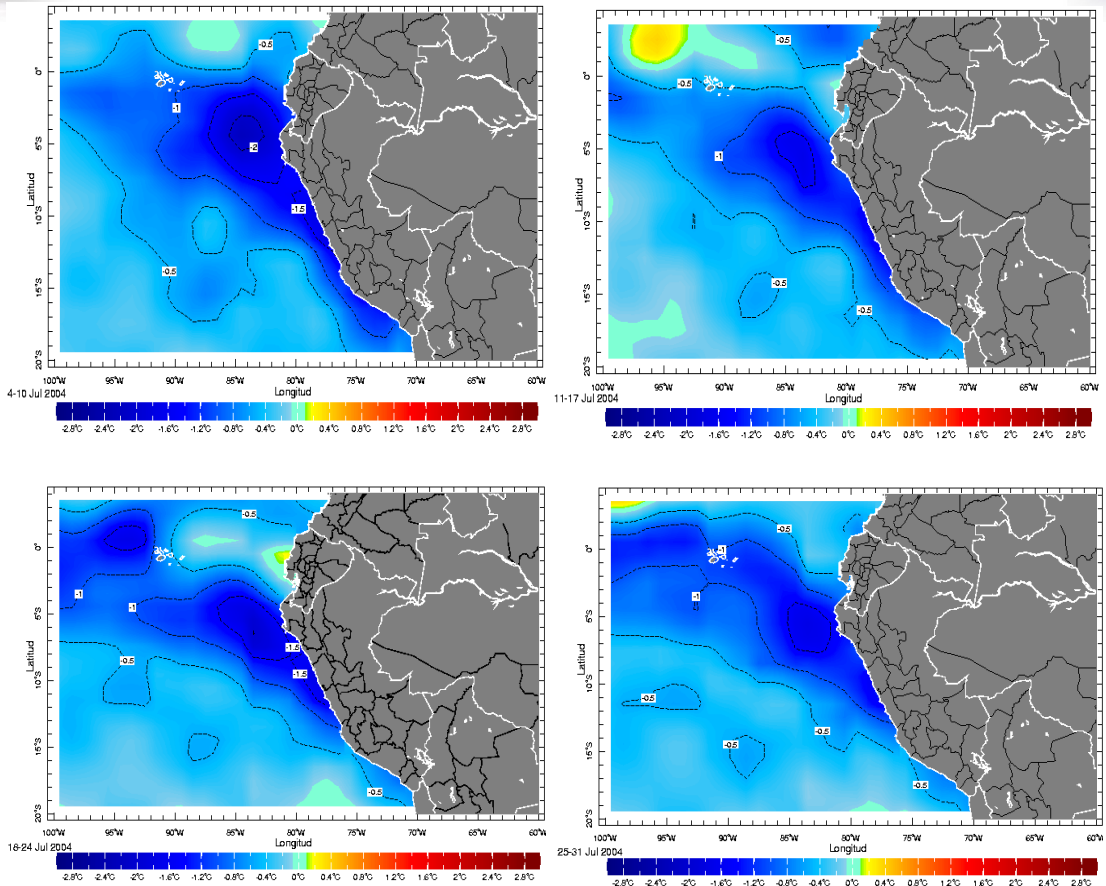


1.3 Condiciones Locales en la Costa Peruana

Frente al litoral peruano, la TSM mostró anomalías negativas en todo el litoral registrándose anomalías de -2,0 °C a -1,5 °C en la costa norte en las primeras semanas del mes; en tanto, que en la costa sur se presentaron anomalías de -0,5° a 1,0 °C.

En la última semana del mes se observó un ligero aumento de las temperaturas, pero continuó presentando anomalías negativas. **Figura 5.**

Figura 5. Anomalia de la Temperatura del agua de mar en el litoral peruano



Fuente: Datos NOAA-CMB

2. ANALISIS SINOPTICO

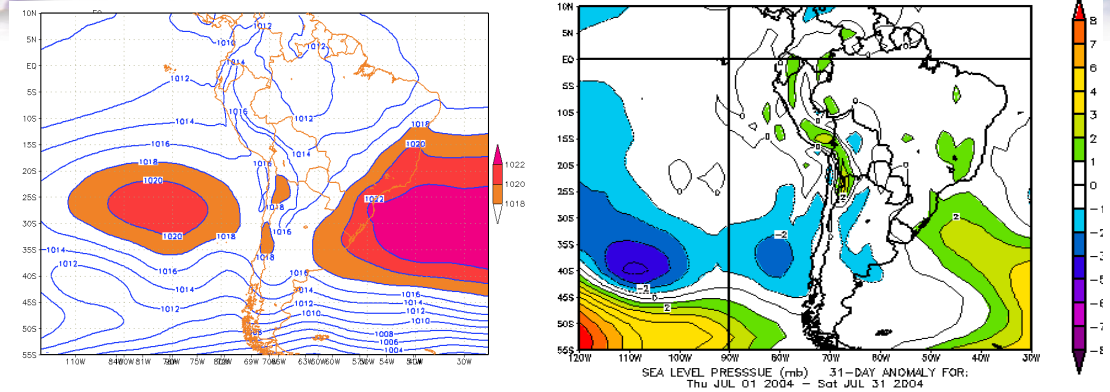
2.1 Análisis de Baja Atmósfera

Análisis de Presión Atmosférica

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó un núcleo promedio de 1020 hPa, ubicándose entre los 27 °S y 92 °W; posición e intensidad cercana a su valor promedio. Al sur del APS, cerca de los 40 °S, se observaron sistemas de bajas presiones que presentaron anomalías negativas de hasta -3 hPa.

El Anticiclón del Atlántico Sur (AAS) presentó un núcleo de 1026 hPa, y se ubicó en los 28 °S y 30 °W, (ubicación ligeramente al norte de su normal), con una anomalía hasta de +2 hPa. (Ver Figura 6)

Figura 6. Presión promedio a nivel medio del mar y anomalía durante julio de 2004



Fuente: NOAA/NCEP-NCAR

Baja Térmica (BT)

La Baja Térmica amazónica presentó un valor promedio de 1012 hPa, con una anomalía de hasta +2 hPa. El ingreso de una cuña migratoria que se extendió desde el sur del continente hacia la selva peruana atenuó la formación convectiva, así como también la poca incursión de ondas cortas en niveles medios, la que no favoreció la inestabilidad en esta zona.

Baja del Chaco (BCH)

La Baja del Chaco (BCH) se presentó en forma eventual apoyado por la incursión del Jet en bajos niveles especialmente en la tercera y última semana del mes. Los valores estuvieron alrededor de los 1005 hPa, valor cercano a su promedio.

Durante el mes, este sistema fue inhibido muchas veces por el paso de anticiclones migratorios y el Jet de bajos niveles.

Análisis de Superficie y Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)

En la segunda y cuarta semana de Julio se observó el ingreso de altas migratorias con un valor de 1032 hPa. Estos sistemas provocaron el ingreso de aire frío y seco de latitudes altas, originando el descenso significativo

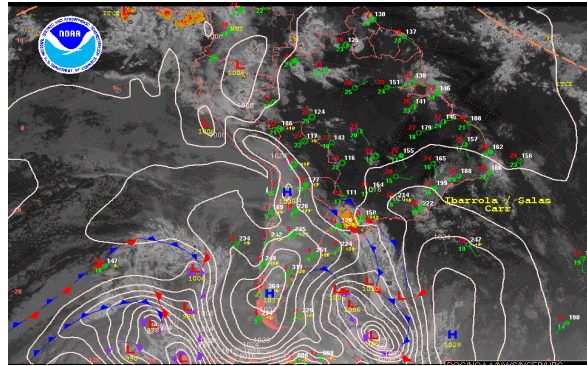
de la temperatura del aire en Argentina, Bolivia y la selva peruana; por otro lado, se observó el desplazamiento de algunos sistemas frontales por el Pacífico Oriental, hacia a Chile, en posición latitudinal ligeramente al norte de sus ubicaciones habituales. Estos sistemas frontales, organizaron actividad convectiva y descenso de la temperatura del aire en su trayectoria. (Ver **Figura 7**)

La Zona de Convergencia Intertropical, en el Pacífico ecuatorial central, osciló alrededor de los 10° N mostrando actividad convectiva moderada y eventualmente de fuerte intensidad.

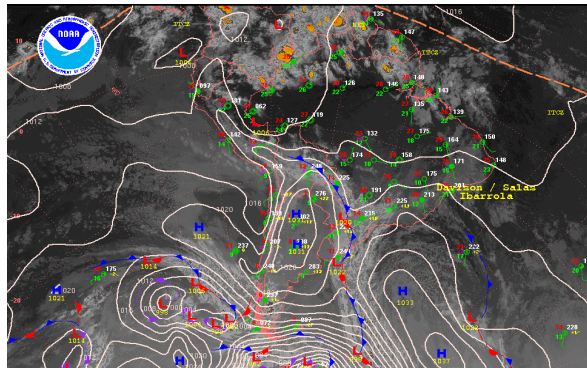
La vaguada ecuatorial en continente estuvo con una moderada actividad alrededor de los 06° N, sin embargo, en la segunda y última semana del mes de julio, tuvo ingresos eventuales que alcanzaron hasta los 0° S, favoreciendo una ligera formación convectiva que provocó precipitaciones importantes en Ecuador, Venezuela, Colombia, norte de Brasil y en la selva norte de Perú.

La ZCIT en el Atlántico tropical ecuatorial se ubicó alrededor de los 8° N en promedio con moderada actividad convectiva. Esta situación y la presencia de actividad anticiclónica en niveles medios provocaron actividad convectiva que apoyó la incursión de humedad hacia el continente. (Ver **Figura 8**.)

**Figura 7. Imágenes satelitales y análisis sinóptico
15 julio**

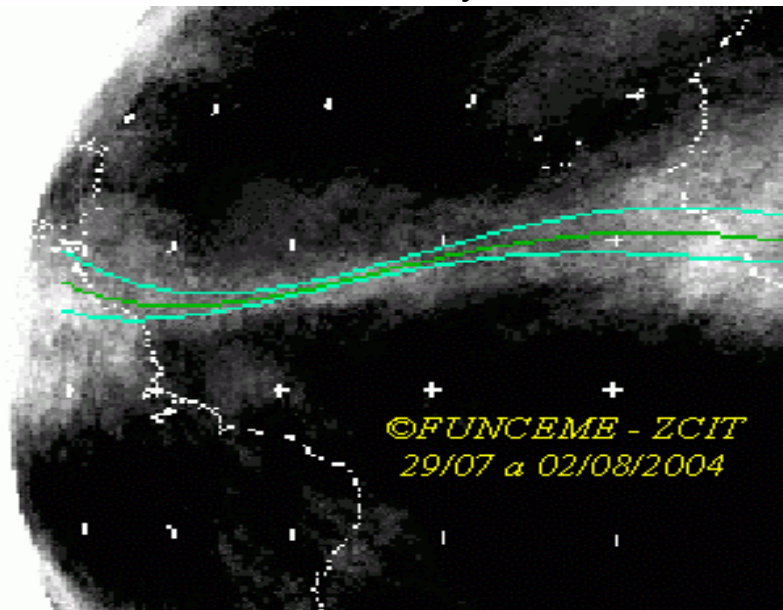


30 julio



Fuente : Fuente: SOUTHAMERICAN DESK/ HPC/NOAA

**Figura 8. Posición de la ZCIT en el Atlántico tropical
en la última semana de julio del 2004**



Análisis de Radiación Onda Larga (ROL)

El mes de julio, se caracterizó por la presencia de precipitaciones sólidas (nieve y granizo) muy intensas que ocurrieron los primeros días del mes de julio en la sierra sur de Perú y el altiplano boliviano. Este evento fue debido a la conjugación de diferentes sistemas atmosféricos: una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA), una circulación anticiclónica en niveles medios al este de Bolivia y la convergencia de humedad en superficie de las zonas altas de la sierra sur proveniente de la Hoya Amazónica.

En el resto del mes la intensidad del régimen pluviométrico no fue muy significativo, sin embargo a nivel general se tuvo precipitaciones en promedio por encima de su valor normal, especialmente al norte del continente sudamericano (Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú).

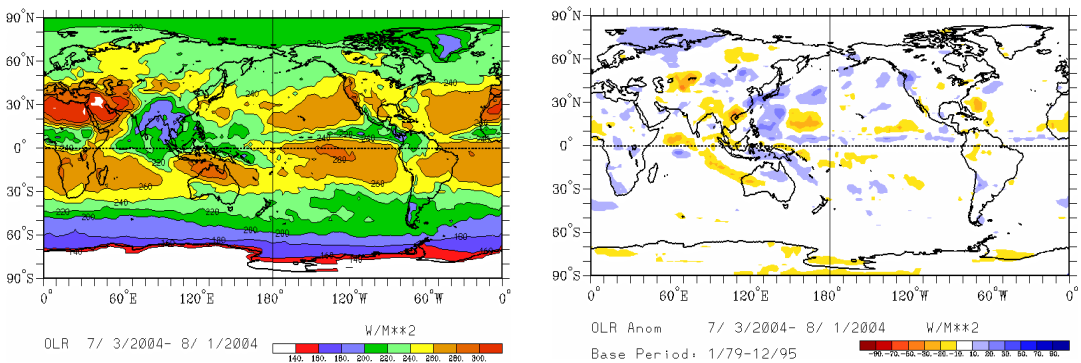
La **Figura 9**, muestra las mayores anomalías negativas de radiación de onda larga (ROL) en el norte del continente influenciadas por la actividad de la zona de convergencia intertropical.

El sur de Chile, así como sudeste de Argentina, Uruguay, Paraguay y sur de Brasil, también registraron algunas precipitaciones importantes debido al paso de bajas presiones por el sur del continente y a la influencia del Jet de bajo nivel.

En el Perú durante los primeros días del mes, el sistema DANA causó tormentas de nieve y descenso de temperatura (Ola de Frío) que afectaron localidades altoandinas de los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno, Cusco y Apurímac. En zonas altas de Puno se llegó a registrar temperaturas hasta de -20°C .

El resto del mes se observó la incursión eventual de altas migratorias (**Figura 7**), apoyadas por vaguadas en altura, que organizaron ligeras precipitaciones y posteriormente el ingreso de aire frío y seco a la selva peruana limitando la formación de cobertura nubosa y provocando moderados descensos de la temperatura del aire (tercera y cuarta semana del mes). Esto trajo consigo registros muy bajos de temperatura, tal es así que: en la selva sur se registró una temperatura mínima del aire de 12°C en Puerto Maldonado y de 15°C en Pucallpa (selva central).

Figura 9. Radiación en onda larga promedio y anomalía durante julio de 2004

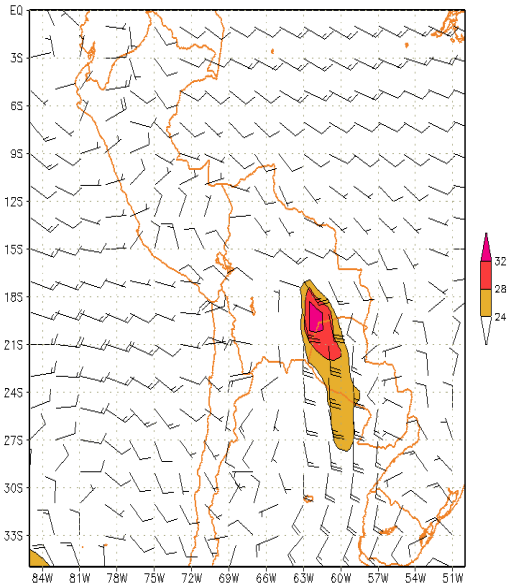


Fuente : CPC/NCEP

Corriente en Chorro en Bajos Niveles (LLJ/SJ)

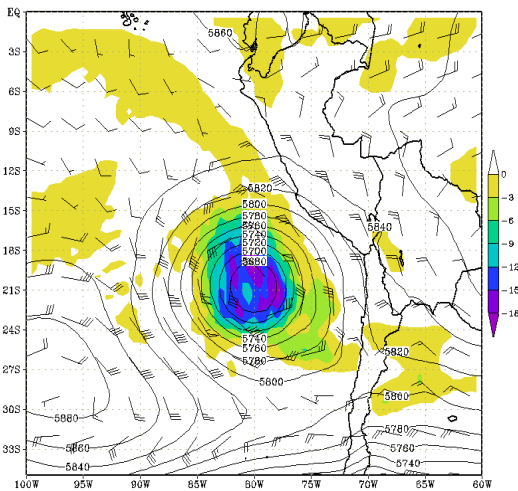
Durante el mes, presentó incursiones de la Corriente en Chorro de Bajos Niveles (LLJ) con intensidades que alcanzaron hasta los 50 nudos culminando la primera quincena al sur de Brasil, éstas se desplazaron por la selva de Bolivia, Paraguay, sur de Brasil y Uruguay inyectando aire cálido y húmedo al sureste del continente generando convección de gran desarrollo sobre el noreste de Argentina, Paraguay, Uruguay y sur de Brasil. Así también a finales del mes, se presentó la Corriente en Chorro de Bajos Niveles del Sur (SJ) apoyado por el ingreso de una alta presión migratoria, esta por el contrario inyectó aire frío y seco de latitudes medias a latitudes tropicales, (Selva peruana) provocando chubascos y tormentas eléctricas y posteriormente el descenso de la temperatura del aire por presentar características ya mencionadas. (Ver **Figura 10**)

Figura 10. Isotacas e isógonas (Kts), en el nivel de 850 hPa, con áreas sombreadas mayores a los 24 Kts (LLJ/SJ, el 30 de julio de 2004



Fuente : SENAMHI/DMS

Figura 11. Vorticidad Relativa en área sombreada ($1/s \cdot 10^{-5}$) e Isohipsas en el nivel de 500 hPa, el 02 de julio de 2004



Fuente : SENAMHI/DMS

2.2 Análisis de Alta Atmósfera

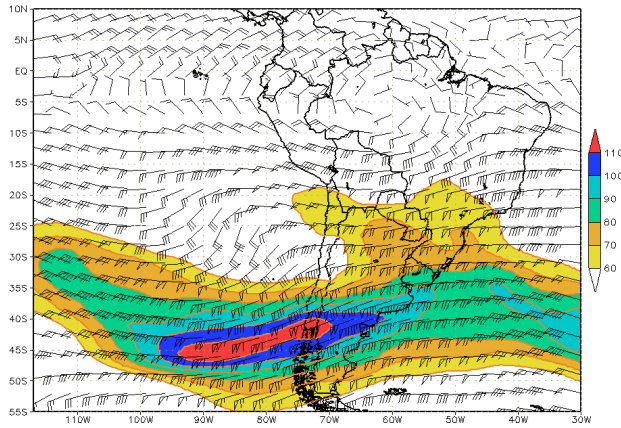
La primera década de julio, presentó configuraciones especiales en niveles medios, generado por una perturbación meridional del Pacífico occidental que se desplazó hacia latitudes tropicales en la última semana de junio. Esta perturbación organizó una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) que se posicionó al suroeste del Perú y noroeste de Chile (Ver **Figura 11**). Mientras sobre el Pacífico se presentaba la DANA, al este de Bolivia se presentó una circulación anticiclónica en niveles medios que incentivó el desplazamiento de humedad desde la Amazonía Brasileña y norte del Perú hacia la región sur de la sierra peruana proporcionando la humedad suficiente para provocar precipitaciones sólidas por el enfriamiento de la incursión de la DANA. Estas precipitaciones sólidas (nevadas) se presentaron en las zonas sobre los 3800 msnm de la sierra central y sur del Perú, así como en el Altiplano peruano/boliviano.

Con respecto a niveles altos (200 hPa), en la primera década del mes, la Corriente en Chorro se presentó configurando una vaguada importante de núcleo frío que estuvo apoyado por el Jet Subtropical (JS) y el Jet Polar de Rama Norte (JPN). Así mismo, ésta incentivó al hundimiento de la tropopausa y facilitó la advección térmica fría en niveles medios y a su vez, alimentó la DANA con aire frío y seco. Por otro lado, la parte delantera de la vaguada incentivó la circulación anticiclónica al este de Bolivia lo que apoyó la advección de aire húmedo hacia la sierra central, sur y el Altiplano peruano-boliviano. La corriente en Chorro estuvo intensificada a inicios del mes llegando a registrar intensidades hasta de 120 Km/h al sureste de Perú el día 02 de julio. (Ver **Figura 12 a**)

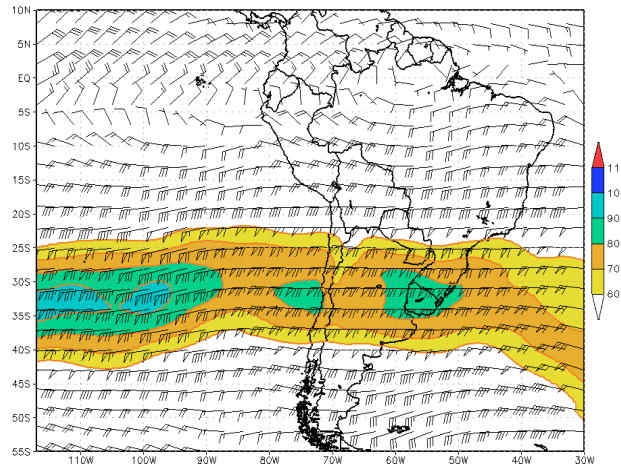
En la segunda década, la Corriente en Chorro, presentó perturbaciones esporádicas en especial sobre el Pacífico Oriental, apoyando el paso de sistemas frontales por la región central y sur de Chile. En tanto sobre el continente estos sistemas frontales no fueron apoyados por sistemas en altura, siendo poco intensos en continente. Entre los 20 y 0 °S los flujos de 200 hPa fueron mayormente zonales los cuales no ayudaron a organizar actividades convectivas, por lo que estos flujos incentivaron a presentar condiciones de cielo mayormente despejados y el descenso nocturno de la temperatura del aire en la sierra del Perú. (Ver **Figura 12b**).

La última década del mes, presentó una configuración de mayor variación con respecto a la segunda década, esta década presentó mayores perturbaciones meridionales tanto sobre el Pacífico y en Continente. Configurando una vaguada fría en la última semana del mes que apoyó el desplazamiento de una Alta Migratoria hacia latitudes más bajas. Así mismo la parte delantera de la vaguada incentivó la organización de una ciclogénesis al sureste de Brasil (sobre el Atlántico sur). Esta Corriente en Chorro, estuvo constituida por el JS y JPN con el viento máximo que llegaron a registrar 90 km/h. (Ver **Figura 12c**)

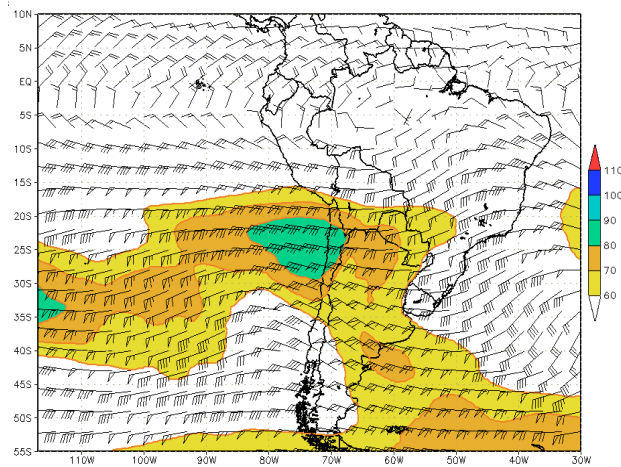
Figura 12. Isotacas en vectores y magnitud del viento mayores a 60 Kt en área sombreada en promedios decadales en el mes de julio del 2004 en el nivel de 200 hPa



1° década de julio



2° década de julio



3° década de julio

3. CONDICIONES CLIMATICAS A NIVEL NACIONAL

3.1 Análisis de las Temperaturas Extremas a Nivel Nacional

Temperatura Máxima

A lo largo de todo el mes, la temperatura máxima presentó valores cercanos a su normal climatológica a excepción de la sierra sur. Las anomalías considerables (mayores o menores a 2 °C), es decir, tanto negativas como positivas fueron muy localizadas. Ver **Mapa 1**.

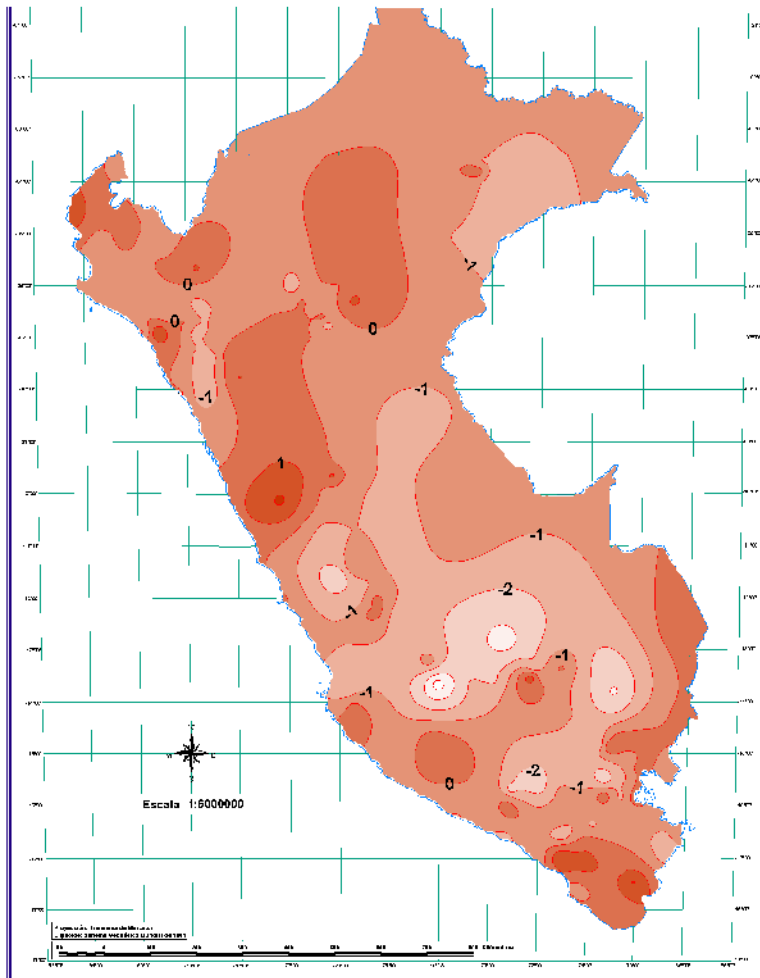
La costa presentó valores similares a sus patrones climatológicos, la anomalía más significativa fue 2,1°C y se registró en Cayaltí (La Libertad).

En la sierra Norte y Central, la temperatura máxima registró valores dentro de su variabilidad normal, a excepción de Llapa y Magdalena (Cajamarca) que repor-

taron anomalías de -2,1°, Chiquián (Ancash) registró 2,3°C y La Oroya (Junín) alcanzó -2,9 °C.

En la sierra sur, la temperatura máxima presentó anomalías negativas superiores a 2 °C en la zona que comprende el sur de Ayacucho y la provincia de Andahuaylas, éstas anomalías alcanzaron valores de hasta -4,7 °C en Huancapi (Ayacucho); y en Cabanaconde (Arequipa) reportaron -2,5 °C. Estas anomalías negativas en la mayor parte del territorio sur reflejaron la presencia de nubosidades, las cuales favorecieron la ocurrencia de precipitaciones, la cual no es habitual para esta temporada.

En la selva, la temperatura máxima presentó valores muy cercanos a sus normales climatológicas. **Mapa 1**.



Mapa 1. Anomalía de la Temperatura Máxima (°C) julio 2004

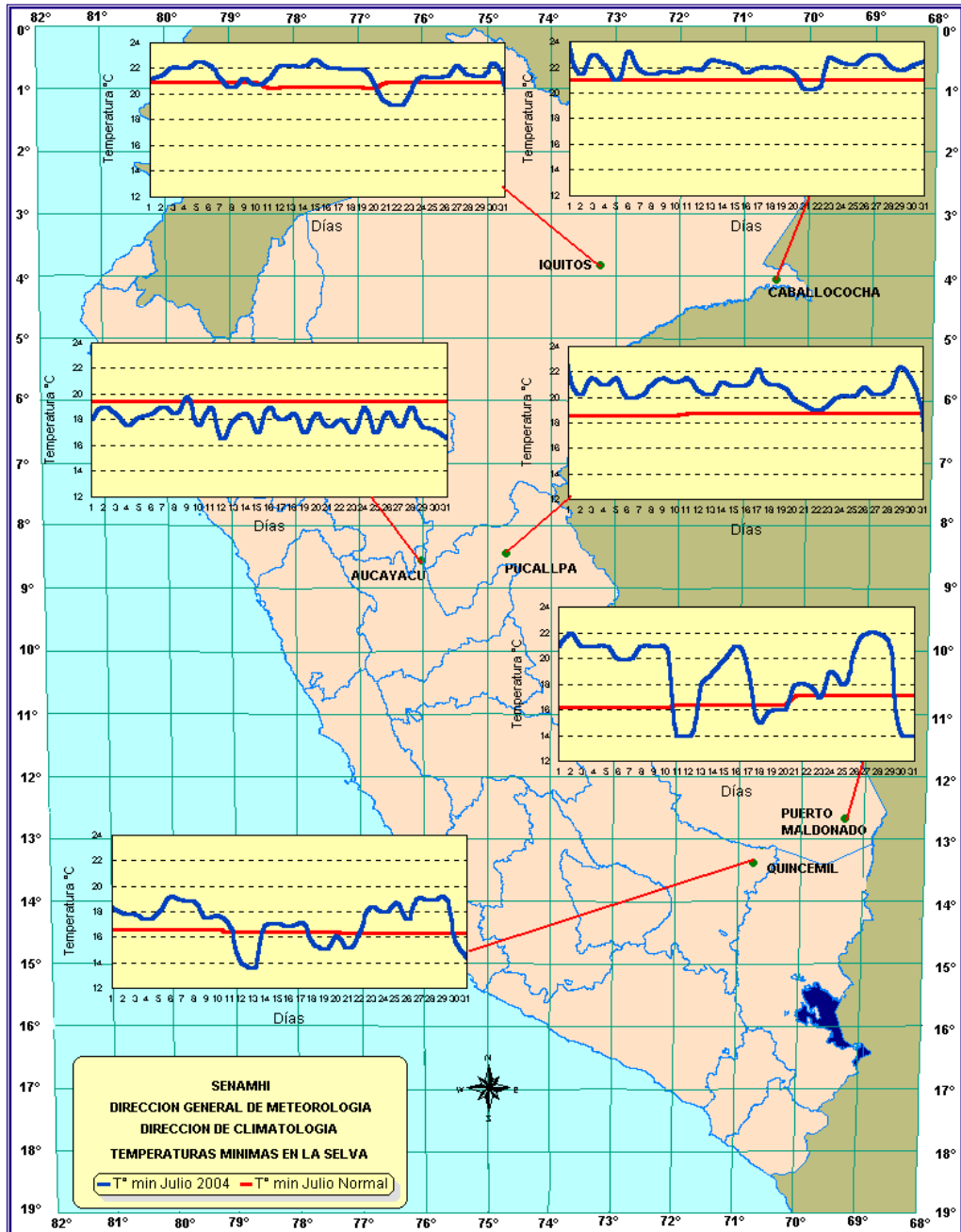
Fuente : SENAMHI / CPN

Friajes

Durante julio, se registraron dos ingresos de sistemas frontales en el sur de Perú, el primero entre los días 11,12; y el segundo el 31 de julio, los cuales causaron sólo descensos de la temperatura mínima del aire en la selva sur, registrándose valores de 3 °C menores a su normal.

El **Mapa 4** se muestra el comportamiento de la temperatura mínima diaria en las estaciones de monitoreo.

Mapa 4. Comportamiento de la temperatura mínima en la selva



3.2 Comportamiento de la Precipitación a nivel Nacional

Comportamiento mensual de la precipitación

A nivel nacional las lluvias presentaron valores superiores a sus normales climatológicas. Cabe mencionar que actualmente nos encontramos en el periodo de estiaje, por lo cual los valores climatológicos normales en la costa son menores a 1 mm, y la sierra presenta valores mínimos. De manera inusual durante el mes de julio se registraron precipitaciones ligeras y muy por encima de sus valores normales, por lo que las anomalías superan 4000%.

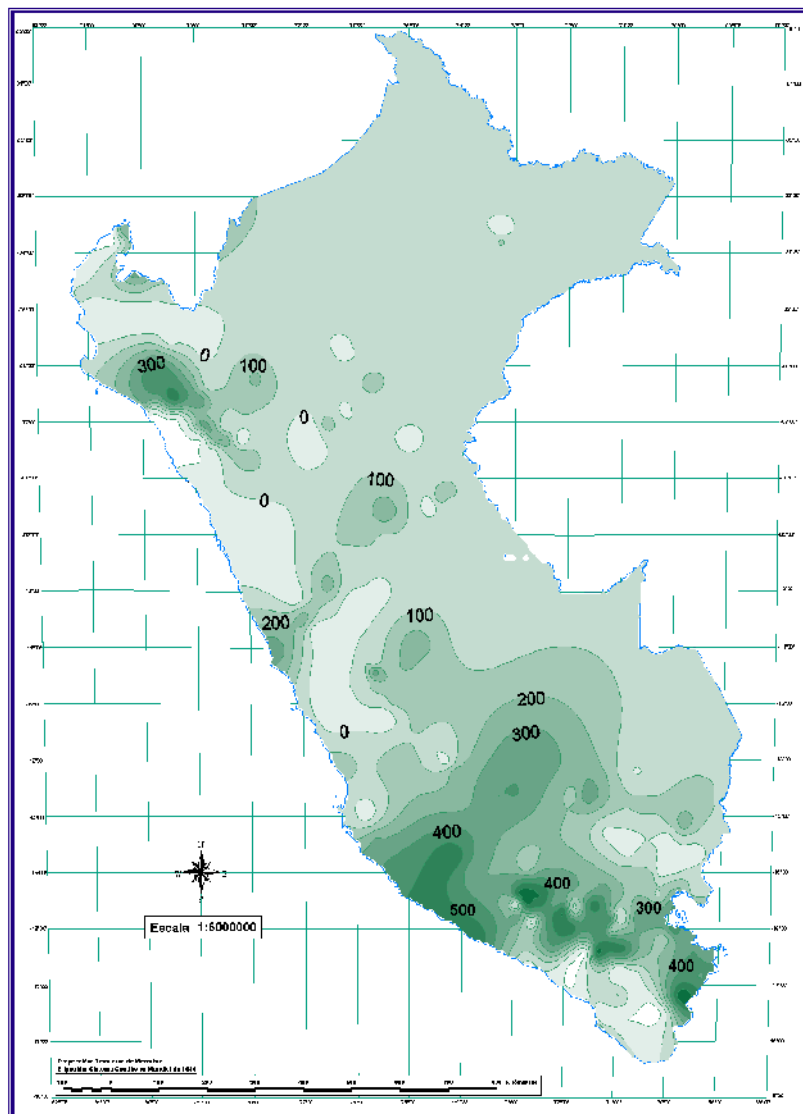
En la costa, las lluvias presentaron valores superiores a su patrón climatológico, a excepción de Mollendo (Arequipa) que reportó una anomalía negativa de 85%, en el resto del territorio costero las anomalías positivas alcanzaron valores de hasta 1837% en Camaná (Arequipa) esto debido a la presencia de continuas lloviznas que acumularon 3,5 mm (3,5 lt/m²), siendo su normal 0,2 mm/mes.

En la sierra se presentaron anomalías positivas, observándose mayores intensidades en la sierra sur, cabe resaltar que estos valores se ven incrementados debido a la presencia inusual de ligeras precipitaciones acumuladas durante todo este mes. A fin de poder ilustrar mejor este incremento en las anomalías positivas, se presenta el **Cuadro 1**, donde se consideran el reporte de algunas estaciones meteorológicas. La selva presentó valores similares a sus promedios históricos.

Cuadro 1. Anomalia de la Precipitación - julio 2004

Departamento	Estación	Precipitación julio (mm)	Precipitación Normal julio (mm)	Anomalia %
Cajamarca	San Pablo	11,0	0,3	3533
Lima	Cajatambo	4,4	0,2	2024
Arequipa	Salinas	22,0	0,5	4447
Ayacucho	Puquio	19,0	0,6	3049
Cusco	Quillabamba	73,0	6,8	966
Puno	Mazo Cruz	26,0	4,7	1344

Mapa 5. Anomalia de la precipitación (%) julio 2004



La distribución de los recursos hídricos en el territorio nacional es muy irregular, así tenemos que el recurso es abundante en la vertiente amazónica y, escaso en la vertiente del pacífico, en donde se encuentra la mayor población y por lo tanto creciente demanda hídrica, razón por la cual el monitoreo y evaluación es de gran importancia para los diferentes sectores productivos.

SENAMHI a través de la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos realiza el monitoreo de las cuencas hidrográficas más representativas a nivel nacional, divididas en sus tres vertientes: Pacífico, Titicaca y Atlántico, efectuando el análisis estadístico de la información hidrometeorológica obtenida de la red observacional, para su publicación en un formato que los usuarios puedan disponer con facilidad obteniendo como resultado gráficos o histogramas de la evolución y situación de los recursos hídricos en las tres vertientes y se realiza comparaciones con el año hidrológico 2002-2003.

Así también se han incluido gráficos sobre el comportamiento de los caudales y niveles de cuencas representativas, comparando los valores registrados el año hidrológico 2003-2004, con el año hidrológico 2002-2003, el año normal y el año seco promedio.

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, energía hidroeléctrica, etc.

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

Objetivo

Dar a conocer a las instituciones y público en general, el comportamiento hidrológico de los ríos de las cuencas representativas de las vertientes del océano Pacífico, Lago Titicaca y Atlántico, durante el mes de julio de 2004, con la finalidad de contribuir al conocimiento de la situación hídrica en el país y su tendencia para la planificación de sus actividades ligadas con el agua.

Metodología de Análisis

Para el análisis hidrológico se han seleccionado 31 estaciones hidrométricas y 36 pluviométricas de cuencas representativas en sus tres vertientes: Océano Pacífico, lago Titicaca y Atlántico. 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.

VERTIENTE DEL PACÍFICO			
	CUENCA	ESTACION HIDROLOGICA	ESTACION METEOROLOGICA
Zona Norte	Tumbes	H-El Tigre	El Tigre Cabo Inga
	Chira	H-Ciruelo	Pte. Internacional Ayabaca El Ciruelo
	Macará	H - Pte. Internacional	
	Piura	H - Pte. Nácara	Huamaca Chalaco
	Chancay- Lambayeque	H - Racarumi	Chancay-Baños Santa Cruz
	Crisnejas	H - Jesús Túnel	
	Jequetepeque	H - Pampalarga	Porcón Llapa Magdalena
Zona Centro	Rimac	H - Chosica R-2	
	Chillón	H - Obrajillo	
	Huaura	H- Sayan	
Zona Sur	Pisco	H - Letrayoc	
	Ica	H - Huamani	
	Camaná-Majes	H-Huatiapa	Imata Huanta Pulhuay
	Chili	H- Charcani	El Frayle Cabanaconde Chivay
	Sama	H - La Tranca	

VERTIENTE DEL ATLANTICO			
	CUENCA	ESTACION HIDROLOGICA	ESTACION METEOROLOGICA
Zona Norte	Amazonas	H - Enapu Peru	Tamishiyacu Pto. Almendras San Roque
	Nanay	H - Seda Loreto	
	Napo	H - Bellavista	
	Corrientes	H - Trompeteros	
Zona Centro	Ucayali	H - Requena	Pto. Inca Aguaytia
	Huallaga	H - Picota	Picota Campanilla
	Aguaytia	H - Aguaytia	
	Tocache	H - Pte. Tocache	
	Mantaro	H - Pte Brena	Cerro de Pasco Jauja La Oroya
	Cunas	H - Cunas	
	Mayo	H - Shanao	
Biavo	H - Biavo		
Zona Sur	Vilcanota	H - Pisac	Paucartambo Sicuaní
VERTIENTE DEL ATLANTICO			
	CUENCA	ESTACION HIDROLOGICA	ESTACION METEOROLOGICA
Ríos	Ilave	H - Pte. Carretera Ilave	Mazocruz
	Ramis	H - Pte. Carretera Ramis	Chuquibambilla Azangaro
	Huancané	H - Pte. Carretera Huancané	Moho
	Coata	H - Pte. Unocolla	Lampa Cabanillas
	Lago Titicaca	Titicaca	H - Muelle ENAFER

Cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay - Lambayeque, Jequetepeque y Crisnejas

Análisis de precipitaciones

Para el mes de julio de 2004, las precipitaciones presentan un superávit con respecto a sus valores normales, situación diferente a la que se venía manteniendo desde el inicio del presente año hidrológico, como podemos observar en el **Gráfico 1**.

En base a la información evaluada, tal como se muestra en el **Tabla 1**, se puede observar que las precipitaciones han presentado anomalías de 143%, 13%, -76%, 459% y 164% en las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Piura, Chancay-Lambayeque y Jequetepeque, respectivamente.

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

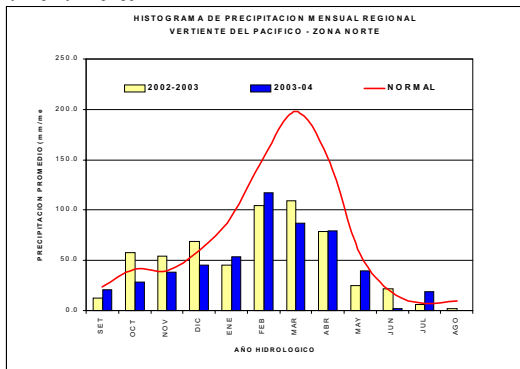


Tabla 1. precipitación mensual por cuencas en la zona norte de la vertiente del pacífico (m³/s)

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalia
TUMBES	0.0	12.6	5.2	143%
CHIRA	1.9	6.7	5.9	13%
PIURA	2.5	1.7	7.0	-76%
CHANCAY-LAMBAYEQUE	0.0	68.3	12.2	459%
JEQUETEPEQUE	3.6	22.2	8.4	164%

Tabla 2. comportamiento de los caudales de los ríos de la zona norte de la vertiente del océano pacífico (m³/s)

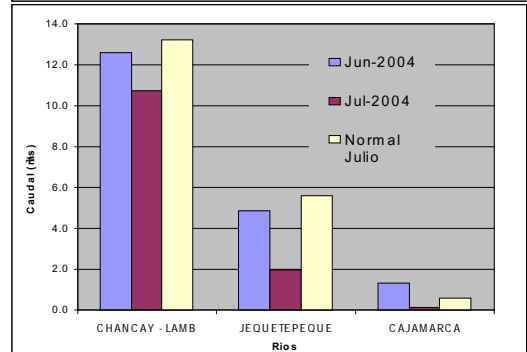
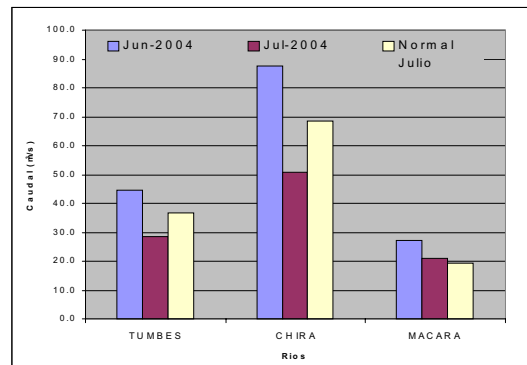
RIO	Jun-2004 Qmed.	Jul-2004			Normal Julio	ANOMALIA
		Qmed.	Qmax.	Qmin.		
TUMBES	44.5	28.7	32.9	25.2	36.7	-22%
CHIRA	87.6	50.9	140.0	29.0	68.4	-26%
MACARA	27.3	21.0	45.0	14.0	19.4	8%
CHANCAY - LAMB	12.6	10.7	25.8	7.5	13.2	-19%
JEQUETEPEQUE	4.9	2.0	2.4	1.3	5.6	-65%
CAJAMARCA	1.31	0.16	0.20	0.14	0.60	-74%

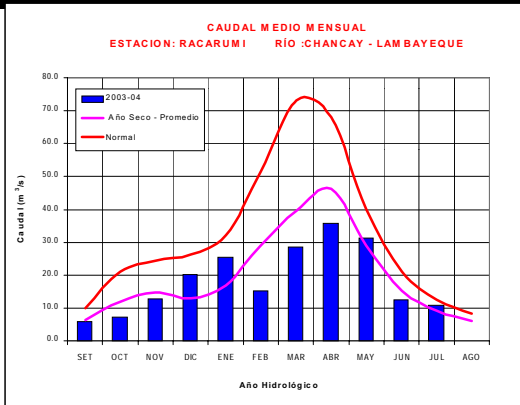
Para el mes de julio, los caudales de los ríos de esta zona se presentaron deficitarios, como podemos observar en el **Tabla 2 y Gráfico 3**. Las anomalías son de -22%, -26%, -19%, -65% y -74% para las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Chancay-Lambayeque, Jequetepeque y Cajamarca respectivamente. El río Macará se mantuvo dentro de sus valores normales, con una anomalía de 8%.

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

A fin de mostrar el comportamiento hidrológico de la vertiente del Pacífico, se ha seleccionado la cuenca del río Chancay-Lambayeque. Como se puede observar en el **Gráfico 3**, durante el mes de julio el caudal del río Chancay-Lambayeque ha disminuido con respecto al mes anterior, manteniendo un comportamiento deficitario..

Gráfico 2. Precipitación mensual de la zona norte de la vertiente del Pacífico por cuencas





RIO	Jun - 2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
HUAURA	7.4	3.5	10.6	0.3	11.4	-70%
RIMAC	23.0	23.0	24.4	21.6	15.6	48%
CHILLON	1.2	1.3	1.4	1.2	2.0	-34%

Gráfico 4. Caudales medios mensuales de la Vertiente del Pacífico zona Centro por cuencas

1.2 Zona Centro

Cuenca de los ríos Rímac, Chillón y Huaura

Análisis de caudales

El régimen de los caudales de los ríos Chillón y Huaura, se presentan deficitarios con respecto a su normal. El caudal del río Rímac presenta un superávit, esta situación se debe al sistema de regulación (conjunto de lagunas que aporta al caudal natural) que posee la cuenca, como podemos observar en el **Tabla 3 y Gráfico 4**.

Los ríos Huara, Rímac y Chillón presentan anomalías de -70%, 48% y -34%, respectivamente.

Para mostrar el comportamiento de esta parte central de la vertiente, se ha seleccionado la cuenca del río Chillón por ser ésta no regulada, es decir que sus caudales son de régimen natural. Podemos observar en el **Gráfico 5** los caudales del río Chillón durante el mes de julio ha mantenido su caudal con respecto al mes anterior y continúa presentando caudales deficitarios.

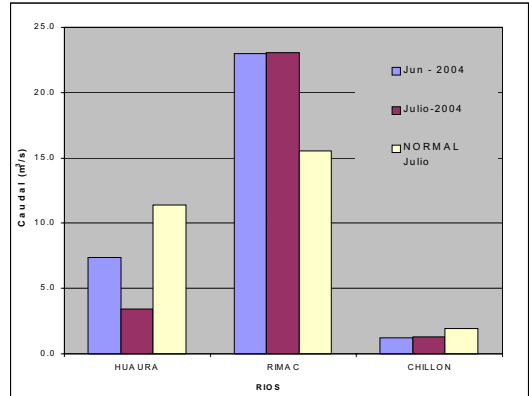
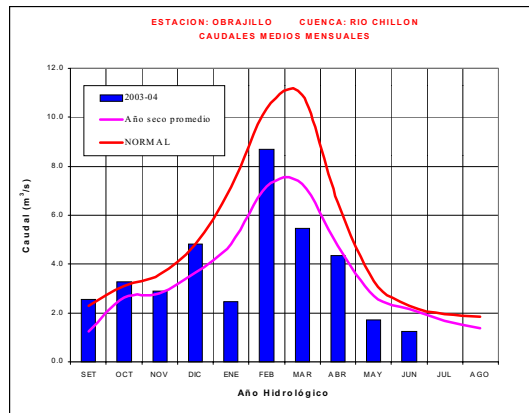


Gráfico 5. Caudal medio mensual del año hidrológico 2003-2004, año promedio o normal y año seco promedio del río Chillón



Análisis de precipitación

Para el mes de julio se han presentado algunas precipitaciones en la parte alta de la cuenca del río Camaná-Majes. Ver el **Gráfico 6**.

En base a las estaciones evaluadas, tal como se muestra en el **Tabla 4**, las anomalías de precipitación son de 2150% y 738% para las cuencas Camaná-Majes y Chili, respectivamente. Como se puede observar ambas cuencas han presentado precipitaciones superiores a sus valores normales.

Gráfico 6. Histograma de precipitación mensual regional de la vertiente del Pacífico de la zona Sur

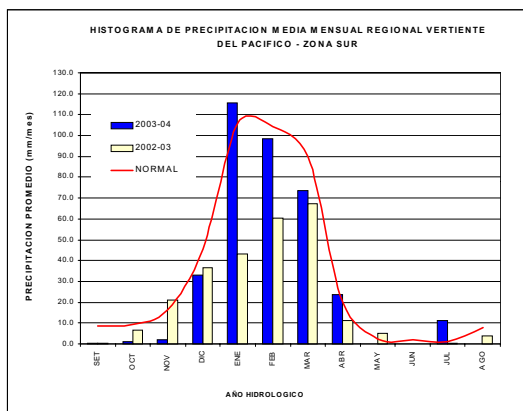


Tabla 4. Precipitación Mensual de la Zona Sur de la Vertiente del Pacífico zona por cuencas

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalia
CAMANA MAJES	0.0	24.6	1.1	2150%
CHILI	0.0	9.3	1.1	738%

El caudal medio del río Camaná-Majes del mes de julio-2004 fue menor con respecto al mes anterior, así mismo presenta valores normales, registrándose una anomalía de 8% con respecto a su normal. En cuanto al río Chili, este presentó un superávit de 28% y su caudal se mantuvo estable con respecto al mes anterior, producto del manejo del sistema regulado (reservorios ubicados en la parte alta de la cuenca).

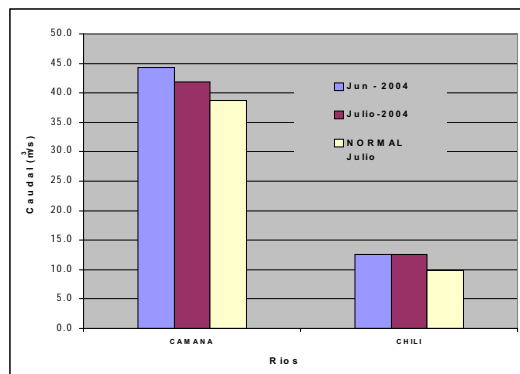
En el **Tabla 5 y Gráfico 7** se presenta el resumen del comportamiento de los caudales medios mensuales del mes anterior, el mes actual y su promedio histórico, en las estaciones hidrológicas Huatiapa y Charcani correspondientes a los ríos Camaná-Majes y Chili.

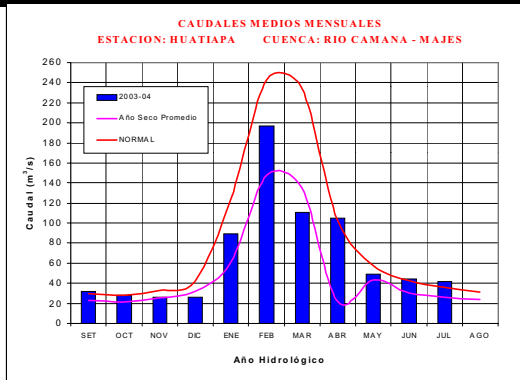
Como podemos observar en el **Gráfico 8**, se presenta el histograma de caudales registrados en la cuenca del río Camaná-Majes. Durante el mes de julio ha incrementado su caudal con respecto al mes anterior, así mismo se presenta ligeramente por encima de su valor normal.

Tabla 5. Comportamiento de los caudales de los ríos de la zona sur de la vertiente del océano Pacífico (m³/s)

RIO	Jun - 2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
CAMANA	44.4	41.8	43.3	39.9	38.7	8%
CHILI	12.6	12.6	--	--	9.8	28%

Gráfico 7. Caudales Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Sur por cuencas



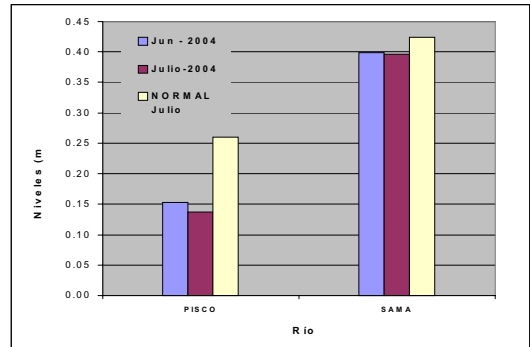


Análisis de Niveles

El río Pisco continúa presentando niveles deficitarios, con una anomalía de -0,12 metros. El Sama ha presentado niveles dentro de sus valores normales. Ver **Tabla 6** y **Gráfico 9**.

RIO	Jun - 2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA metros
	Nmed.	Nmed	Nmax.	Nmin.		
PISCO	0.15	0.14	0.17	0.08	0.26	-0.12
SAMA	0.40	0.40	0.42	0.37	0.42	-0.03

Gráfico 9. Niveles Medios Mensuales de la Vertiente del Pacífico Zona Sur por Cuencas



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 julio, se presentó un comportamiento deficitario en las precipitaciones, así mismo éstas disminuyeron con respecto al mes anterior, tal como se muestra en el **Gráfico 10**.

Como podemos apreciar en el **Tabla 7**, la precipitación en las cuencas de los ríos Ramis, Ilave, Coata y Huancané presentaron una anomalía de 347%, 365%, -54% y 738%, respectivamente.

Análisis de caudales

El comportamiento hidrológico, el mes de julio, de los principales tributarios del lago Titicaca se muestra en el **Tabla 8 y Gráfico 11**, siendo sus anomalías 49%, 14%, 25%, -57% respectivamente, con respecto a su normal.

Como podemos apreciar en el **Gráfico 12**, el comportamiento del río Ilave durante el mes de julio ha incrementado ligeramente su caudal presentando valores ligeramente sobre su valor normal.

Análisis de Niveles del lago Titicaca

Durante el mes de julio el nivel del lago Titicaca ha disminuido en 0,08 m, alcanzando al 31 de julio la cota de 3810,50 msnm.

En el **Tabla 9 y Gráfico 13** se resumen las fluctuaciones del nivel del lago durante el mes de Julio.

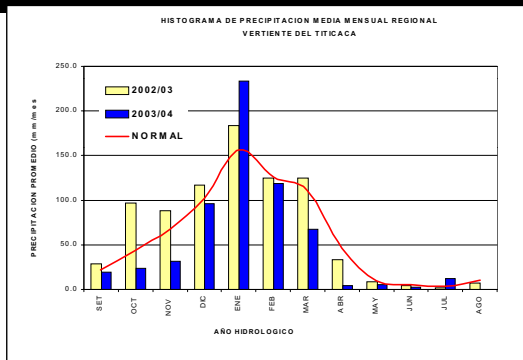


Gráfico 11. Caudales medios mensuales de la Vertiente del Lago Titicaca

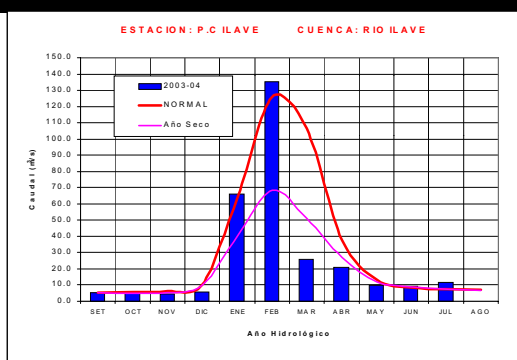


Gráfico 13. Niveles medios diarios del Lago Titicaca

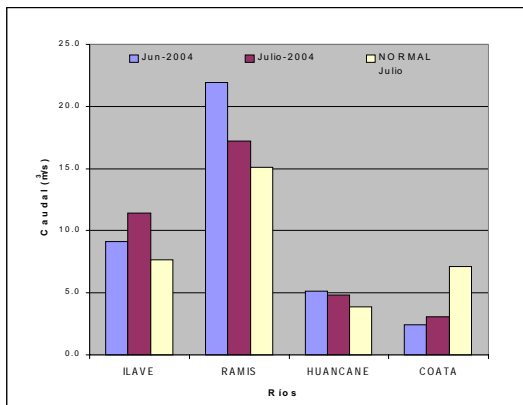


Tabla 7. Precipitación mensual de la vertiente del lago Titicaca por cuencas

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalia
RAMIS	1.0	14.8	3.3	347%
ILAVE	0.0	5.3	1.1	365%
COATA	1.3	2.3	5.0	-54%
HUANCANE	13.2	33.5	4.0	738%

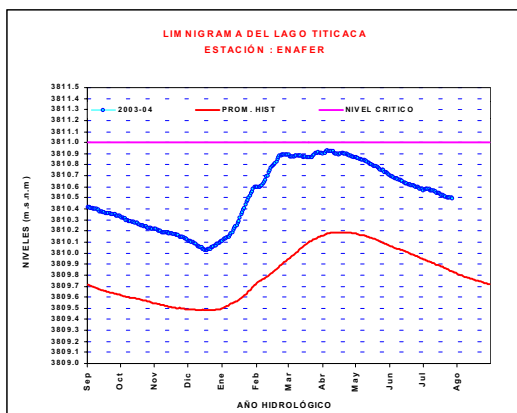
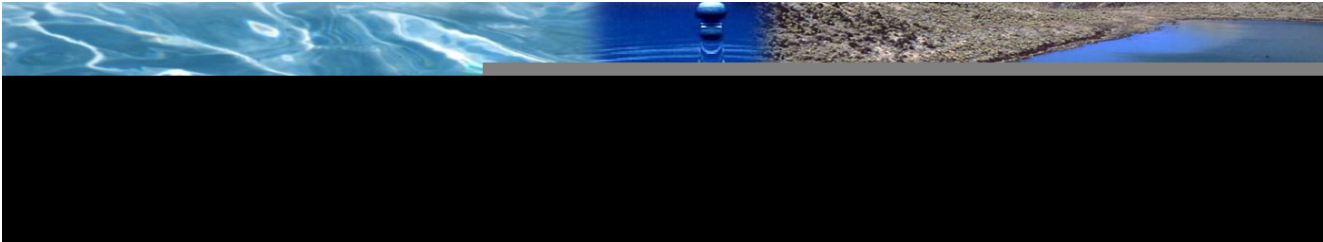


Tabla 8. Comportamiento de los caudales de los ríos de la vertiente del lago Titicaca

RIO	Jun-2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA
	Qmed	Qmed	Qmax	Qmin.		
ILAVE	9.1	11.4	14.3	9.9	7.7	49%
RAMIS	21.9	17.2	17.9	16.8	15.1	14%
HUANCANE	5.2	4.8	5.2	4.6	3.9	25%
COATA	2.4	3.1	5.1	2.1	7.1	-57%

Tabla 9. Comportamiento de Niveles del lago Titicaca

LAGO	Jun-2004	Julio-2004		NORMAL Julio	INCREMENTO Julio	
	Nivel al 30 de Junio	Nivel al 31 - Julio	Nmax.			Nmin.
LAGO TITICACA	3810,58	3810,50	3810,59	3810,50	3809,89	-0,08



regional de la vertiente del Atlántico - Zona Norte

Sub Cuenca Amazonas

Análisis de precipitación

Las precipitaciones durante el mes de julio han disminuido significativamente con respecto al mes anterior, así mismo ha presentado un comportamiento deficitario, tal como se puede apreciar en el **Gráfico 14**.

El comportamiento de la precipitación en la subcuenca Amazonas (área comprendida desde Nauta hasta su desembocadura en la frontera con el Brasil) presentó valores con una anomalía de -1,8 %, con respecto a su valor normal. Ver **Tabla 10**.

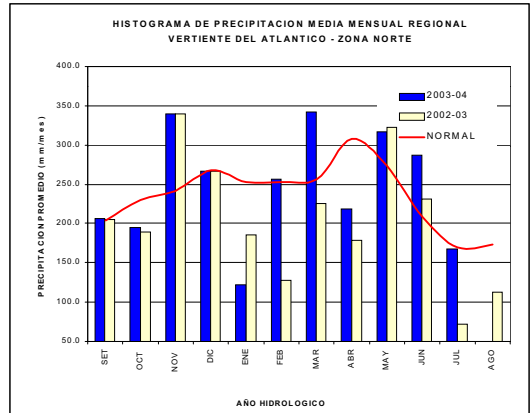


Tabla 10. Precipitación mensual de la zona norte de la vertiente del Atlántico

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalía
Amazonas	286.6	167.2	170.2	-1,8%

Análisis de niveles de agua

El comportamiento del nivel de agua de los ríos Amazonas, Nanay, Napo y Corrientes, se muestra en el **Tabla 11 y Gráfico 15** donde podemos observar que en el mes de Julio los niveles de los ríos Amazonas, Nanay se mantuvieron dentro de sus valores normales presentando anomalías de 0,42 y 0,64 m respectivamente; los ríos Napo y Corrientes presentaron valores superiores a su normal con anomalías de 2,19 y 1,32 m respectivamente.

Como cuenca representativa se ha seleccionado la del río Amazonas, por su mayor importancia, así podemos apreciar en el **Gráfico 16**, durante el mes de julio ha disminuido su nivel con respecto al mes anterior, así mismo se encuentra dentro de sus valores normales.

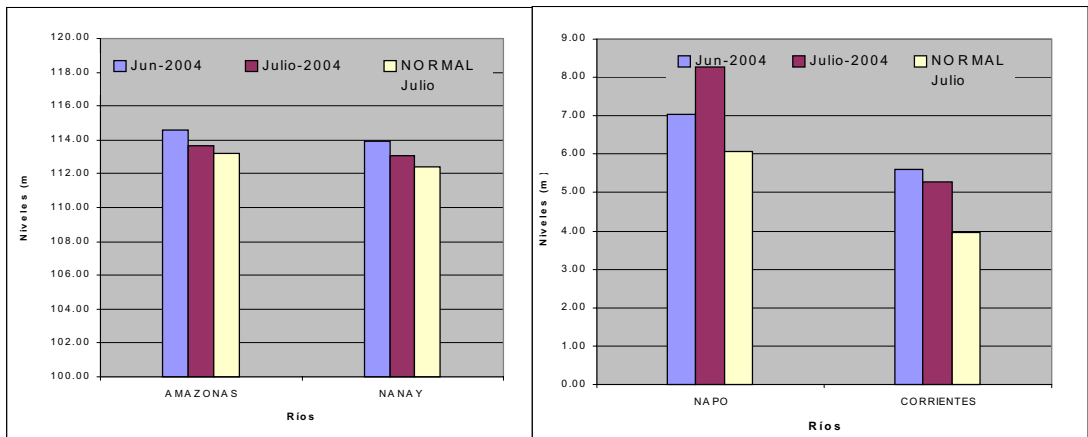
Tabla 11. Comportamiento de los Niveles de ríos de la selva norte

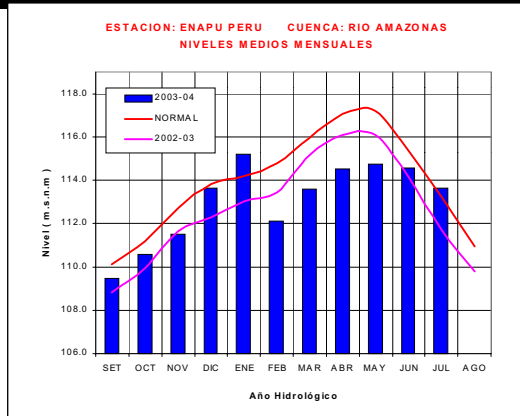
RIO	Jun-2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA metros
	Nmed.	Nmed	Nmax.	Nmin.		
*AMAZONAS	114.54	113.65	114.55	112.98	113.23	0,42
*NANAY	113.91	113.09	113.81	112.46	112.45	0,64
**NAPO	7.05	8.26	8.88	7.77	6.07	2,19
**CORRIENTES	5.59	5.29	7.52	3.63	3.96	1,32

* niveles expresados en m.s.n.m

** niveles expresados en m.

Tabla 15. Niveles medios mensuales de la zona norte de la vertiente del Atlántico





3.2 Selva Central

Cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Mantaro

Análisis de precipitación

En el **Gráfico 17** se aprecia, que las precipitaciones durante el mes de julio ha presentado valores mayores a su normal.

Durante el mes de julio las precipitaciones registradas sobre las cuencas de los ríos Mantaro, Ucayali y Huallaga presentaron anomalías de -63%, 42% y 5% respectivamente, como se puede observar en el **Tabla 12**.

Análisis de niveles de agua

Los niveles de los ríos en esta región, para el mes de julio, han presentado valores normales e inferiores a sus normales. Los niveles del río Ucayali, Huallaga, Aguaytía, Tocache, Mantaro y Cunas presentaron anomalías con respecto a su normal de -0,59 m; 0,26 m; -0,30 m; 0,33 m; -0,52 m y -0,33 m, respectivamente. Ver **Tabla 13** y **Gráfico 18**.

Análisis de caudales

Los caudales de los ríos Mayo y Biavo durante el mes de Julio han presentado una anomalía de 18,2% y -36,6% respectivamente.

En la **Tabla 14** y **Gráfico 19** se presenta el comportamiento de los caudales en el mes de julio.

En el **Gráfico 20**, se muestra como cuenca representativa la del río Mayo, donde se observa que los niveles del río han tenido un comportamiento variable desde el mes de enero-2004 hasta la fecha, presentado caudales menores a su normal.

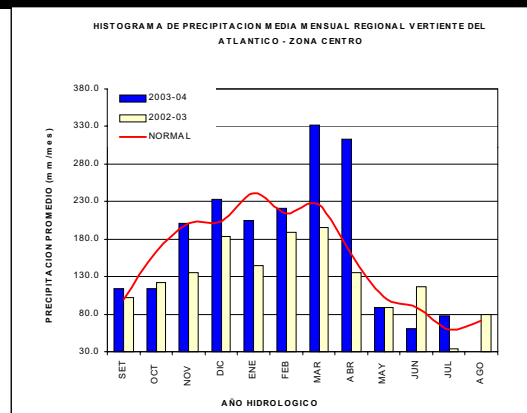


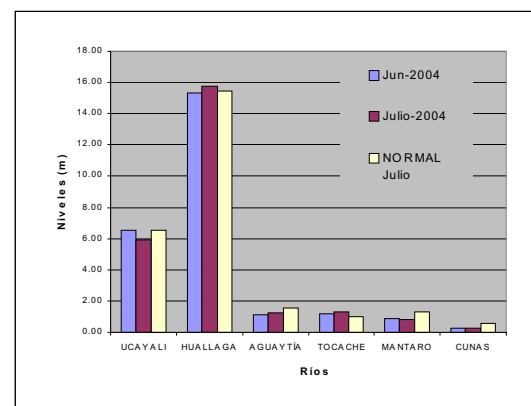
Tabla 12. Precipitación mensual por cuencas, en la zona centro de la vertiente del atlántico

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalia %
MANTARO	22.3	10.7	29.3	-63%
UCAYALI	117.0	193.2	136.0	42%
HUALLAGA	61.2	63.9	61.0	5%

Tabla 13. Comportamiento de los niveles de los ríos de la selva central

	Jun-2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA metros
	Nmed.	Nmed.	Nmax.	Nmin.		
UCAYALI	6.52	5.92	6.46	5.58	6.52	-0,59
HUALLAGA	15.33	15.74	16.43	14.96	15.48	0,26
AGUAYTÍA	1.09	1.23	2.71	0.56	1.53	-0,30
TOCACHE	1.20	1.32	2.10	0.89	0.99	0,33
MANTARO	0.85	0.79	0.84	0.75	1.31	-0,52
CUNAS	0.23	0.24	0.28	0.20	0.57	-0,33

Gráfico 18. Niveles medios mensuales de la zona centro de la Vertiente del Atlántico



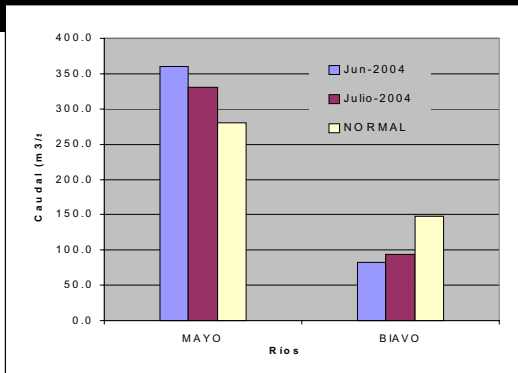


Gráfico 20. Caudales medios mensuales del año hidrológico 2003-2004 y normal del río Biavo

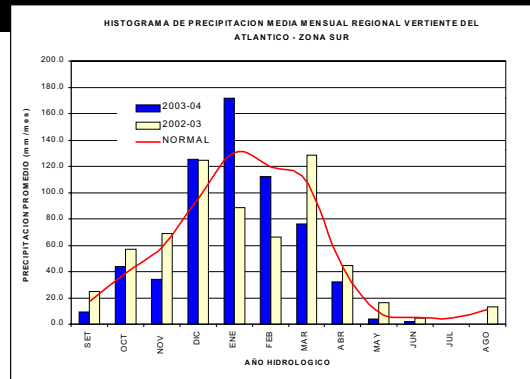


Tabla 15. precipitación mensual por cuencas en la zona sur de la vertiente del atlántico

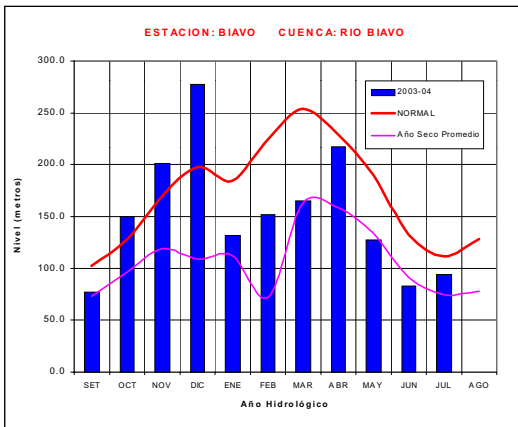


Tabla 14. Comportamiento de los caudales de los ríos de la selva central

RIO	Jun-2004	Julio-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
MAYO	359.6	330.8	424.3	263.9	280.0	18,2%
BIAVO	82.7	93.6	119.1	80.9	147.6	-36,6%

3.3 Selva Sur

Cuencas del río Vilcanota

Análisis de precipitación

Como podemos apreciar en el **Gráfico 21** las precipitaciones en la cuenca del río Vilcanota durante el mes de julio se han presentado algunas precipitaciones por encima de sus valores normales.

Así mismo podemos apreciar en el **Tabla 15**, que para el presente mes la precipitación en la cuenca del río Vilcanota, presenta un superávit de 524% con respecto a su normal, así mismo las precipitaciones han disminuido con respecto al mes anterior.

CUENCA	PRECIPITACION (mm)			
	Jun-04	Jul-04	Normal	Anomalía %
Vilcanota	5.5	29.4	4.7	524%

Análisis de caudales

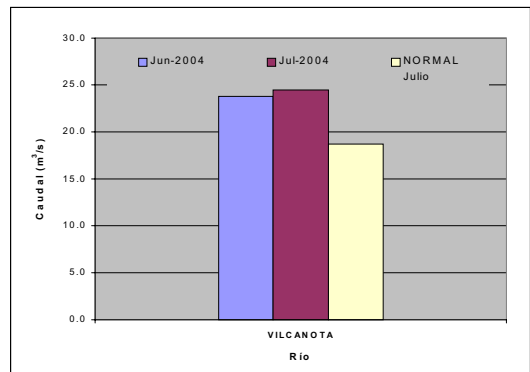
En el presente mes el caudal del río Vilcanota, ha incrementado ligeramente su caudal respecto al mes anterior, así mismo ha presentado caudales menores a su normal. Para el mes de julio presentó una anomalía de 31%, como podemos observar en el **Tabla 16 y Gráfico 22**.

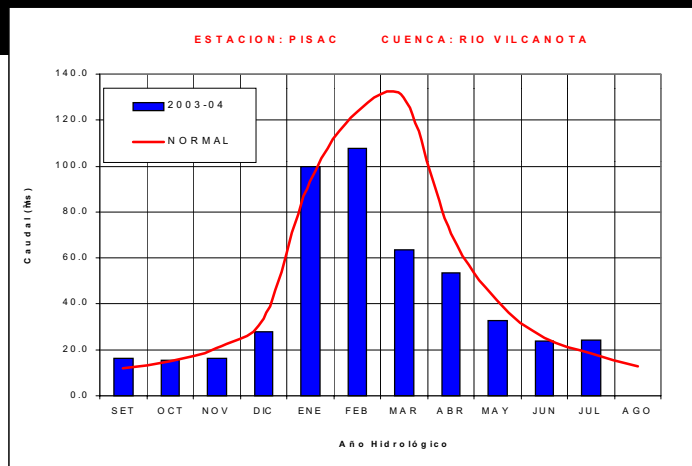
Para una mejor información, se ha seleccionado la cuenca del río Vilcanota. En el análisis de los caudales de este río, se aprecia que el valor del mes de julio supera ligeramente su normal.

Tabla 16. Comportamiento de los caudales del río Vilcanota

RIO	Jun-2004	Jul-2004			NORMAL Julio	ANOMALIA
	Qmed.	Qmed	Qmax.	Qmin.		
VILCANOTA	23.8	24.5	62.5	18.5	18.7	31%

Gráfico 22. Caudales medios mensuales de la zona sur de la Vertiente del Atlántico





4. CONCLUSIONES

- En la Vertiente del Pacífico se ha observado la presencia de algunas precipitaciones, que han superado ampliamente sus valores normales; sin embargo en magnitud no han sido significativas para el incremento de los caudales, por lo que los ríos durante el año hidrológico 2003-2004 continúan presentando valores deficitarios con respecto a sus valores normales.
- En la vertiente del Lago Titicaca, debido a la presencia de algunas precipitaciones, durante el mes de julio, los niveles y caudales de los ríos se han mantenido estables con respecto al mes anterior, presentando valores por encima de su normal del mes de julio.
- El nivel del Lago Titicaca durante el mes de julio ha disminuido en 8 centímetros y al 31 de julio ha alcanzado la cota 3810,50 msnm.
- En la vertiente del Atlántico, en la zona norte principalmente los ríos han presentado valores normales, a excepción del río Napo y Corriente que ha presentado un superávit. Para la zona central los principales ríos han presentado un comportamiento variable, aunque predominantemente han mantenido sus niveles y caudales con respecto al mes anterior. Para la zona sur, los niveles y caudales del río Vilcanota se han incrementado, con respecto al mes anterior.

5. TENDENCIA HIDROLOGICA PARA AGOSTO 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 pronósticos meteorológicos del SENAMHI para el mes de agosto de 2004.

Para la vertiente del Pacífico existe una alta probabilidad de que para el mes de agosto del 2004 según el pronóstico de precipitaciones; los caudales y niveles de los principales ríos de las cuencas hidrográficas del Pacífico continúen manteniendo su comportamiento deficitario en relación a su normal o promedio histórico.

Para la vertiente del lago Titicaca se prevé con una alta probabilidad de que los ríos de esta vertiente presenten caudales y niveles cercanos a sus valores normales, así mismo los niveles del lago Titicaca seguirán descendiendo, comportamiento estacional característico de los niveles del lago.

Para la vertiente del Atlántico, se prevé que los niveles y caudales de sus ríos alcancen sus valores normales durante el mes de Agosto.

III. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS JULIO 2004

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

En la región de la costa, en gran parte, las condiciones térmicas nocturnas y diurnas se normalizaron, ligeramente frías el mes anterior. Excepto, durante el período nocturno, en Tinajones permanecieron condiciones más frías de lo normal (inferior a su normal $1,6^{\circ}\text{C}$) y algunos valles de la costa central menos fríos de lo normal (Copará, Huarmey, La Capilla, Palpa, y San Camilo con temperaturas mínimas superior a su normal en 2,1; 2,1; 1,5; 1,5 y $1,2^{\circ}\text{C}$); asimismo, durante el período diurno, en algunos valles fueron menos cálidas de lo normal (Hacienda Bernales, Camaná, Fonagro Chincha, Punta Atico, y Pampa Majes con temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,9; 1,8; 1,5; 1,2; y $1,2^{\circ}\text{C}$). Lloviznas intermitentes localizadas (entre 1 a 6 días en el mes) superiores hasta 10 veces respecto a su normal, resaltando Cayaltí, Bajo Piura (San Miguel), Punta Atico, Copara, San Camilo con acumulados de 52; 11; 9,3; 6,6; 4,5 mm/mes.

En los valles de la costa norte, las condiciones térmicas nocturnas ligeramente frías ocasionaron un retraso moderado en el crecimiento de las fases iniciales del cultivo de arroz; favorecieron la diferenciación de yemas vegetativas a yemas florales en los frutales de mango, palto y limonero; en la caña de azúcar prolongaron su fase de macollaje, y otras plantaciones de mayor edad continuaron siendo estimuladas fisiológicamente a la síntesis y acumulación de sacarosa. El nivel de almacenamiento de los reservorios continuó siendo bajo, lo que no permitió mejorar la campaña agrícola anterior, y más aún el inicio de la campaña agrícola (2004-2005), por lo que sería necesario implementar un plan de contingencia y evaluar la posibilidad de sembrar cultivos alternativos como el maíz y algodón de menor consumo de agua en sus diferentes estadios de crecimiento. En los valles de la costa central, las condiciones térmicas frías continuaron favoreciendo la siembra y el crecimiento vegetativo de hortalizas, así como la dormancia de frutales caducifolios como la vid. En los valles de la costa sur, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo, palto, vid, pero y durazno.

La región de la sierra presentó condiciones térmicas nocturnas diferenciadas: la sierra norte normal, la sierra central y el altiplano entre normal y menos frío de lo normal, y la sierra sur variable; excepto en algunos lugares localizados de la sierra sur y el altiplano mostraron noches más frías de lo normal (Carumas Chiguata, Tarata, Lagunillas, Progreso, Colca, Chuquibamba, Taraco, Huancané Abancay; Anta y Sicuani con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 3,8; 3,4; 3,2; 2,9; 2,6; 2,4; 1,4; 1,4; 1,4; 1,2; 1,1; y $1,0^{\circ}\text{C}$). Por otro

lado, las condiciones térmicas diurnas fueron normales; excepto la sierra sur y algunos lugares localizados mostraron días ligeramente fríos, siendo notorio en Huancapí, Abancay, Cerro de Pasco, La Oroya, Cabanaconde, Huasacache, Colca, Magdalena, Llapa, Curahuasi, Urubamba, Andahuaylas, Cutervo, Asunción, Sibayo, La Pampilla y San Miguel con temperaturas máximas inferiores a su normal en 4,7; 4,6; 3,6; 2,9; 2,5; 2,3; 2,2; 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 1,8; 1,7; 1,7; 1,6; 1,6 y $1,4^{\circ}\text{C}$. Heladas de intensidad normal para la época, salvo en los lugares donde las temperaturas mínimas fueron inferiores a su normal.

Lluvias ligeras y localizadas, en la primera década, superaron los valores normales para el mes entre 1 a 10 veces, por su intensidad condicionaron la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a 0,4), salvo en Carpish humedad en exceso ligero ($I_p=1,6$); en Tabaconas humedad adecuada ($I_p=0,8$); Cutervo, Huancavelica, Abancay Granja Porcón, Desaguadero, Tahuaco Yunguyo y Juli humedad en deficiencia ligera ($I_p=0,5$ a 0,7).

En la sierra norte, central y sur continuaron presentándose deficiencias de humedad en los suelos; siendo éstas no significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron generalmente en descanso; sin embargo en los lugares donde se presentaron heladas intensas y nevadas ocasionaron daños a los cultivos instalados y a los pastos naturales; así como al ganado auquénido de la zona.

En la región de la selva las condiciones térmicas nocturnas fueron entre normal y más cálidas de lo normal (superior a su normal entre $1,2$ a $2,9^{\circ}\text{C}$). Y las condiciones diurnas normales; excepto en Navarro, Moyobamba, Sauce, Tarapoto, Tamishiyacu y Jenaro Herrera, menos cálidas de lo normal (temperaturas máximas inferiores a sus normales en 3,2; 1,8; 1,3; 1,3; 1,3, y $1,1^{\circ}\text{C}$). Las lluvias en la selva norte y central presentaron tendencia superior a su normal, alcanzando un promedio de 74% y 145%, respectivamente; que condicionaron en la mayor parte suelos con humedad en deficiencia ligera a adecuada ($I_p=0,5$ a 1,2); excepto, por su intensidad en Jaén y Tambopata mostraron deficiencia extrema ($I_p=0,1$ a 0,4); en Tamishiyacu, San Roque, Requena, Pongo de Caynarichi, San Alejandro, La Divisoria, Tocache, Aucayacu, Tingo María, Quincemil y Puerto Maldonado, exceso ligero ($I_p=1,3$ a 2,2); y en Jenaro Herrera, Tulumayo y Aguaytía, exceso extremo ($I_p=2,9$ a 3,6).

En la selva norte, en los lugares donde se presentaron condiciones térmicas entre normal y cálidas favorecie-

ron las labores de cosecha en el cultivo de arroz, foliación del café y maduración del naranjo. En la selva central y sur, las condiciones extremas de humedad en los suelos continuaron siendo favorables durante la fructificación del naranjo, papayo y palma aceitera.

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

COSTA NORTE

Promedio de temperatura mínima de 16,2°C y máxima de 26,7°C, alcanzando temperaturas nocturnas de 19,6°C y temperaturas diurnas de 23,3°C. En la mayor parte de esta región, las condiciones térmicas nocturnas y diurnas fueron normales, excepto algunos en valles permanecieron ligeramente fríos, como Tinajones presentó temperatura mínima inferior a su normal 1,6°C, acentuada en la segunda y tercera década; y los valles de Motupe, Bajo Tumbes (La Cruz), Bajo Chira (La Esperanza) y Chancay - Lambayeque (Reque) presentaron temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,8; 1,7; 1,4; y 12 °C. Lloviznas intermitentes entre 1 a 4 días en el mes, totalizaron <4,0 mm, excepto el en valle del Bajo Piura (San Miguel) y Cayalti registro 11 y 52 mm/mes, siendo superiores hasta 10 veces más respecto a su normal. La demanda hídrica del medio es 3,5 mm/día.

En el valle de Tumbes, las condiciones térmicas diurnas ligeramente frías y nocturnas normales pueden estar ocasionando un retraso moderado durante las fases iniciales de crecimiento en los cultivos de arroz (La Cruz). En el valle del Chira (Esperanza, Mallares) y Bajo Piura (San Miguel), las condiciones térmicas normales generalmente no fueron significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron en descanso. Terminó la campaña de arroz y algodón Pima. En el Alto Piura, las temperaturas nocturnas ligeramente frías podrían estar afectando la formación de flores en el mango; sin embargo, no son significativas durante la cosecha del limonero (Chulucanas); mientras, en otras parcelas finalizó la campaña del algodón Pima (Morropón). En el valle de Motupe, las condiciones térmicas ligeramente frías continuaron favoreciendo la diferenciación de yemas vegetativas a yemas florales en los frutales de mango, palto y limonero, otros frutales como el naranjo se halló en plena cosecha. En el valle de Tinajones, la presencia de condiciones térmicas nocturnas ligeramente frías viene prolongando la fase de macollaje en la caña de azúcar, sin embargo, debido a las mismas condiciones otras plantaciones de caña de azúcar de mayor edad continuaron siendo estimuladas fisiológicamente a la síntesis y acumulación de sacarosa. En los valles de La Leche (Puchaca) y Zaña (Oyotún) terminó la cosecha de arroz y en algunos lugares se encuentran en plántula y macollaje. El nivel de almacenamiento de los reservorios

en la costa norte continuó siendo inferior, observándose hasta el 31 de julio en Poechos 318,7 MMC; San Lorenzo 111,6 MMC; Tinajones 39,0 MMC estos volúmenes representaron el 53; 43 y 12 % de su capacidad máxima de almacenamiento, respectivamente. Nivel, que no permitió mejorar la campaña agrícola anterior, y aún más se inicia la campaña agrícola (2004-2005), por lo que es necesario implementar un plan de contingencia, y evaluar la posibilidad de sembrar cultivos alternativos como el maíz y algodón, de menor consumo de agua en sus diferentes estadios de crecimiento.

COSTA CENTRAL

Temperatura mínima de 11,7 °C y máxima de 23,1 °C, establecieron una temperatura nocturna de 15,4 °C y diurna de 19,3 °C. Persistieron condiciones térmicas nocturnas y diurnas normales; excepto algunos valles como Copará, Huarmey, La Capilla, Palpa, y San Camilo mostraron noches menos frías de lo normal, acentuada en la primera década, y con temperaturas mínimas superior a su normal en 2,1; 2,1; 1,5; 1,5 y 1,2°C, respectivamente, y también otros valles como Hacienda Bernalles y Fonagro Chincha mostraron días menos cálidos de lo normal, acentuada en la primera y segunda década, reportaron temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,9°C y 1,5°C. Las mayores amplitudes y las extremas temperaturas ocurrieron en los valles, ubicados al sur del departamento de Ica, de Copará y Ocucaje con extrema mínima de 4,8°C y 4,1°C, y con extrema máxima de 30,6°C y 29,7°C, respectivamente. Lloviznas localizadas, acentuada en la primera década, en Copara (6,6 mm/mes), en San Camilo (4,5 mm/mes), Fonagro Chincha (2,8 mm/mes), Alcantarilla (2,4 mm/mes) y Ocucaje (1,2 mm/mes), siendo superiores a su normal. La demanda hídrica del medio es 3,1 mm/día.

En los valles de Casma (Buenavista) y Huarmey, las condiciones térmicas ligeramente frías continuaron favoreciendo la diferenciación de yemas vegetativas a yemas florales en los frutales de mango, palto y ciruelo y en algunas parcelas vienen retrasando moderadamente las primeras fases de crecimiento vegetativo en los sembríos de maíz amarillo de invierno. En el valle de Huaura, las condiciones ligeramente frías continuaron prolongando el crecimiento vegetativo del maíz amarillo y de la caña de azúcar, y en algunas plantaciones favorecen la formación y acumulación de sacarosa; por otro lado, en algunas parcelas vienen favoreciendo la siembra y emergencia en los cultivos de papa; maduración y cosecha en los sembríos de fresa (Alcantarilla). En el valle de Cañete, las condiciones térmicas ligeramente frías continuaron favoreciendo la siembra y el crecimiento vegetativo de hortalizas, así como la dormancia de frutales caducifolios, como la vid y naranjo en pleno reposo vegetativo. (Cañete, Pacarán.) En el valle de Mala, las condiciones térmicas normales siguieron siendo favorables para el manzano en reposo

vegetativo (La Capilla). En los valles de Chincha (Fonagro), Pisco (Bernales) e Ica (San Camilo), las condiciones térmicas nocturnas ligeramente frías son favorables para la acumulación de unidades térmicas frías durante el reposo vegetativo de la vid. En el valle de Nazca, estas mismas condiciones favorecieron el desarrollo de flores en el cultivo de papa, y los frutales de vid fueron favorecidos por la acumulación de horas frío durante su reposo vegetativo (Copara).

COSTA SUR

Temperatura mínima 10,5°C y máxima de 21,6°C, consecuentemente temperatura nocturna de 14,2°C y diurna de 17,9°C, caracterizando condiciones térmicas nocturnas y diurnas normales, a diferencia del mes anterior que fueron ligeramente frías; excepto Camaná, Punta Atico, y Pampa Majes que presentaron temperaturas máximas inferiores a su normal en 1,8; 1,2 y 1,2 °C. Las temperaturas mínimas extremas de 4,4 °C y 3,0 °C ocurrieron en Calana y La Joya, respectivamente. Lloviznas localizadas, en la primera década, de cantidades menores a 2,5 mm/mes, excepto en Punta Atico de 9,3 mm/mes. La demanda hídrica promedio fue 2,7 mm/día.

En el valle de Camaná, las condiciones diurnas ligeramente frías y nocturnas normales favorecieron la maduración y cosecha en los cultivos de frijol Canario y cebolla Camaneja. En el valle de Majes, las condiciones térmicas frías favorecieron la formación de flores en los sembríos de papa y macollaje del trigo y alfalfa (Aplao, Pampa de Majes). En los valles de La Joya y El Tambo (Pampa Blanca), las condiciones térmicas normales favorecieron la cosecha del maíz amarillo y el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar. En el valle de Ilo, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo Sevillano. En el valle de Moquegua, las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo del palto y de la vid en sus diferentes variedades. En el valle de Caplina las condiciones térmicas normales continuaron favoreciendo el reposo vegetativo en el olivo, palto, vid, pero y durazno (La Yarada, Calana).

SIERRA NORTE

El promedio de la temperatura mínima osciló en 8,7 °C, y de la máxima en 20,4 °C, determinaron temperaturas nocturnas de 12,5 °C y diurnas de 16,7 °C; y, similar al mes anterior, condiciones térmicas nocturnas y diurnas normales; excepto en algunos valles del departamento de Cajamarca durante el periodo nocturno estuvieron menos fríos de lo normal (Cajabamba, Celendín, Namora, Bambamarca, Weberbauer, Asunción, Llapa, Jesús y San Marcos con temperaturas mínimas superiores a su normal en 3,1; 2,9; 2,7; 2,7; 1,9; 1,4; 1,4 y 1,2 y 1,2°C) y durante el periodo diurno menos cálidos de lo normal (Magdalena, Llapa, Cutervo, Asunción y San

Miguel con temperaturas máximas inferiores a su normal en 2,0; 2,1; 1,7; 1,7 y 1,4°C). Ausencia de heladas. Lluvias ligeras e intermitentes, entre la primera y segunda década, totalizando entre 2 a 85 mm/mes, siendo intensas para la época (superior a su normal en más del 100%), estas lluvias no fueron suficientes para mitigar la deficiencia extrema de humedad en los suelos ($I_p=0,0$ a 0,4), salvo que por su intensidad en Tabaconas condicionó humedad adecuada ($I_p=0,8$) y en Cutervo y Granja Porcón deficiencia ligera de humedad ($I_p=0,5$ a 0,6).

En Ayabaca, Huancabamba y Huarmaca, la deficiencia extrema de humedad en los suelos continuó ocasionando problemas de estrés hídrico durante la maduración córnea del maíz amiláceo; y en algunas parcelas la presencia de temperaturas máximas absolutas entre 24 y 27,6 °C propiciaron la proliferación de la marchitez bacteriana en los cultivos de papa en plena floración, condiciones que se encuentran dentro de las temperaturas óptimas para el crecimiento del fitopatógeno (27-28°C). En las localidades de Santa Cruz, Chancay Baños, Cutervo y Granja Porcón continuaron presentándose deficiencias ligeras de humedad en los suelos ocasionando en la gran mayoría de cultivos anuales problemas de estrés hídrico durante las fases finales de crecimiento. En las localidades de Bambamarca, Asunción, Cospán, San Juan, Contumaza, Magdalena, San Miguel, Llapa, San Pablo, Celendín, Weberbauer, Namora, Jesús, San Marcos, Cajabamba continuaron presentándose condiciones de deficiencia extrema de humedad en los suelos, siendo éstas condiciones no significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron generalmente en descanso. En La Libertad (Salpo, Huamachuco) y Cajamarca (Chota), persistieron los suelos con deficiencias extrema de humedad siendo no significativos para los campos agrícolas que se hallaron en descanso.

SIERRA CENTRAL

En esta región, el promedio de la temperatura mínima fue 4,1°C y de la máxima, 18,0°C, por consiguiente, la temperatura nocturna alcanzó 8,6°C y la diurna 13,4°C. Las condiciones térmicas nocturnas persistieron entre frío, normal y menos frío de lo normal (superior a su normal entre 1,1 a 3,0°C). Las condiciones diurnas persistieron normales, excepto los en valles andinos del departamento de Lima (Cajatambo); Huancavelica; Ayacucho (Huancapi); Cerro de Pasco; y Junín (La Oroya) presentaron periodos diurnos menos cálidos de lo normal (inferior a sus normales en 4,7; 3,6; 2,9; y 1,1 °C. Para la época, lluvias ligeras, intermitentes e intensas acentuadas en la primera década (23 mm/mes, superior entre 1 a 4 veces respecto a su normal); fueron más significativas en Carpish (131 mm/mes), Huancavelica (50mm/mes) y en Chaglla (31 mm/mes). Éstas, condicionaron la permanencia de suelos con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a 0,4), salvó en Carpish y Huancavelica condicionaron suelos con humedad en exceso ligero ($I_p=1,6$) y deficiencia ligera ($I_p=0,5$).

Ocurrieron, como es usual, heladas, en la mayor parte de la región, de intensidad normal para la época, excepto en el departamento de Huánuco.

En la cuenca alta del río Chillón, continuaron presentándose deficiencias extremas de humedad, y para mantener algunos cultivos como la alfalfa en plena brotación (Canta) se realizaron riegos adecuados. En las cuencas altas del río Pativilca (Chiquián, Cajatambo) y Huaura (Oyón), persistieron condiciones de deficiencia extrema de humedad, que produjeron problemas de estrés hídrico durante la maduración córnea del maíz amiláceo; mientras otros campos de cultivos se hallaron generalmente en descanso. En Huánuco, Canchán y San Rafael, se presentaron temperaturas diurnas ligeramente frías y continuaron las deficiencias de humedad en los suelos ocasionando problemas de estrés hídrico en los cultivos instalados y afectando el normal crecimiento de las flores en el mango, maduración y cosecha del palto, naranjo y limonero; así como también favorecieron la proliferación de queresas. En el valle del Mantaro, continuaron las condiciones de deficiencia extrema de humedad en los suelos y presencia de heladas que generalmente no son significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron en descanso (Jauja, Huayao, Viques, Ingenio). En los valles de Tarma y Huasahuasi, también se presentaron deficiencias extremas de humedad, sin embargo los cultivos son conducidos bajo riego y se encuentran en buenas condiciones, así como la arveja en maduración y cosecha; y en zonas de mayor altitud, los cultivos de papa se hallaron en plena formación de brotes laterales. En Huancavelica (Lircay, Pampa, Acobamba) y Ayacucho (Puquio, Quinua y Huancapi) continuaron las deficiencias extremas de humedad en los suelos. Las heladas no fueron significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron en descanso.

SIERRA SUR

Temperatura mínima de 2,3 °C y máxima de 18,3 °C, en consecuencia temperatura nocturna 7,6 °C y diurna de 13,0 °C. Contrario al mes anterior (normal), las condiciones térmicas nocturnas fueron variables, en algunos lugares localizados noches más frías de lo normal (Carumas Chiguata, Tarata, Colca, Chuquibamba, Abancay; Anta y Sicuani con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 3,8; 3,4; 3,2; 2,4; 1,4; 1,2; 1,1; y 1,0 °C). En las partes altas del departamento de Arequipa noches menos frías de lo normal (Angostura, Imata, Cibayo, Pampillas y Chivay, con temperaturas mínimas superiores a su normal en 3,2; 2,7; 2,1; 1,7; y 1,4 °C). Y en el resto normal. En la mayor parte, las condiciones diurnas fueron más frías de lo normal, resaltando en Abancay, Cabanaconde, Huasacache, Colca, Curahuasi, Urubamba, Andahuaylas, Sibayo, La Pampilla, Chiguata, con temperaturas máximas inferiores a su normal en 4,6; 2,5; 2,3; 2,2; 1,9; 1,8; 1,8; 1,6; 1,6 y 1,2 °C. Se extienden en mayor área la ocurrencia de heladas en

los departamentos de Cusco, Tacna, Moquegua y cuencas altas de Arequipa (>3600 msnm). Para la época, acontecieron en la primera década inusuales lluvias (4 a 40 mm/mes) de intensidad superior entre 1 a 10 veces respecto a su normal. Por la intensidad de lluvias los suelos persistieron con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a 0,4), salvo Abancay que mostró deficiencia ligera ($I_p=0,5$).

En los valles de Urubamba (Anta, Granja Kcayra) y Vilcanota (Sicuani) continuaron las deficiencias extremas de humedad y presencia de heladas meteorológicas, siendo éstas no significativas para los campos agrícolas en descanso; sin embargo afectaron severamente el crecimiento vegetativo de los cultivos de trigo, cebada y maíz amiláceo, así como pérdidas de pastos naturales, por ende disminución en la población de camélidos. Abancay, Andahuaylas y Curahuasi presentaron deficiencias ligeras de humedad; sin embargo, estas deficiencias son complementadas con riego para el duraznero en fructificación y maíz amiláceo en crecimiento vegetativo; Por otro lado, la presencia de heladas meteorológicas afectó severamente a los cultivos instalados. En las cuencas altas de los ríos Camaná (Chuquibamba, Andagua, Cabanaconde, Chivay, Pampa Colca, Machaguay, Choco y Huambo), Ocoña (Yanaquihua, Salamanca, Cotahuasi) y Colca (Sibayo) continuaron presentándose deficiencias extremas de humedad en los suelos que no fueron significativas para los terrenos agrícolas que se hallaron generalmente en descanso; sin embargo la presencia de heladas y nevadas ocasionaron grandes pérdidas al ganado auquenido de la zona. En la cuenca alta del río Quilca (Imata, Chiguata, La Pampilla, Huasacache) también se presentaron deficiencias extremas de humedad; sin embargo algunos campos agrícolas son conducidos bajo riego, en donde los cultivos de alfalfa que se hallaron en brotación y la cebolla en plántula (Huasacache). En la cuenca alta del río Tambo, los cultivos instalados también son conducidos bajo riego para suplir la deficiencia hídrica extrema en la zona; las heladas afectaron el crecimiento vegetativo de los cultivos instalados, especialmente del orégano, alfalfa, papa y maíz (Ubinas, Carumas).

Altiplano: Temperatura mínima de -4,8 °C y máxima de 13,6 °C, consecuentemente, temperatura nocturna de 1,4 °C y diurna de 7,5 °C. A diferencia del mes anterior (más fría de lo normal) las condiciones térmicas nocturnas variaron entre normal a menos frías de lo normal; excepto en Lagunillas, Progreso. Taraco, Huancané permanecieron con temperaturas mínimas inferiores a su normal en 2,9; 2,6; 1,4; y 1,4 °C. Las condiciones diurnas se normalizaron, estuvieron más frías de lo normal, excepto Chuquibambilla y Mazo Cruz permanecieron con temperaturas máximas inferiores a su normal en 3,1 y 1,7 °C. Ocurrencia de heladas en toda la región, siendo más intensas de lo usual en los lugares donde las temperaturas mínimas fueron inferiores a su normal. Lluvias ligeras, en la primera década, totalizaron entre 2

a 50 mm/mes, superiores a su normal entre 1 a 13 veces; por la intensidad de las lluvias permanecieron los suelos con humedad en deficiencia extrema ($I_p=0,0$ a $0,4$), salvo en Desaguadero, Tahuaco Yunguyo, Juli condicionaron deficiencia ligera ($i_p=0,5$ a $0,7$).

En Cabanillas, Ilave, Huaraya Moho, Lampa, Mañazo, Taraco, Yunguyo, Ayavirí y Progreso, continuaron presentándose condiciones de deficiencia extrema de humedad en los suelos, así como la presencia de heladas y granizadas fueron no significativos para los terrenos agrícolas generalmente en descanso.

SELVA NORTE

Temperatura mínima de $19,4^\circ\text{C}$ y máxima $29,4^\circ\text{C}$, establecieron temperatura nocturna de $22,6^\circ\text{C}$ y diurna de $26,2^\circ\text{C}$. Éstas caracterizaron condiciones térmicas nocturnas entre normal y más cálidas de lo normal (superior a su normal entre $1,2$ a $2,8^\circ\text{C}$), excepto en Navarro presentó temperaturas mínimas inferior a su normal en $2,0^\circ\text{C}$. Las condiciones diurnas permanecieron normales; excepto Navarro, Moyobamba, Sauce, Tarapoto, Tamshiyacu y Jenaro Herrera con temperaturas máximas inferiores a sus normales en $3,2$; $1,8$; $1,3$; $1,3$; $1,3$, y $1,1^\circ\text{C}$. Las lluvias variaron entre normal y superiores en 74% , excepto en Jaén inferior a 78% (7 mm/mes); condicionando diferentes niveles de humedad en los suelos: en la mayor parte de la región deficiencia ligera a adecuada humedad ($I_p=0,5$ a $1,2$), en Tamshiyacu, San Roque, Requena, y Pongo de Ccaynarichi exceso ligero; en Jenaro Herrera exceso extremo ($i_p=2,9$); y en Jaén deficiencia extrema ($I_p=0,1$).

En el valle del Utcubamba (Bagua Chica) y Jaén, las condiciones térmicas ligeramente cálidas favorecieron las labores de cosecha en los sembríos de arroz Moro y Capirona, obteniéndose rendimientos promedio de 7 t/ha. En la cuenca del Chinchipe (San Ignacio y Chirinos), las condiciones térmicas normales fueron favorables para los sembríos de café Catimor y Caturra que se hallaron en maduración y cosecha, y algunas plantaciones continuaron siendo afectadas por la roya y cercospora. En el valle del Huallaga Central, las condiciones térmicas diurnas ligeramente frías no son significativos para los sembríos de arroz Capirona en plena cosecha; naranjo Valencia y plátano en fructificación y maduración (Bellavista y Sauce). En el Bajo Huallaga, las condiciones térmicas frías retrasaron la formación de espigas en el pijuayo, y la humedad en los suelos continuaron siendo favorables para el crecimiento de los sembríos de arroz (Navarro, San Ramón). En el Alto Mayo (Moyobamba, Rioja, Naranjillo) las condiciones diurnas ligeramente frías y condiciones de humedad adecuada estarían retrasando moderadamente los primeros estadios de crecimiento en los cultivos de arroz Capirona. En el Bajo Mayo (Tabalosos, Lamas y El Porvenir), las condiciones térmicas normales y condiciones de humedad adecuada favorecieron las labores de cosecha en el

cultivo de arroz, foliación del café y maduración del naranjo. En la cuenca del río Amazonas y Ucayali, las condiciones térmicas continuaron siendo favorables para los cultivos instalados durante el crecimiento y desarrollo del pijuayo, piña, café, plátano y yuca (Tamshiyacu, Requena, Genaro Herrera y Mazan).

SELVA CENTRAL

Temperatura mínima $18,2^\circ\text{C}$ y máxima de $28,5^\circ\text{C}$, alcanzaron promedios de temperatura nocturna de $21,6^\circ\text{C}$ y diurna de $25,1^\circ\text{C}$, éstas caracterizaron condiciones térmicas nocturnas entre normal y más cálidas de lo normal (superior a su normal entre $1,2$ a $2,9^\circ\text{C}$). Las condiciones diurnas fueron normales con tendencia a menos cálidas de lo normal en la segunda y tercera década; excepto en Pozuyo y Oxapampa que estuvieron más cálidas de lo normal (superior a su normal en $1,7$ y $2,7^\circ\text{C}$). Lluvias, uniformes en las tres décadas, superior a su normal en promedio 145% (56 a 390 mm/mes), condicionaron diferentes niveles de humedad en los suelos: deficiencia ligera a adecuada en la mayor parte de la región ($I_p=0,5$ a $1,0$), exceso ligero en San Alejandro, La Divisoria, Tocache, Aucayacu y Tingo María ($I_p=1,3$ a $2,2$); y exceso extremo en Tulumayo y Aguaytía ($I_p=3,2$ a $3,6$).

En el valle de Aguaytía, las condiciones extremas de humedad en los suelos fueron favorables durante la fructificación del naranjo, papayo y palma aceitera (Aguaytía, Maronal, Las Palmeras). En el valle de Pachitea, las condiciones térmicas ligeramente cálidas y condiciones de humedad adecuada continuaron satisfaciendo los requerimientos de los sembríos de arroz Capirona en maduración córnea y cosecha, también fueron favorables para la maduración del palto, crecimiento vegetativo de la yuca y fructificación del cacao (Pozuzo, Oxapampa). En el Perené, las condiciones de humedad adecuada continuaron favoreciendo la cosecha del naranjo y floración del café Caturra (Pichanaki).

SELVA SUR

Temperatura mínima de $16,7^\circ\text{C}$ y máxima de $27,7^\circ\text{C}$, en consecuencia temperatura nocturna de $20,3^\circ\text{C}$ y diurna de $24,0^\circ\text{C}$. Las lluvias fueron variables, totalizando en Quincemil 233 mm/mes (inferior en 39%), en Puerto Maldonado 245 mm/mes, en Quillabamba 73 mm/mes (superior en 222%), y en Tambopata 34 mm/mes; éstas condicionaron niveles de humedad en los suelos: deficiencia extrema en Tambopata ($I_p=0,4$); deficiencia ligera en Quillabamba ($I_p=0,7$); y exceso ligero en Quincemil y Puerto Maldonado ($i_p=1,9$ a $2,1$).

En Quillabamba, las deficiencias ligeras de humedad ocasionaron problemas de estrés hídrico durante la maduración y cosecha en el café. En Puerto Maldonado, se presentaron excesos de humedad en los suelos que fueron favorables para los frutales de la zona.

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)

Tabla 1 . Indices agrometeorológicos, fases fenológicas y estado de los cultivos en la costa - Julio 2004

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD			
COSTA NORTE								
LA CRUZ	22.8	Moderado	Adecuado	Arroz	Nir 1	Plántula		Bueno
LA ESPERANZA	22.8	Moderado	Adecuado	Algarrobo	-	Inflorescencia 100%		Bueno
LA ESPERANZA	22.8	Moderado	Adecuado	Algodón	Pima	Cosecha		Bueno
CHULUCANAS	26.0	Cálido	Adecuado	Mango	Edward	Fructificación 10%		Bueno
CHULUCANAS	26.0	Cálido	Adecuado	Limón	Sutil	Cosecha		Bueno
SAN MIGUEL	24.3	Moderado	Adecuado	-	-	Terreno en descanso		-
MORROPON	25.3	Cálido	Adecuado	Algodón	Pima	Cosecha		Bueno
TINAJONES	22.3	Moderado	Adecuado	Caña de azúcar	G 37	Macollaje 100%		Regular
MALLARES	24.8	Moderado	Adecuado	Algarrobo	-	Foliación 100%		Bueno
MOTUPE	22.5	Moderado	Adecuado	Mango	Kent	Floración 70%		Bueno
MOTUPE	22.5	Moderado	Adecuado	Palto	Fuerte	Foliación 100%		Bueno
MOTUPE	22.5	Moderado	Adecuado	Tangelo	-	Cosecha		Bueno
MOTUPE	22.5	Moderado	Adecuado	Limón	Sutil	Apertura de botón floral 80%		Regular
TALLA	21.2	Moderado	Adecuado	-	-	Terreno en descanso		-
COSTA CENTRAL								
HUARMEY	18.3	Templado	Adecuado	Maíz	DK 834	Aparición de hojas, 8 hojas		Bueno
ALCANTARILLA	17.6	Templado	Adecuado	Caña de azúcar	Azul	Cosecha		-
ALCANTARILLA	17.6	Templado	Adecuado	Papa	Canchán	Emergencia 95%		Bueno
LA CAPILLA	18.8	Templado	Adecuado	Manzano	-	Reposo vegetativo		-
BUENAVISTA	21.0	Moderado	Adecuado	Mango	-	Floración 100%		Bueno
BUENAVISTA	21.0	Moderado	Adecuado	Ciurela Chica	-	Floración 100%		Bueno
BUENAVISTA	21.0	Moderado	Adecuado	Ciuela Grande	-	Floración 100%		Bueno
PACARAN	19.8	Templado	Adecuado	Vid	Borgoña	Reposo vegetativo		-
PACARAN	19.8	Templado	Adecuado	Vid	Quebranta	Reposo vegetativo		-
PACARAN	19.8	Templado	Adecuado	Vid	Ubina	Reposo vegetativo		-
SAN CAMILO	20.3	Moderado	Adecuado	Vid	Quebranta	Reposo vegetativo		-
SAN CAMILO	20.3	Moderado	Adecuado	Algodón	Tanguis	Quinta hoja verdadera 100%		Bueno
COPARA	20.4	Moderado	Adecuado	Papa	Canchán	Floración 80%		Bueno
COSTA SUR								
CAMANA	16.9	Fresco	Adecuado	Frejol	Canario	Maduración 100%		Bueno
PAMPA BLANCA	17.8	Templado	Adecuado	Caña de azúcar	-	Aparición del primer banderín 100%		Bueno
APLAO	18.4	Templado	Adecuado	Trigo	Gavilán	Encañado 95%		Bueno
APLAO	18.4	Templado	Adecuado	Papa	Canchán	Floración 40%		Bueno
PAMPA MAJES	18.5	Templado	Adecuado	Papa	Perricholi	Cosecha		-
LA JOYA	19.4	Templado	Adecuado	Maíz	Amitáceo	Cosecha		-
LA JOYA	19.4	Templado	Adecuado	Maíz	Morado	Cosecha		-
ILO	18.1	Templado	Adecuado	Olivo	Sevillano	Reposo vegetativo		-
LOCUMBA	17.2	Templado	Adecuado	Cebolla	Amarilla	Plántula 100%		Bueno
MOQUEGUA	20.7	Moderado	Adecuado	Vid	Thompson	Reposo vegetativo		-
MOQUEGUA	20.7	Moderado	Adecuado	Vid	Italia	Reposo vegetativo		-
MOQUEGUA	20.7	Moderado	Adecuado	Vid	Cardinal	Reposo vegetativo		-
MOQUEGUA	20.7	Moderado	Adecuado	Palto	Fuerte	Floración 100%		Bueno
LA YARADA	17.6	Templado	Adecuado	Olivo	Sevillano	Racimos florales		Bueno
CALANA	15.5	Fresco	Adecuado	Uva	Negra Barbera	Reposo vegetativo		-
CALANA	15.5	Fresco	Adecuado	Durazno	Ullicate	Reposo vegetativo		-
CALANA	15.5	Fresco	Adecuado	Pero	Packam's Triump	Reposo vegetativo		-

Nota: 1) Análisis de humedad realizado en condiciones de secano.

2) Los cultivos de costa Norte, Centro y Sur son conducidos generalmente bajo riego.

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

ESTACION METEOROLOGICA	TEMPERATURA DIURNA		HUMEDAD		CULTIVO		FASE FENOLOGICA	ESTADO
	(°C)	CLASIFICACION	Ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD		
SIERRA NORTE								
AYABACA	15.4	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Maiz	De la zona	Cosecha	-
HUARMACA	17.9	Templado	0.0	Deficiencia extrema	Maiz	De la zona	Maduración córnea 100%	Regular
HUAMACHUCO	14.6	Fresco	0.3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
SALPO	12.1	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Haba	Señorita	Maduración 100%	Regular
SANTA CRUZ	18.8	Templado	0.8	Adecuado	-	-	Terreno en descanso	-
SAN MARCOS	19.0	Templado	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CHOTA	15.9	Fresco	0.4	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
CUTERVO	13.8	Fresco	0.6	Deficiencia ligera	Maiz	Criollo	Maduración córnea 100%	Regular
CONTUMAZA	16.3	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CAJABAMBA	18.2	Templado	0.3	Deficiencia extrema	Papa	Amarilis	Crecimiento vegetativo	Regular
BAMBAMARCA	16.5	Fresco	0.3	Deficiencia extrema	Caña de azúcar	-	1er banderín	Bueno
SAN MIGUEL (CAJAM.)	15.7	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	Maiz	Blanco	Cosecha	-
CELENDIN	15.3	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
GRANJA PORCON	11.6	Frio	0.5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
SIERRA CENTRAL								
CHIQUEAN	14.3	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CANTA	14.3	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	Alfalfa	-	Cosecha	-
CAJATAMBO	11.7	Frio	0.1	Deficiencia extrema	Maiz	De la zona	Maduración córnea 25%	Bueno
HUANUCO	21.2	Moderado	0.1	Deficiencia extrema	Naranja	Valencia	Cosecha	Regular
HUANUCO	21.2	Moderado	0.1	Deficiencia extrema	Mango	Camboyano	Floración 100%	Bueno
HUANUCO	21.2	Moderado	0.1	Deficiencia extrema	Palto	Fuerte	Cosecha	Bueno
HUANUCO	21.2	Moderado	0.1	Deficiencia extrema	Limón	Tayti	Cosecha	Regular
SAN RAFAEL	17.4	Templado	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
JACAS CHICO	8.2	Frio	0.4	Deficiencia ligera	Cobada	-	Floración 100%	Bueno
JACAS CHICO	8.2	Frio	0.4	Deficiencia ligera	Papa	Canchan	Siembra	-
HUANCAVELICA	11.7	Frio	0.5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
HUASAHUASI	13.3	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	Arveja	Rondón	Botón floral 70%	Bueno
TARMA	15.5	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	Arveja	Rondón	Cosecha	Bueno
HUAYAO	13.7	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
JALJA	12.8	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
LIRCAY	13.5	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
ACOBAMBA	12.0	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
PAMPAS	11.5	Frio	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
QUINUA	12.7	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUANCAPI	14.2	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
SIERRA SUR								
ABANCAY	14.7	Fresco	0.5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
CURAHUASI	15.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Durazno	Blanquillo	Fructificación 80%	Bueno
CURAHUASI	15.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Maiz	Blanco	Aparición de hojas, 11 hojas	Bueno
ANDAHUAYLAS	13.0	Fresco	0.4	Deficiencia ligera	Papa	Canchán	Emergencia 62%	Bueno
URUBAMBA	14.3	Fresco	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
GRANJA KAYRA	12.8	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
ANTA (ANCACHURO)	11.7	Frio	0.2	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
SICUANI	10.8	Frio	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CARAVELI	21.5	Moderado	0.0	Deficiencia extrema	Vid	Caravileña	Reposo vegetativo	-
PUQUINA	14.7	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Cosecha	Bueno
PUQUINA	14.7	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Maiz	De la zona	Cosecha	-
PUQUINA	14.7	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Habas	De la zona	Fructificación 80%	Bueno
HUASACACHE	16.4	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Brotación	Bueno
HUASACACHE	16.4	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	Cebolla	-	Plantula 100%	Bueno
COTAHUASI	16.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Kiwicha	-	Cosecha	-
CABANAONDE	11.9	Frio	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CHIVAY	10.9	Frio	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
CARUMAS	12.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Orégano	Palo Rojo	Crecimiento vegetativo	Bueno
CARUMAS	12.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Alfalfa	Americana	Crecimiento vegetativo	Bueno
CARUMAS	12.6	Fresco	0.1	Deficiencia extrema	Papa	Perricholi	Siembra	-
UBINAS	11.2	Frio	0.2	Deficiencia extrema	Alfalfa	Yaragua	Crecimiento vegetativo	Regular
TARATA	13.7	Fresco	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
ALTIPLANO								
CABANILLAS	9.6	Frio	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
ILAVE	8.3	Frio	0.3	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
HUARAYA MOHO	8.1	Frio	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
TARACO	7.0	Frio	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
YUNGUYO	7.3	Frio	0.5	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
PROGRESO	8.4	Frio	0.1	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-
AYAVIRI	8.5	Frio	0.0	Deficiencia extrema	-	-	Terreno en descanso	-

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

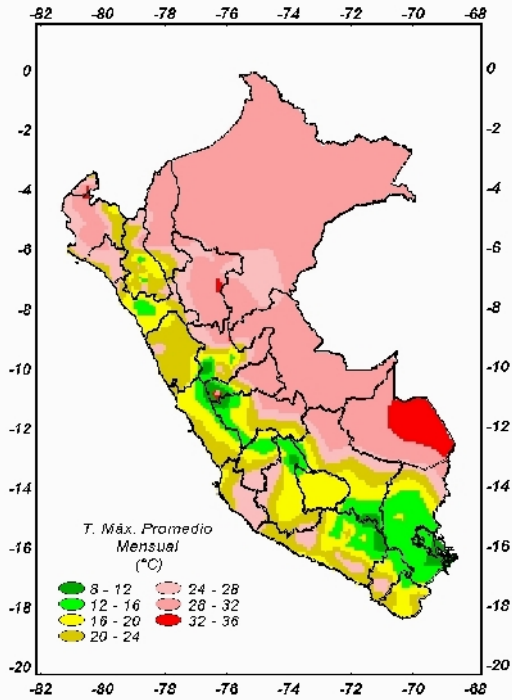
ESTACION METEOROLOGICA	(°C)	CLASIFICACION	Ip	CLASIFICACION	NOMBRE	VARIEDAD	FASE FENOLOGICA	ESTADO
SELVA NORTE								
BAGUA CHICA	27.7	Cálido	0.3	Deficiencia extrema	Arroz	Moro	Cosecha	-
BAGUA CHICA	27.7	Cálido	0.3	Deficiencia extrema	Arroz	Capirona	Cosecha	-
JAEN	27.3	Cálido	0.1	Deficiencia extrema	Arroz	Moro	Maduración córnea 75%	Bueno
CHIRINOS	19.0	Templado	0.9	Adecuado	Café	Pacches	Cosecha	-
SAN IGNACIO	22.3	Moderado	0.5	Deficiencia ligera	Café	Caturra	Reposo vegetativo	-
TAMISHAYACU	26.1	Cálido	1.8	Exceso ligero	Cocotero	Enano verde	Foliación 100%	Bueno
TAMISHAYACU	26.1	Cálido	1.8	Exceso ligero	Piña	-	Floración 82,5%	Bueno
MAZAN	27.3	Cálido	1.2	Exceso ligero	-	-	Terreno en descanso	-
GENARO HERRERA	27.2	Cálido	2.9	Exceso ligero	Pijuayo	-	Crecimiento vegetativo 100%	Bueno
SAN RAMON	27.3	Cálido	1.0	Adecuado	Pijuayo	-	Espatas 40%	Regular
REQUENA	27.1	Cálido	1.4	Exceso ligero	Pijuayo	-	Cosecha	-
NAVARRO	24.2	Moderado	0.6	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
EL PORVENIR	28.0	Cálido	0.6	Deficiencia ligera	-	-	Terreno en descanso	-
BELLAVISTA	27.8	Cálido	1.0	Adecuado	Naranja	Valencia	Fructificación masiva 100%	Bueno
BELLAVISTA	27.8	Cálido	1.0	Adecuado	Arroz	Capirona	Cosecha	-
BELLAVISTA	27.8	Cálido	1.0	Adecuado	Arroz	Capirona	Plántula 100%	Bueno
TABALOSOS	26.9	Cálido	0.6	Deficiencia ligera	Naranja	Regional	Maduración 60%	Bueno
SAUCE	24.3	Moderado	0.7	Deficiencia ligera	Platano	-	Foliación 100%	-
MOYOAMBAMBA	24.2	Moderado	0.6	Deficiencia ligera	Naranja	Huando	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.

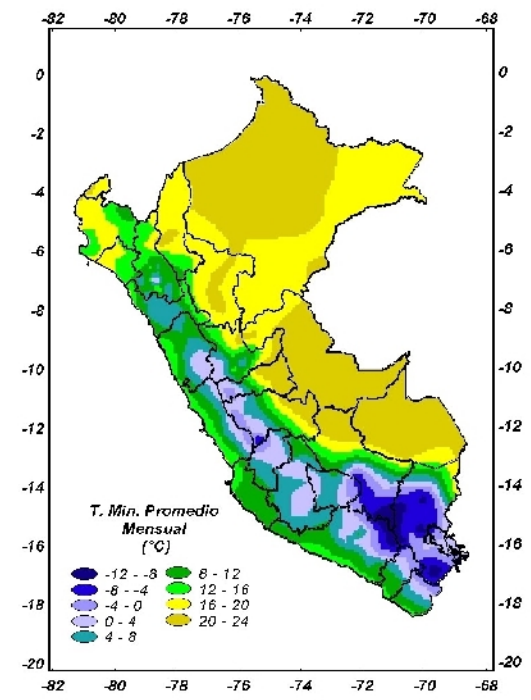
Temperatura diurna, corresponde al valor medio de la temperatura en el periodo de 12 horas correspondiente, relacionado con la actividad fotosintética de la planta y el crecimiento vegetativo de las plantas. Se estima mediante fórmulas empíricas.

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

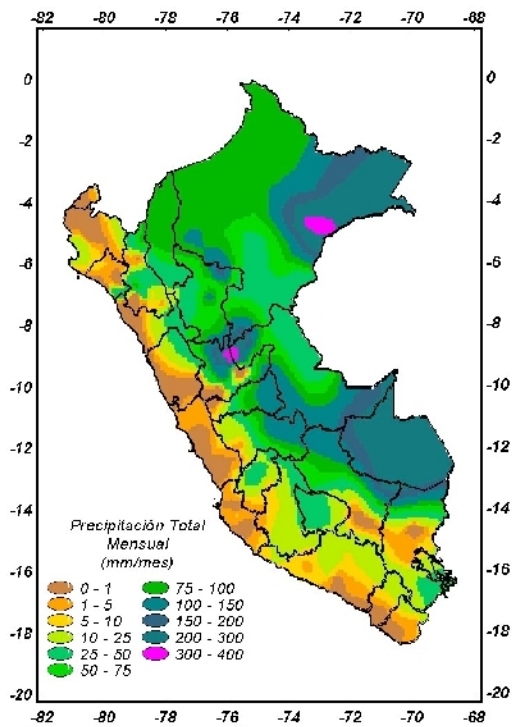
Mapa 1. Comportamiento mensual de la temperatura máxima



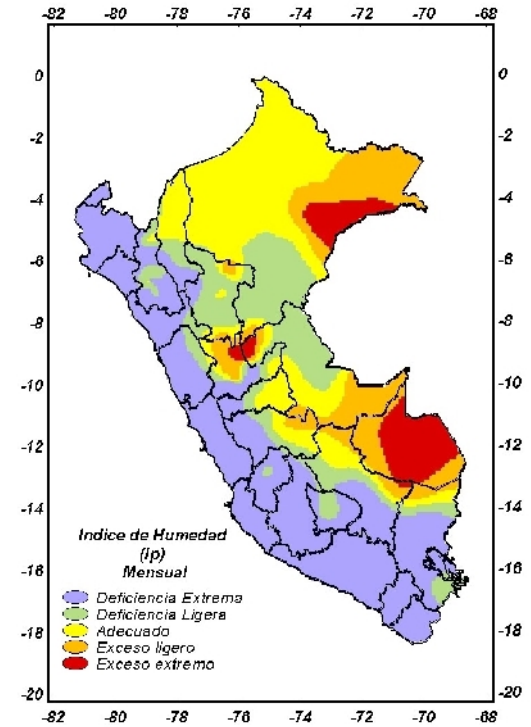
Mapa 2. Comportamiento mensual de la temperatura mínima



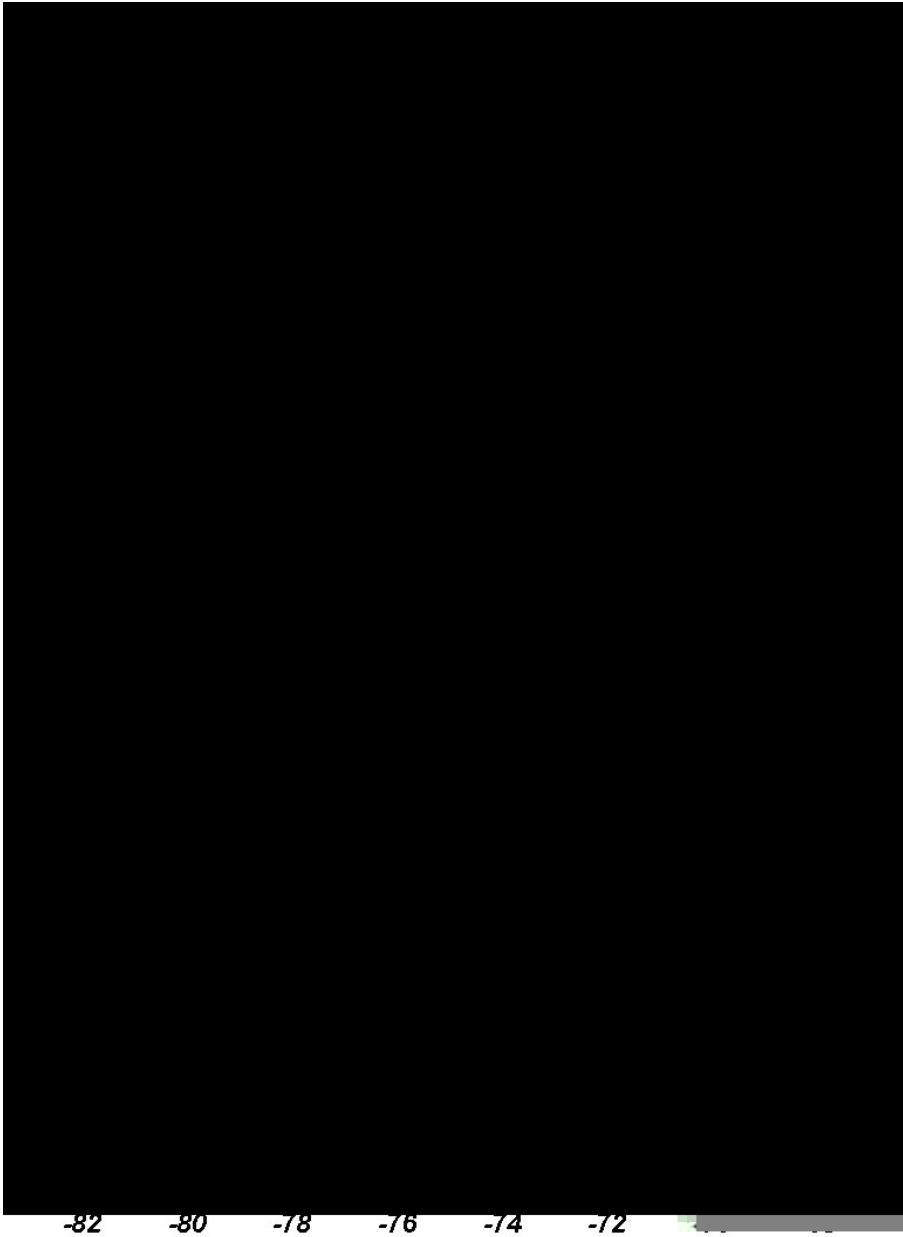
Mapa 3. Comportamiento mensual de la precipitación



Mapa 4. Comportamiento mensual del índice de humedad



Mapa 5. Comportamiento mensual de la Evapotranspiración Potencial



2. TENDENCIA AGROMETEOROLOGICA

Basado en el pronóstico mensual de lluvia, se estimó para el mes de agosto la deficiencia o exceso de humedad en los suelos para los cultivos instalados que se encuentran en sus diferentes fases fenológicas. Los resultados de estas estimaciones se muestran en la tabla 4 (indicadas por NRIEGO). Según esto, se observa en la sierra norte (Cajabamba, San Miguel, Huarmaca) y sierra sur (Andahuaylas) las lluvias pronosticadas de intensidad normal (< 10 mm/mes), no satisfacen la necesidad hídrica del cultivo de papa, teniéndose que complementar con riego de 73 a 102 mm/mes tal como se especifica en la tabla. Asimismo, en la región de la costa, los cultivos que necesitan mayor riego son: el cultivo de papa en la fase de floración en Copara (142 mm/mes) y Aplao (116 mm/mes); el cultivo de arroz en la fase de macollaje en La Cruz (103 mmmes); cultivo de algodón en fase de crecimiento vegetativo en San Camilo (84 mm/mes); el cultivo de caña de azúcar en fase de macollaje en Pampa Blanca (56 mm/mes); y el cultivo de olivo en fase de racimos florales en la Yarada (33 mm/mes) .

En la selva norte, la lluvia proyectada (54 a 62 mm/mes), satisface la necesidad hídrica del cultivo de vid en fase de foliación en la zona de Lamas (San Martín) ; en cambio, no satisface la necesidad hídrica para el cultivo de arroz en la fase de macollaje en Naranjillo y Rioja (San Martín) teniéndose que aplicar riego de 62 y 61 mm/mes, respectivamente.

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

NECESIDAD DE AGUA DE RIEGO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS ESPERADO PARA EL MES DE AGOSTO 2004

ESTACION METEOROLOGICA	CULTIVO FASE FENOLOGICA	NH (mm/mes)	PEFC. (mm/mes)	NRIEGO (mm/mes)
BAJO RIEGO:				
	Maiz			
Huarmey	Aparición de hojas	56.3	0.0	-56.3
	Papa			
Copara	Floración	142.3	0.0	-142.3
Aplao	Floración	115.7	0.1	-115.6
Cajabamba	Crecimiento vegetativo	88.0	9.2	-78.8
San Miguel (Cajamarca)	Floración	103.4	1.3	-102.2
Huarmaca	Floración	104.8	9.9	-94.8
Andahuaylas	Crecimiento vegetativo	62.5	9.6	-52.9
	Arroz			
La Cruz	Macollaje	103.2	0.0	-103.2
Naranjillo	Macollaje	169.5	61.5	-108.0
Rioja	Macollaje	163.5	60.5	-103.0
	Algodón			
San Camilo	Crecimiento vegetativo	84.3	0.0	-84.3
	Caña de azúcar			
Pampa Blanca	Macollaje	56.6	0.0	-56.6
	Vid			
Calana	Reposo	0.0	0.0	0.0
Caraveli	Reposo	0.0	0.0	0.0
Lamas	Foliación	55.0	54.2	-0.8
Moquegua	Reposo	0.0	0.0	0.0
Pacarán	Reposo	0.0	0.0	0.0
	Olivo			
Ilo	Reposo	0.0	0.0	0.0
La Yarada	Racimos florales	32.8	0.0	-32.8

NRIEGO = Necesidad de riego por cultivo en milímetros por mes

Ip	= Índice de humedad
NH	= Necesidad de agua de los cultivos
PEFC	= Precipitación efectiva
NRIEGO	= Suministro de riego



AGROMETEOROLOGIA

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

Introducción

Durante el mes de julio, el SENAMHI a través de la Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales, como institución coordinadora del Grupo de Trabajo para la Implementación de la red de monitoreo en la Zona Metropolitana de Lima-Callao, en reuniones del Grupo de Trabajo, se decidió, a través del Comité de Aire Limpio, encargar a la empresa consultora P.A. Consulting la elaboración del Estudio sobre la Administración y Sostenibilidad de la Red de monitoreo y el Sistema de Pronóstico de la Calidad del Aire para Lima-Callao. Como parte de este estudio, la empresa en estrecha coordinación con el Grupo de Trabajo se encuentra en pleno proceso de evaluación de las capacidades y fortalezas de las instituciones como SENAMHI, DIGESA y las Municipalidades de Lima y Callao que puedan asumir tal responsabilidad.

Relacionado a los asuntos de investigación en calidad del aire, el presente Boletín muestra los resultados del monitoreo de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) para el mes de julio 2004 y el análisis de las concentraciones de Ozono Troposférico (O₃) de la estación de calidad de Aire con sede en el SENAMHI durante el período de enero a mayo del presente año. A continuación se desarrollará aspectos preliminares asociados a la problemática de la reducción de la visibilidad por el material particulado y el comportamiento del Ozono troposférico en las capas bajas de la atmósfera.

Se sabe que la capacidad para poder apreciar un objeto está limitada en la atmósfera libre (sin contaminar) por la dispersión de la luz de parte de moléculas que componen la atmósfera. Estas moléculas son primariamente el Nitrógeno y el Oxígeno, conjuntamente con algunos gases traza tales como el Argón y el Hidrógeno, aerosoles como gotas de agua, polvo arrastrado por el viento y aerosoles secundarios que son resultado de reacciones atmosféricas de emisiones de gases precursores.

Es por todos conocido que la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más severos que afecta la calidad de vida de las poblaciones y por ello está siendo objeto de innumerables estudios. Uno de los aspectos de sumo interés que ha sido observado es el concerniente a la reducción de la visibilidad. De hecho, el incremento en la cantidad de partículas finas y gases en la atmósfera está asociado con reducciones en la capacidad del ojo humano para ver a través de la atmósfera o identificar un objeto a distancia (Health Canadá, 2004- On Line).

Seinfeld (1978) define la visibilidad como "la mayor distancia a la cual es posible ver e identificar a) un objeto oscuro prominente durante el día y b) una fuente de luz difusa y de predominante intensidad durante la noche". De acuerdo a Godish (1997), "la visibilidad implica que un objeto pueda ser visto por un observador, pero esa habilidad para distinguirlo con claridad es relativa.." y también considera que "...la visibilidad es la medida de la dispersión horizontal de la luz y la turbidez es la medida de la extinción vertical de la misma". En la guía meteorológica del SENAMHI (On line) es definida como "la distancia horizontal máxima a la que un observador puede distinguir claramente algunos objetos de referencia en el horizonte". La visibilidad puede ser expresada en millas o en kilómetros, y suele ser reportada hasta las 15 millas (25 km).

La percepción humana para distinguir una escena u objetos, es influenciada por los factores físicos de la atmósfera, por los incorporados como resultado de las actividades antropogénicas y por aquellos inherentes a la psicología de cada individuo. Por mencionar algunos ejemplos, se tiene que la iluminación natural de un área está mediada por la nubosidad presente, la reflexión de la superficie y la atmósfera, los procesos de reflexión, refracción y dispersión de la luz incidente por objetos blancos y el cielo, por los procesos de dispersión y absorción de luz por cuerpos blancos y fuentes contaminantes como la emisión de partículas, entre otras. Precisamente esta reducción de la visibilidad por partículas es tratada por varios autores dada la comprensión de que la presencia en la atmósfera de sustancias sólidas y líquidas contaminantes es uno de los principales responsables de la reducción de la visibilidad atmosférica.

Godish (1997) establece que la reducción de la visibilidad se da por dos causas. La natural y la antropogénica. La primera está asociada a la dispersión propia de una atmósfera libre, a la curvatura de la superficie de la tierra y también a los aerosoles naturales en suspensión. A nivel del mar una atmósfera libre de partículas ocasiona la dispersión de la luz y limita el rango de alcance visual a las 200 millas. La dispersión de la luz por las moléculas que componen el aire limpio (como son principalmente el Nitrógeno y el Oxígeno) es conocida como dispersión de Rayleigh y es directamente proporcional a la densidad atmosférica. Adicionalmente, la neblina, la niebla, la lluvia, la nieve, vientos de fuerte intensidad, entre otros también contribuyen a la reducción de la visibilidad. La antropogénica se debe principalmente a la dispersión de la luz por la presencia de partículas y en

segundo término a la absorción de la luz por gases (como los NO₂) y por partículas aunque éstas últimas no son muy eficientes para este fenómeno.

De forma más específica, Seinfeld (1978) explica los dos efectos producidos por las moléculas tanto gaseosas como particuladas sobre la radiación visible: Absorción y dispersión de la luz. La absorción de determinadas radiaciones de luz visible por ambas clases de moléculas produce ciertas coloraciones en la atmósfera, por ejemplo, el NO₂ en altas concentraciones puede tener un efecto significativo ya que absorbe la franja azul-verde del espectro visible de la radiación solar dando lugar a que el cielo adquiera una coloración amarillaparduzca-rojiza cuando se presentan concentraciones de NO₂ elevadas; sin embargo se dice que la dispersión de la luz es la principal causante de la falta de visibilidad. Por ello, la presente revisión tiene por objeto comprender la relación entre la reducción de la visibilidad y el incremento de la concentración de partículas contaminantes en la atmósfera.

El fenómeno de la dispersión consiste en la desviación de las trayectorias luminosas por la presencia en el aire de partículas en suspensión. Se establece que la causa por la cual la dispersión reduce la visibilidad es la presencia de partículas en suspensión en la visual del observador que dispersan la luz visible (Northern Arizona University's Web Server, 1999-On Line).

Las partículas que intervienen en dicha dispersión pueden ser grandes o pequeñas, sólidas o líquidas, y de acuerdo a su tamaño ser más nocivas unas más que otras; así por ejemplo, las de diámetro menor a los 2,5 u, llamadas también aerosoles finos, son a las que se les atribuye la responsabilidad de las afecciones respiratorias y/o circulatorias más agudas ya que éstas ingresan más fácilmente al tracto respiratorio.

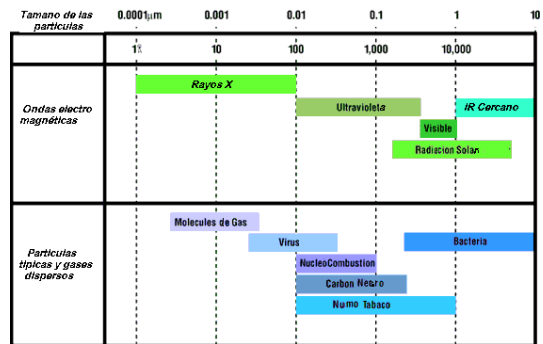
De acuerdo a Seinfeld (1978), las partículas grandes dispersan la luz de tres formas 1) reflexión sobre la superficie de la partícula, 2) difracción en los bordes de la partícula y 3) refracción a su paso a través de la partícula, principalmente, considerando que la mayor parte de la luz dispersada por las partículas grandes no sufre una alteración importante de su dirección con respecto a su trayectoria original. En efecto, las partículas grandes si bien pueden alterar la visibilidad, ellas consiguen sólo la mitad o la tercera parte de la efectividad que logran las partículas finas. Las partículas cuyo tamaño está comprendido en el rango similar al de la onda de luz visible (0,4 a 0,7 u) tienen mayor eficiencia para dispersar la luz, y las partículas más pequeñas (con tamaños menores a 0,1 u) son capaces de dispersar la luz indistintamente hacia atrás o hacia delante y con mayor facilidad las de longitud de onda corta que las de onda larga

y a ello se le atribuye el color rojizo de las puestas de sol (ya que es desviada la componente azul de la luz solar permitiendo que los componentes rojos lleguen a los ojos del observador).

A continuación se presenta una tabla que muestra la relación entre las ondas electromagnéticas y las dimensiones de las partículas.

Figura 1- Relación entre las partículas y las ondas electromagnéticas

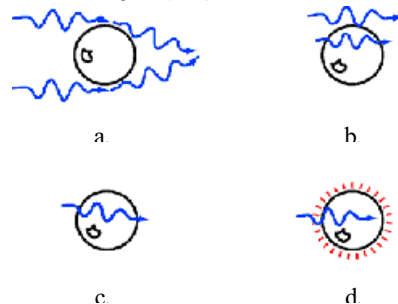
Fuente: *Visibility and Light Scattering in the Atmosphere - Northern Arizona University's Web Server, 1999 - On Line*



De esta manera, los problemas de reducción de la visibilidad resultan de la dispersión y la absorción de la luz por partículas atmosféricas que tienen el mismo tamaño de las longitudes de onda de la luz visible. Partículas de tamaño mayores a éstas dispersan la luz a través una combinación de tres procesos a). Difracción, fenómeno por el cual la luz que incide en la partícula es curvada y cubre la sombra de la misma; b). Refracción, en el cual el haz de luz que intercepta la partícula es curvado y pasa a través de la misma; c). Cambio de fase, en la cual dos haces de luz que se aproximan a un partícula experimentan un cambio en su fase de vibración; y d) Absorción, la luz también puede ser absorbida por partículas y convertida en energía molecular interna, pero el haz de luz deja de existir. Ver **Figura. 2**.

Figura 2- Procesos físicos entre la luz visible y las partículas

Fuente: *Introducción to Visibility - Willian C. Malm, Cooperative Institute for Research in the Atmosphere (CIIRA), 1999*



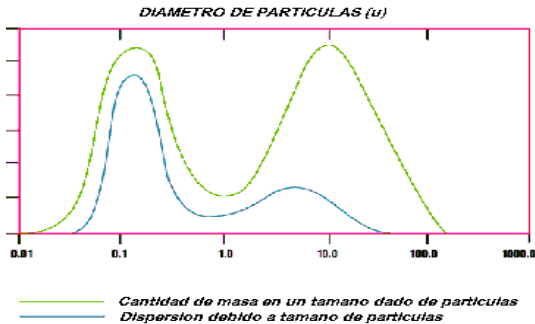
De acuerdo a Malm (1999), la eficiencia con la que una partícula puede dispersar la luz y la dirección en la que será redistribuida depende de estos cuatro fenómenos. Los haces de luz visible pueden ser dispersados en todas las direcciones (dispersión isotrópica), pero en la mayoría de las veces hacia delante. Si las partículas son pequeñas, la cantidad de luz dispersada hacia delante y hacia atrás es bastante similar; pero cuando las partículas incrementan su tamaño, la luz tiende a dispersarse hacia delante

En la **Figura 3** se puede observar la cantidad relativa de partículas pequeñas y grandes encontradas en la atmósfera. La línea superior (color verde claro) muestra la típica distribución del tamaño de las partículas y la línea inferior (color verde oscuro) muestra la cantidad de luz dispersada asociada con cada rango de tamaño. Así, las partículas más finas son las principales responsables de la dispersión de la luz.

De esta manera, la mayor disminución del alcance visual (por dispersión de la luz) puede ser considerado como un indicador de la pobre calidad del aire y consecuentemente la calidad de vida en general podría ser impactada negativamente.

Figura 3- Distribución del tamaño de partículas comparada con la cantidad relativa de luz dispersada por el tamaño.

Fuente: *Visibility and Light Scattering in the Atmosphere - Northern Arizona University's Web Server, 1999 - On Line.*



Los constantes procesos de suspensión y resuspensión y la influencia de la alta humedad atmosférica en los estratos de la tropósfera baja de la costa central de Perú, someten al mismo tiempo a estas partículas a procesos físico-químicos de edafización y mineralización de las partículas mayores a 10 u, llamadas materia sedimentable, determinan su fragmentación en partículas de menor tamaño (aerosoles) que según lo descrito líneas arriba son las más comprometidas en los procesos de dispersión de la luz y por ende en la reducción de la visibilidad. Por ello, para pretender comprender la influencia de los aerosoles, es necesario profundizar aún más en el conocimiento de la naturaleza del material sedimentable.

Con respecto al contaminante gaseoso Ozono Troposférico, los procesos meteorológicos que se dan en la cuenca atmosférica de la Zona Metropolitana de Lima-Callao tales como la inversión térmica de invierno, el incremento de la radiación UV B especialmente en las zonas altas durante el verano, las calmas y vientos débiles en las zonas bajas durante las mañanas y los vientos de montaña en horas nocturnas, entre otros, juegan un papel importante en la calidad de aire; el entendimiento de estos procesos sirve al especialista para una adecuada explicación de los fenómenos que ocurren en la tropósfera baja relacionados al transporte y difusión de los contaminantes primarios y la generación de contaminantes secundarios dentro de los cuales se encuentra el ozono troposférico componente de la niebla o smog fotoquímico.

En la ciudad, el Ozono fue analizado inicialmente por el Estudio de Saturación de Lima Metropolitana ejecutado por la empresa Swiss Contact en marzo del año 2000 según encargo del Ministerio de Salud, encontrándose que no sobrepasaba los 65 ug/m3 determinados con métodos pasivos. Posteriormente durante el período agosto-setiembre se efectuaron algunos monitoreos puntuales en algunas zonas de Lima Metropolitana con métodos activos, registrándose un máximo de 53 ug/m3, no sobrepasando los niveles anteriores.

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 la 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.

La delimitación de la Cuenca Atmosférica de la zona metropolitana de Lima-Callao se ha realizado en base al comportamiento de los flujos de viento locales y a las configuraciones topográficas, teniendo como límites la curva de nivel de 800 msnm y en la cuenca del Rímac la de 1000 msnm considerando el criterio de crecimiento poblacional hasta esa altitud.

En la zona metropolitana de Lima-Callao se ha identificado tres cuencas hidrográficas con sus respectivas microcuencas atmosféricas (ver **Figura 4**) que son las siguientes:

CUENCA DEL RÍO CHILLON

La Cuenca del río Chillón abarca los distritos de Ancón, Santa Rosa, Ventanilla, Puente Piedra, Carabayllo, Comas, zona norte-centro de San Martín de Porres, Los Olivos, Independencia y norte del distrito del Callao. Dentro de la cuenca, se configuran las siguientes microcuencas atmosféricas:

- M. De Ancón: Distrito de Ancón
- M. De Carabayllo: Distrito de Carabayllo
- M. De Collique: Distrito de Comas

CUENCA DEL RÍO RÍMAC

La Cuenca del río Rímac se extiende a los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho, zona centro-sur del Callao, Carmen de la Legua Reynoso, Bellavista, La Punta, Cercado de Lima, Rímac, San Juan de Lurigancho, Lurigancho, Ate Vitarte, El Agustino, Santa Anita, Breña, Pueblo Libre, Jesús María, La Victoria, San Luis, Lince, La perla, San Miguel, Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, La Molina, Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores y zona noroeste del distrito de Villa María del Triunfo. Las microcuencas atmosféricas que han sido determinadas son:

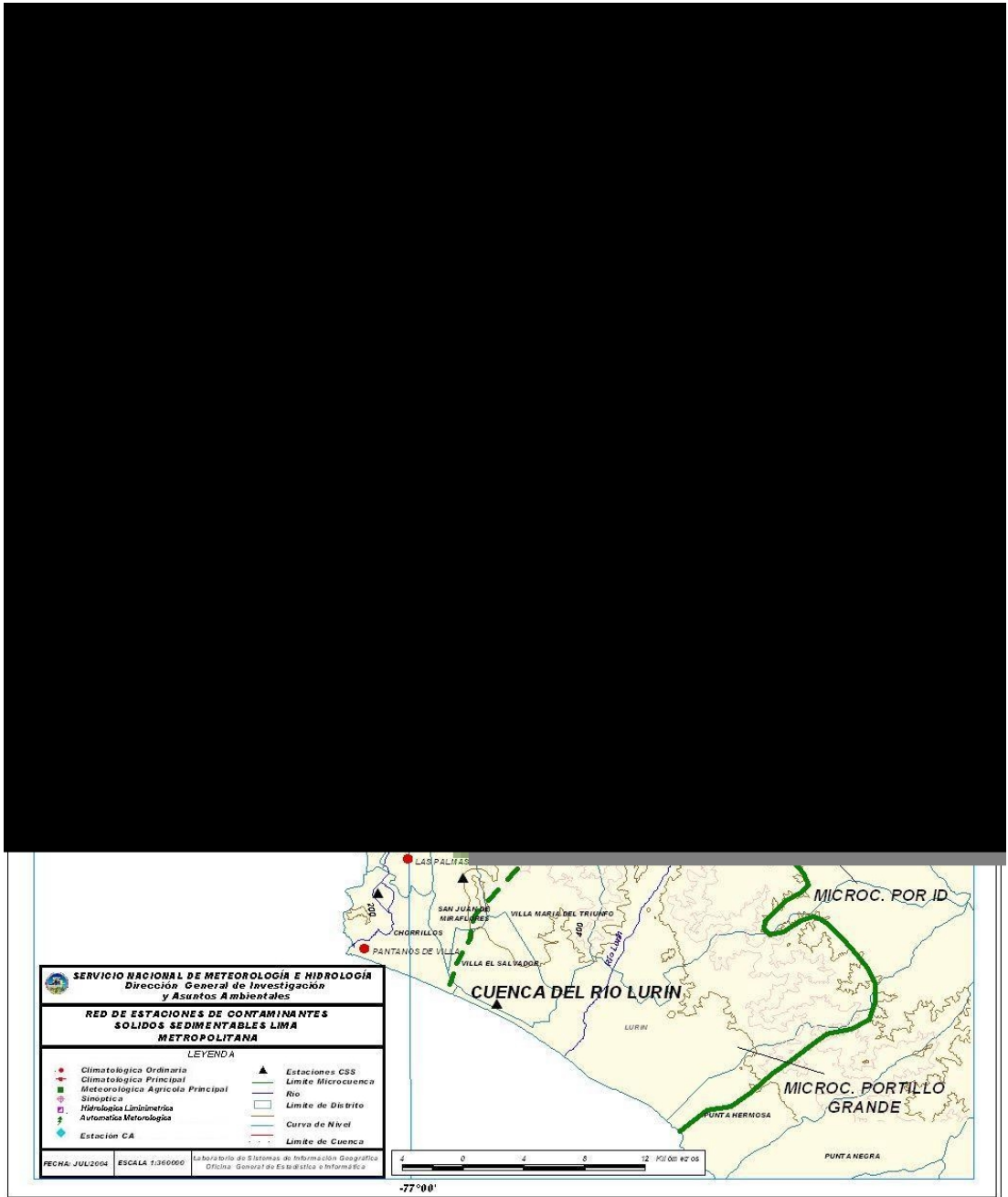
- M. de San Juan de Lurigancho: Distrito de San Juan de Lurigancho.
- M. De Huaycoloro: Distrito de Lurigancho
- M. De Huaycán: Distrito de Ate Vitarte
- M. de La Molina: Distrito de La Molina

CUENCA DEL RÍO LURÍN

La Cuenca del Río Lurín abarca los distritos de Cieneguilla, Pachacamac, Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Lurín, noroeste de Punta Hermosa, considerando las microcuencas de:

- M. de Manchay: Distrito de Pacahacamac
- M. de Portillo Grande: Distrito de Lurín
- M. por I.D.: Distrito de Pacahacamac

Figura 4. 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 4**), 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, SO₂ y O₃) en la Estación de Calidad de Aire ubicada en la Sede Central (**Figura 4**) 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, Dióxido de Azufre API 100A 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 - julio 2004 en la Zona Metropolitana de Lima-Callao.

En la **Figura 4** se presenta la red de contaminantes sólidos sedimentables (CSS). Durante el mes de julio, se recopiló información de campo de 22 estaciones de muestreo, de las cuales el 64% (14 estaciones) excedieron el límite referencial permisible recomendado por la OMS equivalente a 5 t/km²/mes.

En la figura 6 se muestra el comportamiento espacial de la concentración de CSS que se presenta en la figura 5. Se identifican tres centros importantes de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS), configurados como resultado de la generación in situ así como de los procesos de transporte por el viento desde otras zonas de la capital y se presentan de la siguiente forma: Hacia el cono norte (Cuenca del río Chillón) se observa el primero de ellos extendiéndose a lo largo de los distritos de Carabaylo, Comas, Los Olivos e Independencia, con núcleo en éste último con 20,8 t/km²/mes, valor más alto del mes, debido al importante movimiento vehicular y al desarrollo de una actividad comercial tanto formal como informal a lo largo de la Av. Túpac Amaru, a lo que se suma el mal estado de las pistas y veredas, el deteriorado material de construcción de algunas viviendas y la influencia del campo de vientos que van contribuyendo a su acumulación (figuras 16 y 17). El segundo centro importante de contaminación abarca el cono centro-este (Cuenca del río Rímac)

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 un valor de 16,6 t/km²/mes, también explicado por semejantes condiciones de informalidad de la actividad industrial, comercial y desorden vehicular. 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.

A lo descrito líneas arriba, se suma el bajo índice de área verde/habitante principalmente en los conos, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 8 a 9 m²/habitante. De acuerdo a informaciones procedentes de organizaciones ambientales especialistas en el tema, se dice que es probable que la ciudad de Lima haya perdido más de un tercio de sus áreas verdes a la fecha.

El sector que comprende la estrecha franja costera y parte de aquellos distritos residenciales como San Isidro, San Borja, Miraflores, parte de Santiago de Surco y Barranco, debido a su 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 por lo que no exceden el valor referencial establecido por la OMS.

Figura 5. Totales mensuales de contaminantes sólidos sedimentables registrados durante julio 2004 en Lima-Callao

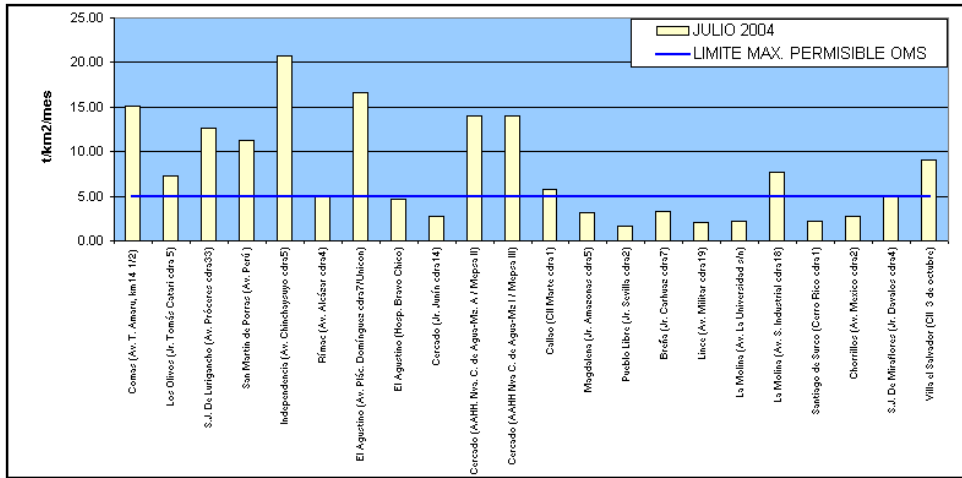
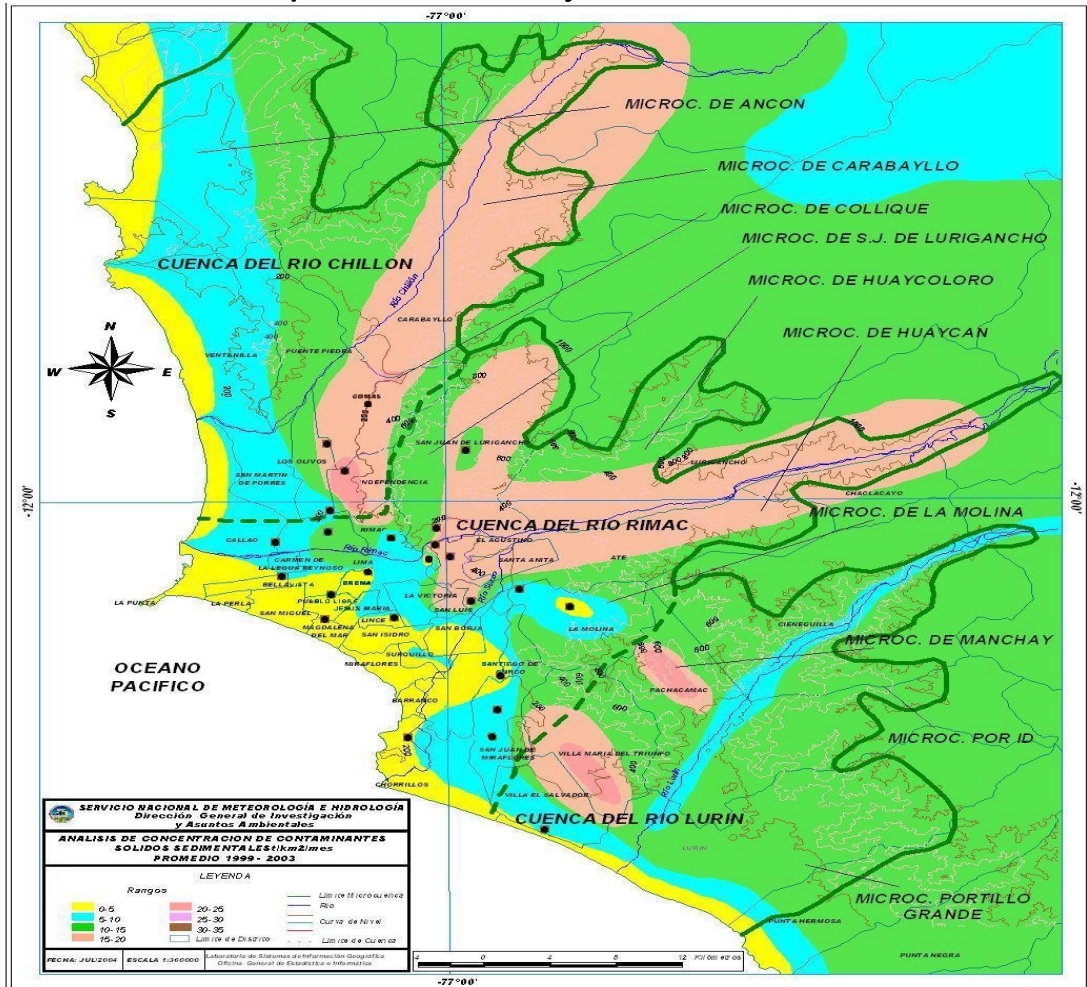


Figura 6. Distribución espacial de la concentración de sólidos sedimentables en Lima Metropolitana durante el mes de julio 2004



3.2 Comportamiento del Ozono Troposférico de Enero a Mayo

El análisis realizado corresponde a la información recopilada por la estación de calidad de Aire con sede en el SENAMHI durante el período de enero a mayo 2004. La información meteorológica correlacionada pertenece a la estación volante Jesús María que proporcionó para el presente estudio información horaria de vientos y radiación solar total.

La **Figura 7** muestra los datos registrados durante el período enero-mayo 2004, la cual muestra que en ningún caso sobrepasó los 50 ppb, valor mucho menor que la norma más exigente: Estado de California 90 ppb horario.

Comparando la norma nacional de 60,1 ppb (120 ug/m3) para 8 horas durante el período mencionado, se observa que éste se aleja aún más del límite alcanzando como máximo 19,3 ppb. El máximo de 8 horas es determinado mediante la maximización del promedio móvil de cada día; la **Figura 8** muestra el comportamiento de los máximos los cuales muestran una cierta tendencia a ubicarse entre los 5 y 10 ppb.

Varios investigadores (Hyde and Barnet,1998; Dye et al.,1998; Conroy, 1998) mostraron que las concentraciones picos de ozono diario para 1 hora y 8 horas pre-

sentan una alta correlación; esto significa que es posible convertir predicciones de ozono de concentraciones de una hora mediante métodos probados a predicciones de 8 horas. Utilizando datos y software estadístico para determinar la correlación encontraron que los rangos de correlación varían entre 0,75 y 0,98 para los mayores puntos de monitoreo en E.U.A.

Nuestras investigaciones han desarrollado ecuaciones de regresión lineal para determinar la relación de estas concentraciones pico, las cuales para efectos de diferenciar los períodos estacionales hemos establecido de manera mensual

En la **Figura 9** se puede observar las diferentes relaciones que establecen los valores máximos de Ozono Troposférico alcanzados durante el período con sus ecuaciones de regresión adjuntas cuyos coeficientes de correlación se encuentran entre 0,78 a 0,85.

En la **Figura 10** se observan rosas de viento que muestran el porcentaje de ocurrencia de ozono con concentraciones para cada dirección de viento medidas en la estación del SENAMHI. Para la elaboración de las gráficas únicamente se consideraron datos de aquellas horas donde se reportaron tanto registros de viento como de concentración de ozono y se eliminaron del análisis aquellos datos que reportaban vientos en calma.

Figura 7. Máximo Diario de Ozono en Jesús María

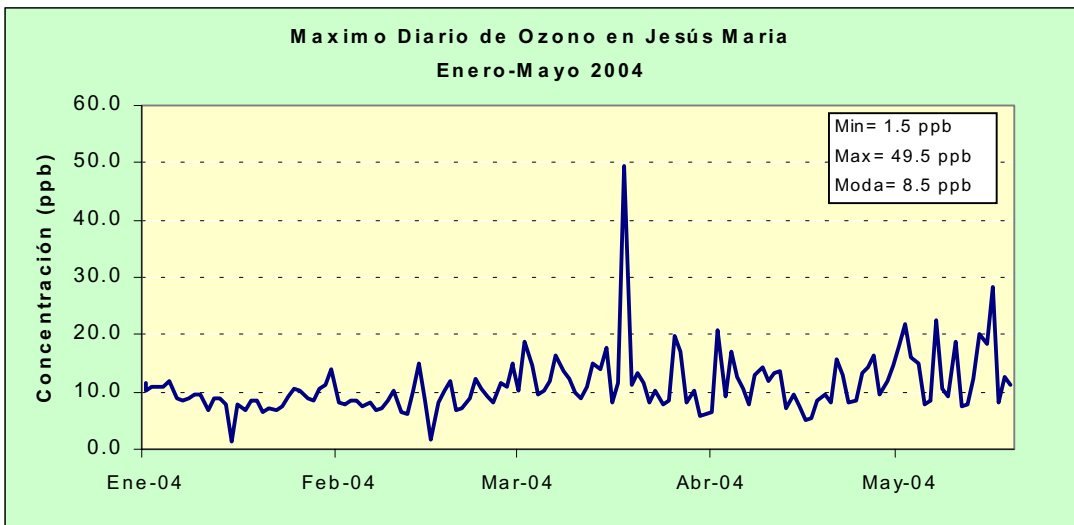
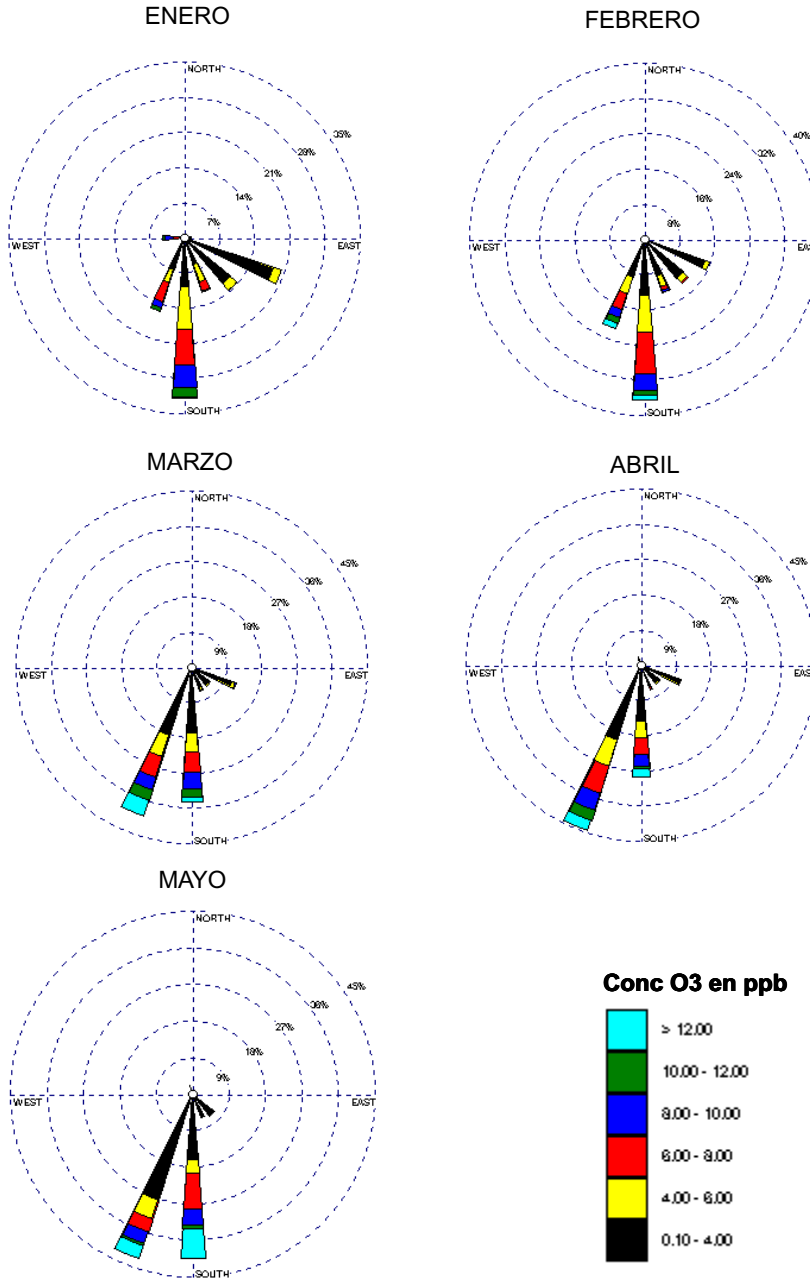




Figura 10. Rosas de Concentración Mensual para la Estación de Calidad de Aire SENAMHI



La rosa de vientos de la Estación con Sede en Jesús María muestra que cuando las concentraciones fueron valores mayores a 6 ppb, el viento predominante era de dirección Suroeste y Sur, mientras que valores menores a 6 ppb muestran una predominancia Sur Este en los dos primeros meses del año y en los tres meses siguientes predominan Suroeste y Sur.

La correlación entre Radiación Total (incluyendo la radiación UV) y la formación del Ozono troposférico que se muestra en la **Figura 11**, demuestra que de 00:00 a 07:00 am cuando la radiación solar es nula, existe una concentración de ozono que se mantiene entre 1 y 3 ppb en promedio. Después de las 7:00 am comienza a incrementarse el Ozono troposférico alcanzando valores máximos entre las 12:00 a 14:00 pm iniciando el descenso pero con una tasa mucho menor que la tasas de descenso de la radiación total hasta ubicarse nuevamente a las 19:00 hrs en un valor estable. De 1 a 2 ppb coincidiendo con un registro nulo de radiación. Estos valores, cuando la radiación es cero, podemos asumirlos como concentraciones de fondo para la estación.

La correlación entre velocidad de viento y el transporte del Ozono troposférico que se muestra en la **Figura 12** demuestra que a bajas intensidades de viento que se presentan en horas de la madrugada 00:00 a 07:00, el transporte de ozono es nulo; mientras que desde las 8:00 am hasta las 16:00 pm cuando la intensidad del viento incrementa hasta aproximadamente 5,5 m/s, el transporte de ozono debido al viento resulta en un importante factor para evitar el descenso abrupto de la curva, lo que si ocurre con el comportamiento de la radiación solar.

Se ha efectuado una regresión lineal en primera fase para correlacionar los datos de radiación total y velocidad de viento (**Figura 13**) con las concentraciones de Ozono, estableciendo que la representatividad de dichas variables se dan entre las 8:00 am hasta las 18:00 horas. La ecuación obtenida es la siguiente:

$$\text{Conc O3} = 2.4047 * \text{Vientos (m/s)} + 0.0042 * \text{Radiación Total (w/m}^2\text{)} - 1.8265 \text{ (R}^2\text{=0.96)}$$

Figura 11. Relación Ozono Troposférico vs. Radiación Total

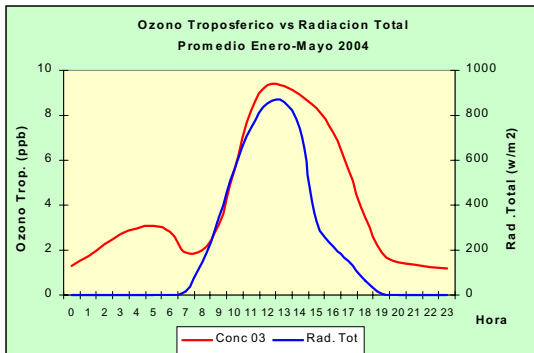


Figura 12. Relación Ozono Troposférico vs. Velocidad de Viento

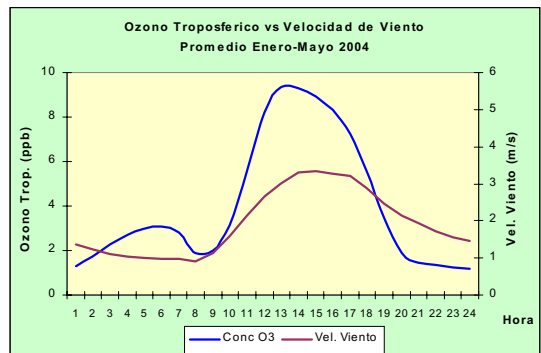


Figura 13. Ozono Troposférico Promedio y Estimado

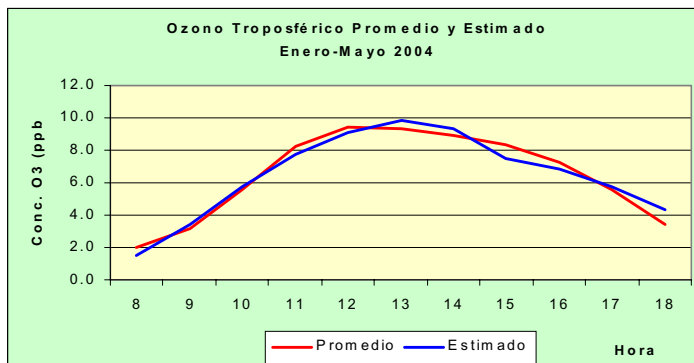






Figura 15a. Variación diaria de la temperatura y humedad relativa en Comas y Jesús María - julio de 2004

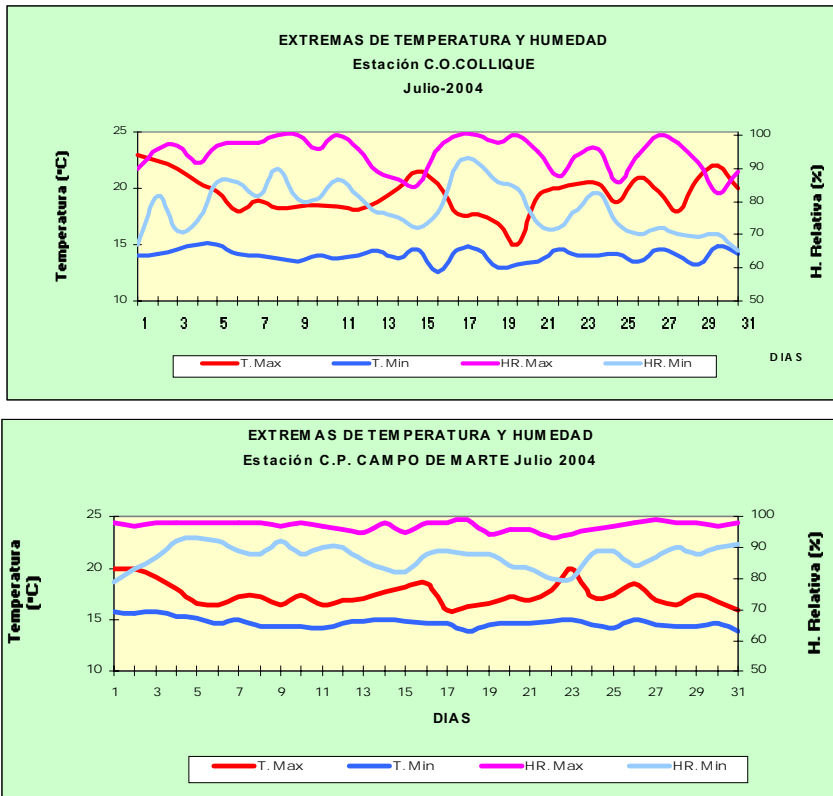




Figura 16. Rosas de viento (m/s) diurnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) La Molina, (e) Santiago de Surco y (f) Chorrillos

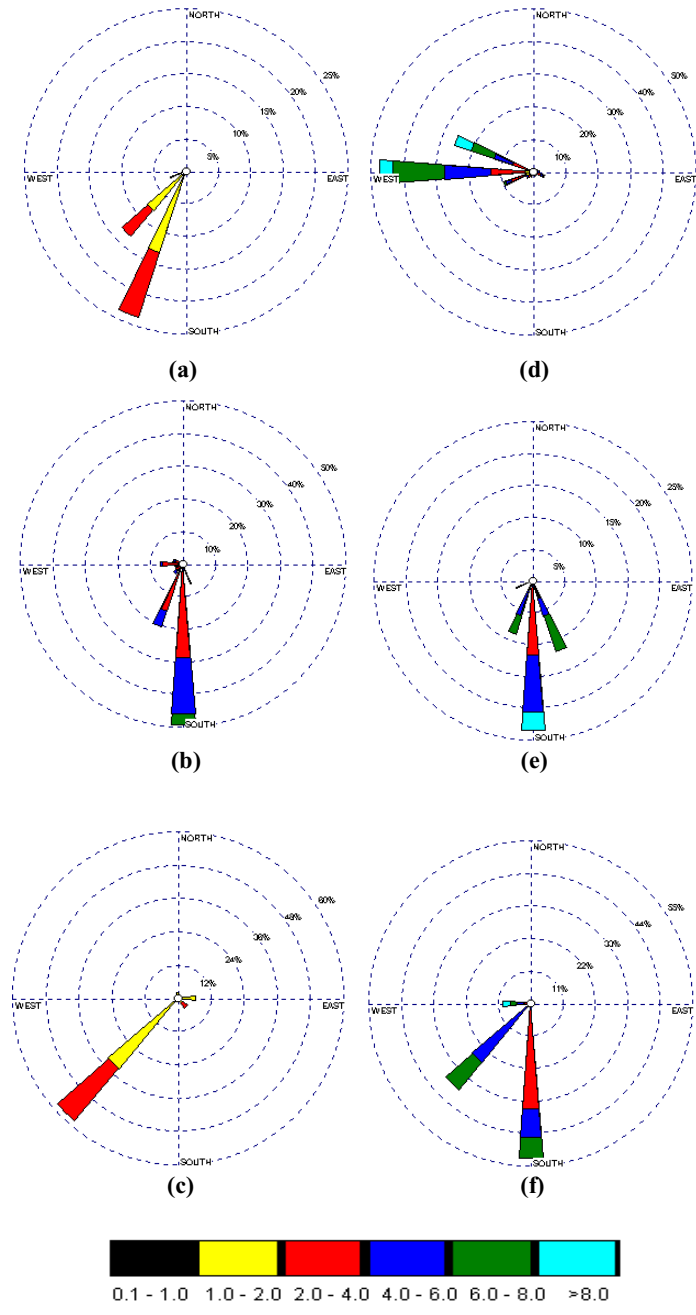
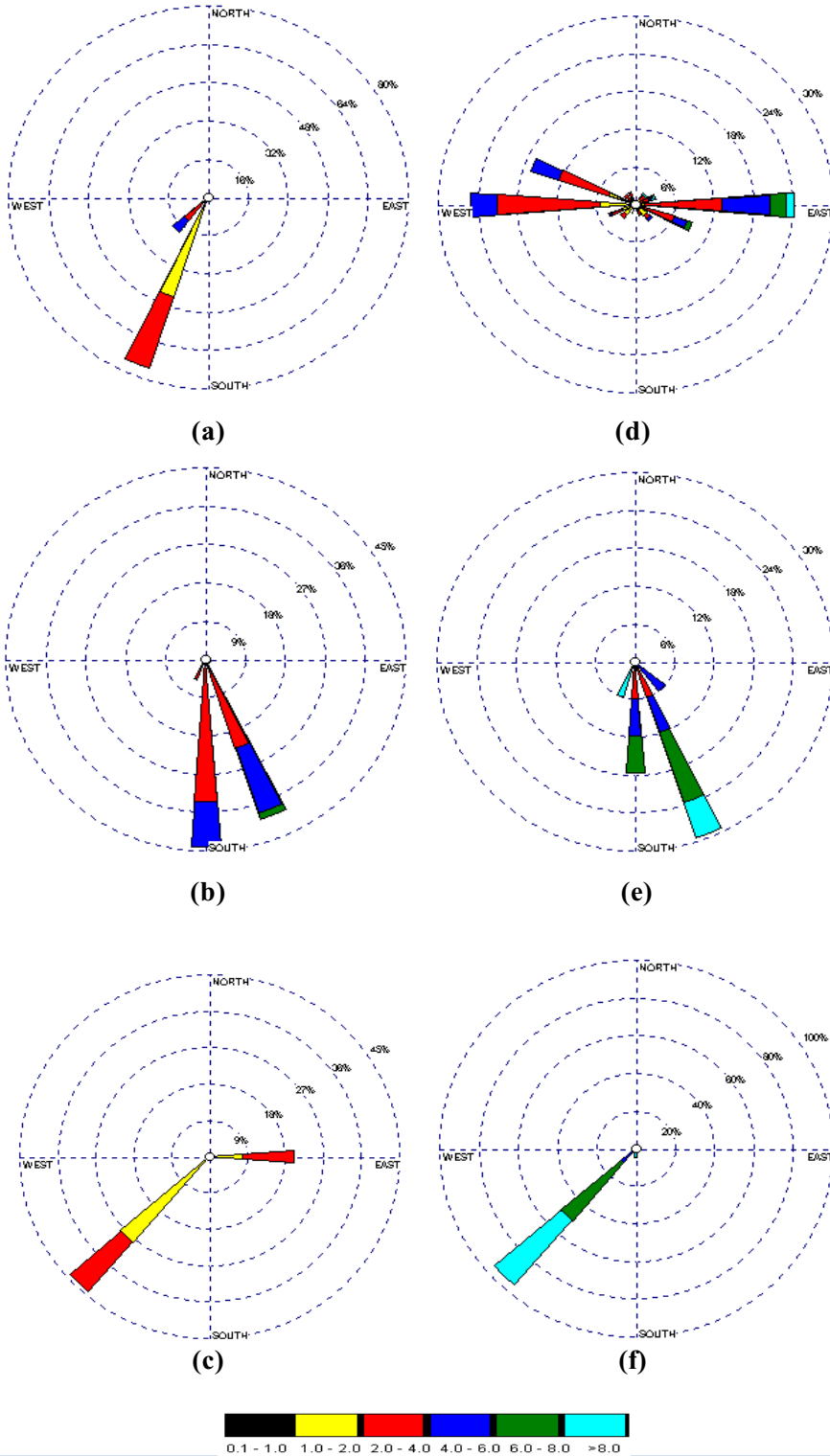


Figura 17. Rosas de viento (m/s) nocturnas de las estaciones de (a) Comas, (b) Callao, (c) Jesús María, (d) La Molina, (e) Santiago de Surco y (f) Chorrillos



Análisis de la temperatura y vientos en el perfil de la tropósfera de la costa central del Perú durante el mes de julio de 2004

En la **Figura 18** se muestra el sondaje meteorológico promedio para el mes de julio. Al analizar la información recopilada durante cada sondaje, se observó que la capa de inversión térmica en la costa central de Perú estuvo presente durante los 22 días en que se realizaron un total de 24 observaciones, con características descritas en el **Cuadro 1**.

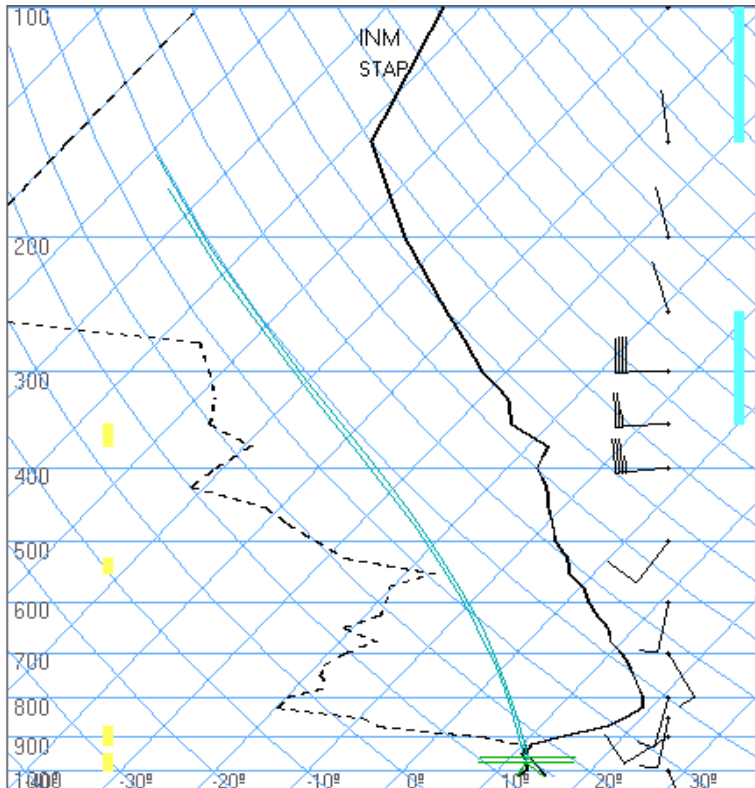
Los vientos entre superficie y 500 hPa fluctuaron entre SE a SW con intensidades de 2,5 a 5 m/s. Desde los 400 hPa hacia arriba, los vientos fueron del W con intensidades de 12,5 a 25 m/s.

Las características de altura de la Base de la Inversión (863 m), intensidad (1,9 °C/ 100m) y la alta humedad atmosférica (9 días con atmósfera saturada sobre la Zona Metropolitana), constituyeron en conjunto y en una forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire.

Cuadro 1. Características de la Capa de Inversión Térmica en la Costa Central de Perú

PARÁMETRO	UNIDAD	MÁXIMO		MÍNIMO		PROMEDIO
Esesor	metros	1085	día 16	244	día 21	618
Altura Base	metros	1448	día 7	679	día 11	863
Altura Tope	metros	2001	día 7	1124	día 21	1480
T Base	° C	7,8	día 22	12,6	día 19	10,1
T Tope	° C	22,8	día 21	16,4	día 9	19,7
Gradiente	°C / metros	5,9	día 21	0,5	día 9	1,9
H.R. Base	%	99	día 13	94	día 24	96
H.R. Tope	%	52	día 26	2	días 20 y 25	14

Figura 18. Radiosondaje mensual promedio durante el mes de julio de 2004 (Aeropuerto Internacional Jorge Chávez)



Lima
julio0406z
06z

TT: 23
K :-13

Agua Prec. (mm)
(SF-85): 12
(85-70): 2
(70-50): 3
(50-20): 0
(Total): 17
T=0 : 4790 m
Tw=0: 3507 m

Pres.ini: 1014
NCC: 504 m
Tc= 16.7 °C
EL= 611 m
NCA: 357 m
LI= 13.8
NCL=***
EL=***

4. CONCLUSIONES

Para el mes de julio, el análisis de la variación espacial de los Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la Zona Metropolitana de Lima - Callao muestra la configuración de tres centros de importantes niveles de este contaminante: El primero de ellos está ubicado al norte de la ciudad con un valor de 20,8 t/km²/mes; el segundo, ubicado hacia la zona centro-este, con un valor de 16,6 t/km²/mes y el tercero, hacia el cono sur presenta valores comprendidos entre 15-25 t/km²/mes. Sólo en la estrecha franja paralela a la costa y en parte de algunos distritos residenciales se respeta la norma establecida por la OMS. De acuerdo al análisis realizado, el 64% de las estaciones superaron dichos niveles referenciales.

El valor máximo horario de concentración de ozono troposférico registrado de 49,5 ppb representa un 55% del máximo planteado por el Estado de California E.U.A. (ya que el país no cuenta con estándar horario). El valor máximo de las 8 horas registrado de 19,3 ppb representa un 32% del máximo promedio de 8 horas del estándar nacional (60,1 ppb ó 120 ug/m³). Existe una buena correlación estadística entre el máximo de 1 h y 8 h de este contaminante dentro de cada mes; por ello, es posible poder predecir la concentración máxima de 8 h correlacionando con los picos horarios. La correlación

entre radiación total y vientos en el rango de las 8:00 a 16:00 horas es alta con un coeficiente de R² de 0,96. Esto ha permitido establecer una curva de comportamiento de Ozono en función a dichos parámetros.

El análisis de la información meteorológica de los vientos de superficie, permite resaltar la presencia de vientos de débil intensidad hacia el norte (Comas) y centro (Jesús María) de la ciudad con direcciones predominantes del SSW (24%) y del SW (58%) y moderados en los distritos cercanos al litoral (Callao) con dirección S (49%), este (La Molina) provenientes del W (47%) y al sur (Surco y Chorrillos) con dirección S (24% y 52%, respectivamente). En horas de la noche, se reportaron vientos de intensidad débil en Comas y Jesús María con direcciones SSW (75%) y SW (44%), respectivamente, hasta de fuerte intensidad en el distrito de Chorrillos con vientos provenientes del SW (95%)

Las características de altura de la Base de la Inversión (863 m), intensidad (1,9°C/ 100m) y la alta humedad atmosférica (9 días con atmósfera saturada sobre la Zona Metropolitana), constituyeron en conjunto y en una forma muy relativa, buenas condiciones de calidad del aire.