

5908

147

CEPAL
Programa de Recursos Naturales y Energía
Octubre 1964
Santiago, Chile

SOLO PARA CRITICAS Y COMENTARIOS

LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE ARGENTINA

Análisis y programación tentativa de su desarrollo ^{*}/

PARTE IV

Meteorología e hidrología

^{*}/ Esta es la versión preliminar del Informe, que se circula a objeto únicamente de discutirlo con las autoridades y técnicos argentinos que participaron en la preparación del material, antes de su redacción definitiva. Las cifras y análisis están, pues, sujetos a revisión. Se ruega no citar.

Capítulo 1

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS GENERALES E HIDROGRÁFICAS

1. Características generales

La República Argentina se encuentra ubicada en el triángulo sur de Sud América.

Su superficie es aproximadamente de 2 780 000 ^{1/221/} km² y se encuentra dividida políticamente en un distrito federal, 22 provincias y una gobernación marítima.

Las coordenadas geográficas extremas de la parte americana son: en el norte 21° 46' 55" de latitud sur en el cerro Branqui, en el sur 55° 3' 30" en el cabo San Pío, en el este 53° 38' 52" de longitud oeste en la localidad de Bernardo de Irigoyen y en el oeste 73° 29' 30" en el cerro Bertrand.

Sus costas oceánicas se extienden a lo largo de 4 800 km que van desde el cabo San Antonio en el extremo sur de la bahía de Samborombon hasta Punta Dungeness en la parte meridional de Santa Cruz, en la parte continental y se continúan hacia el sur en la gobernación marítima de Tierra del Fuego.

El país puede ser considerado como una gran planicie que va ascendiendo gradualmente desde las costas del océano Atlántico y del río Uruguay hasta los pies de la cordillera de Los Andes. Solamente pequeños sistemas orográficos, como las sierras de las provincias de Córdoba, San Luis y Buenos Aires, interrumpen esa planicie.

Sin embargo dentro de esa fisonomía general, al sur del río Negro, la característica es algo diferente pues predominan las terrazas o mesetas.

La topografía del país puede ser apreciada más fácilmente en el cuadro 1, donde se dan las superficies entre diferentes curvas de nivel.^{2/} Se aprecia que el 51.7 por ciento tiene una altura sobre el

^{1/} Esta superficie no incluye la parte del Río de la Plata que corresponde a Argentina.

^{2/} Datos obtenidos de las cartas aeronáuticas 1:1 000 000 publicadas por el Centro de Información de las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos de América.

Cuadro 1

ARGENTINA: DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE ACUERDO A SU ALTURA
SOBRE EL NIVEL DEL MAR

Altura (pies)	(mts)	Superficie (km ²)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1				
1 000	305	1 437 000	51.7	51.7
1 000 - 2 000	305 - 610	467 000	16.8	68.5
2 000 - 3 000	610 - 914	251 000	9.0	77.5
3 000 - 5 000	914 - 1 524	265 000	9.5	87.0
5 000 - 7 000	1 524 - 2 134	104 000	3.7	90.7
7 000 - 9 000	2 134 - 2 743	46 000	1.7	92.4
9 000 - 12 000	2 743 - 3 658	52 000	1.9	94.3
12 000 - 15 000	3 658 - 4 572	121 000	4.4	98.7
15 000	4 572	37 000	1.3	100.0
		<u>2 780 000</u>	<u>100.0</u>	

nivel del mar inferior a 305 metros (1 000 pies) y que el 77.5 por ciento está por debajo de los 914 metros (3 000 pies). Llama la atención el porcentaje de 4.4 entre los 3 658 (12 000 pies) y los 4 572. (15 000 pies) metros que están justificados por la alta zona del noroeste.

La altura máxima del país se encuentra en el Aconcagua con 6 959 metros, existiendo una veintena de montañas que superan los 6 000 metros.

La Cordillera de Los Andes, al oeste del país, sirve de límite natural con Chile y constituye el accidente geográfico relevante que contribuye en gran medida a configurar su clima. Constituye una muralla que supera las 4 000 metros, desde el norte del país hasta los 35°S y luego descendiendo a unos 2 000 entre esa latitud y los 37°S. Desde ahí hasta los 51° sus alturas son variables entre 1 000 y 2 000 y más al sur sólo hay pequeñas elevaciones.

Ese relieve produce profundas modificaciones en la circulación general de la atmósfera que afectan en grado sensible a la evolución del tiempo en todo el país. Se registra un aumento de las precipitaciones en la zona cordillerana y las alteraciones en los sistemas básicos se acusan en todo el territorio.

Hidrológicamente el país puede ser dividido en cuatro grandes regiones, de acuerdo al destino final de las aguas de sus ríos. Ellas son: la cuenca del Plata, las vertientes atlántica y pacífica y la zona de ríos sin derrame al mar.

La riqueza hídrica superficial del país es de 21 686 m³/s. Esta se encuentra muy desigualmente distribuida, siendo la cuenca del Plata la de mayor riqueza, con el 84.7 por ciento del total.

El caudal señalado significa disponer en promedio de 8.8 litros por segundo por kilómetro cuadrado y considerando la población de 1961 la disponibilidad por habitante sería de 1.02 litros por segundo.

Es interesante señalar sin embargo que el caudal citado es originado casi un 70 por ciento fuera del país, en la cuenca señalada.

Los principales ríos, el Paraná, el Paraguay y el Uruguay, son no sólo por sus caudales sino también porque constituyen prácticamente las

únicas vías de navegación fluvial. El río Negro que es el que sigue en importancia, se origina totalmente en el país.

Unos pocos ríos que nacen en territorio argentino en la región de la cordillera patagónica desaguan en el océano Pacífico después de atravesar al territorio chileno.

Una región relativamente grande de más de 700 000 km² ubicada en el noroeste del país, constituye una gran cuenca cerrada y los ríos que por ella corren son, en general, de poca importancia, representando sus caudales menos del 1 por ciento del total.

Los ríos tienen una marcada irregularidad en la región noroeste del país con valores del coeficiente respectivo superiores a 0.40, en cambio en la región cordillerana desde la latitud 32°S al sur este valor es del orden de 0.25.

La población del país era de 21 300 000 habitantes en 1961, lo que significaba una densidad de 7.7 personas por kilómetro cuadrado. Sin embargo, la distribución es muy desigual pues se concentra principalmente en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. En el cuadro 2 se puede apreciar como se distribuye la superficie y población de acuerdo a su división política.

La concentración mayor se produce en el Gran Buenos Aires donde hay unos 6 000 000 habitantes o sea aproximadamente el 30 por ciento del total.

En la cuenca del Plata habitan unos 16 000 000, que representan el 75 por ciento del país.

El régimen de precipitaciones imperante, así como otros factores climáticos, en la zona de la Mesopotamia han permitido desarrollar la actividad agrícola ganadera sin necesidad del riego. En cambio zonas como las de San Juan, Mendoza, Río Negro y otras han debido recurrir a él a causa de un régimen deficiente de lluvias.

La deficiencia de lluvias en una gran parte del país se puede apreciar claramente si se considera que el 52 por ciento del territorio tiene menos de 500 milímetros de precipitación anual y el 69.2 por ciento menos de 700 milímetros. Gran parte de esta zona de escasas precipitaciones también carece de ríos de importancia.

Cuadro 2

ARGENTINA SUPERFICIE Y POBLACION POR PROVINCIAS

	Superficie (km2)	Población
A. Capital Federal	200	3 945.5
B. Provincias de:		
1. Buenos Aires	307 571	6 828.2
2. Catamarca	99 818	170.9
3. Córdoba	168 766	1 794.5
4. Corrientes	88 199	547.0
5. Chaco	99 633	559.4
6. Chubut	224 686	143.5
7. Entre Ríos	78 781	823.0
8. Formosa	72 066	183.7
9. Jujuy	53 219	250.4
10. La Pampa	143 440	161.3
11. La Rioja	92.331	129.2
12. Mendoza	150 839	827.6
13. Misiones	29 801	386.2
14. Neuquén	94 078	111.0
15. Río Negro	203 013	197.3
16. Salta	154 775	416.3
17. San Juan	86 137	361.5
18. San Luis	76 748	174.3
19. Santa Cruz	243 943	53.6
20. Santa Fe	133 007	1 913.1
21. Santiago del Estero	135 254	487.9
22. Tucumán	22 524	789.7
C. Gobernación Marítima		
1. Tierra del Fuego	20 912	8.1
<u>Total República Argentina</u>	<u>2 779 541</u>	<u>211263.2</u>

Fuente: Instituto Geográfico Militar.

2. Descripción resumida de la hidrografía del país

El sistema hidrográfico argentino es bastante complejo pero puede ser dividido en forma primaria en cuatro grandes cuencas o regiones. Estas son:

- a) Cuenca del río de la Plata
- b) Vertiente Atlántica
- c) Vertiente Pacífica
- d) Ríos sin derrame al mar

Con el objeto de valorar rápidamente la importancia de cada una de ellas tanto desde el punto de vista hidrológico como geográfico, en el cuadro II se dan algunas de sus características generales. La ubicación de los ríos se puede ver en el mapa I.

a) Cuenca del río de la Plata

Aunque la cuenca del río de la Plata pertenece a la vertiente Atlántica, por razones obvias, se ha preferido considerarla en forma aislada.

Es bien conocido el hecho de que esta cuenca no sólo posee la mayor riqueza hídrica, sino también que en ella se concentra la mayor actividad del país. Así dispone del 84.7 por ciento del caudal superficial ($18\ 360\text{ m}^3/\text{seg}$) y viven en ella el 75 por ciento de la población del país o sea unos 16 000 000 de habitantes, lo que significa una densidad para la zona de 17.4 habitantes por kilómetro cuadrado.

Se debe destacar que, además del enorme caudal superficial que posee, es también la zona más extensa del país que tiene mayores lluvias, distribuidas a lo largo de todo el año.

La vasta cuenca del Plata además de los $918\ 900\text{ km}^2$ que tiene en el territorio argentino, o sea el 33.1 por ciento del país, comprende una gran parte del sur del Brasil, el sudeste de Bolivia, Paraguay y el oeste de Uruguay. El detalle de la parte no argentina se presenta aparte.

Los dos grandes brazos que forman el río de la Plata son el Paraná y el Uruguay. El primero desde que se le une su gran tributario, el Paraguay, constituye un río argentino, en cambio el Uruguay es siempre para la Argentina un río internacional.

Estos tres ríos constituyen las principales vías de navegación fluvial del país, además de ser también internacionales.

El Paraná es un río de llanura cuyo perfil longitudinal tiene una suave pendiente que va disminuyendo hacia su desembocadura. Frente a Corrientes ésta es 0.067 metros por kilómetro y frente a San Pedro es de 0.010. Arriba de Corrientes algunos pasos limitan la navegación y se presentan rápidos. Los de Apipé han adquirido popularidad pues en ellos se proyecta una obra hidráulica de aprovechamiento múltiple cuyo estudio se encuentra a cargo de la "Comisión Técnica Mixta Argentino-Paraguaya de los Rápidos del Apipé".

El Paraguay es limítrofe con la república homónima y tiene en el país dos importantes afluentes: el Pilcomayo y el Bermejo. El primero nace en Bolivia en la Cordillera Real y desciende desde las proximidades del lago Poopó, además algunos arroyos de sus nacientes se originan en Jujuy y penetran en Bolivia. Constituye el límite natural con Bolivia en unos 40 kilómetros y luego con el Paraguay a lo largo de unos 700, hasta su desembocadura en el río del mismo nombre.

El río se bifurca en la zona de Fortín Pilcomayo, constituyendo al brazo sur el límite internacional. En el estero Patiño el cauce es variable y origina problemas en la región.

El Bermejo tiene algunas nacientes en las estribaciones de la Cordillera Real en el departamento de Tarija, ~~En~~ Bolivia, pero la mayor área de la cuenca está en territorio argentino (Jujuy, Salta, Formosa y Chaco) que aporta igualmente la mayor parte de la riqueza hídrica. Juntamente con su afluente el Grande de Tarija forma, hasta la unión con éste, el límite argentino-boliviano. Sus principales afluentes son el San Francisco y el Pescado. El aprovechamiento con propósitos múltiples se encuentra actualmente en estudio por la "Comisión Nacional del río Bermejo".

Dos ríos pequeños, el Del Valle y el Dorado se unen a la cuenca del Bermejo en casos de grandes lluvias. Normalmente se pierden en los bañados del Quirquincho.

Más al sur, por la margen derecha, el Paraná recibe el Salado y luego el Carcarañá.

El primero tiene los nombres de Pasaje-Juramento-Salado y se origina en la precordillera de Los Andes en las provincias de Tucumán, Catamarca y principalmente Salta, que es donde reside su cuenca activa. En Santiago del Estero el río Salado pierde parte de su caudal en los bañados de Figueroa y Añatuya.

El Carcarañá está formado por el Tercero y el Cuarto cuyas nacientes están en la falda oriental de la Sierra de Comechingones. Posteriormente se suma a su caudal el arroyo Tortugas.

Al sur del Carcarañá sólo pequeños arroyos se incorporan al caudal del Paraná.

Por ~~la~~ margen izquierda tiene como afluente importante el Iguazú que forma el límite con el Brasil y cuyas famosas cataratas han hecho surgir anteproyectos para su aprovechamiento hidroeléctrico. Más al sur, en el Paraná medio, aunque de mucha menor importancia recibe el río Corrientes que drena los esteros del Iberá y en el Paraná inferior el Arroyo Gualeguay.

Al río Uruguay aportan sus aguas desde el suelo argentino algunos ríos menores como el Aguapey, el Mirafay, el Mocoretá y el Gualeguaychú y un incontable número de arroyos de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. El Mirafay contribuye en casos excepcionales a desaguar los esteros del Iberá.

La navegación se realiza en los primeros 350 km desde su desembocadura o sea la zona de Concordia, pero se interrumpe aguas arriba por los rápidos, especialmente hasta Monte Caseros. Más al norte sólo circulan en algunos tramos pequeñas embarcaciones/

El aprovechamiento múltiple del río Uruguay en la zona de Salto Grande se encuentra a consideración de los gobiernos argentino y uruguayo en vías de próxima realización.

De los ríos que desagúan en el curso propio del río de la Plata merece citarse el Salado de la provincia de Buenos Aires. Su importancia se manifiesta por ser la red de drenaje natural de una importante parte de la provincia que en casos de precipitaciones intensas se hace insuficiente, ocasionando extensas inundaciones.

El gobierno argentino considera el límite del Río de la Plata a una línea que une Punta Norte en el cabo San Antonio en el territorio argentino hasta Punta del Este en la República Oriental del Uruguay.

b) Vertiente Atlántica

La Vertiente Atlántica es la más extensa de las divisiones consideradas y comprende 1 051 300 km², o sea el 37.8 por ciento del país. Se extiende desde la latitud 27°30' en el límite con Chile hasta el extremo sud de Tierra del Fuego y desde las cumbres cordilleranas hasta la costa atlántica. La suma de los caudales medios de sus ríos es de unos 2 300 metros cúbicos por segundo que representan el 10.8 por ciento del superficial del país. La población en esta zona tiene una densidad de 2.6 habitantes por kilómetro cuadrado que significa un total de 2 700 000 habitantes o sea el 12.7 por ciento de la del país.

Es una región bastante más seca que la cuenca del Plata, donde las precipitaciones no superan los 400 milímetros al año, con excepción de la parte sudeste de la provincia de Buenos Aires y la región cordillerana. Los ríos tienen en general sus nacientes en el divortium acuarium de la Cordillera de Los Andes y sus caudales se forman principalmente con las precipitaciones de la zona cordillerana tanto nivosa como pluvial, constituyendo un hecho bien marcado el aumento de los caudales, en primavera, por derretimiento de la nieve acumulada en el invierno. Luego de formados estos ríos atraviesan zonas áridas o semiáridas, sin recibir aportes de importancia, hasta desaguar en el Atlántico.

Dentro de esta vertiente se considera una división que agrupa a ríos principales que al final presentan un colector único o a conjuntos de ríos de una zona. Esta división considerando los sistemas de norte a sur es:

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| I. Desagüadero | V. Deseado |
| II. Colorado | VI. Chico y Santa Cruz |
| III. Negro | VII. Coig |
| IV. Chubut-Senguerr | VIII. Gallegos y Chico |
| | IX. Ríos de Tierra del Fuego |

El sistema del Desagüadero está formado por una serie de ríos que descienden desde la divisoria de aguas de Los Andes y se integran por grupos de torrentes. Enumerados de norte a sur estos ríos son: el Bermejo de la Rioja, el Jachal, el San Juan, el Mendoza, el Tunuyán, el Diamante y

al Atuel. El colector general es el Desaguadero que toma los nombres de Salado, Chadileufú y Curacó hasta llegar a la unión con el río Colorado.

~~En~~ la actualidad la corriente hídrica entre los ríos andinos y su colector se encuentra interrumpida en tramos, interrupción a la que ha contribuido en gran parte la gran utilización de los mismos (la totalidad de los caudales de estiaje) y su regulación. Los aportes que recibe son de las crecientes y a veces únicamente de las crecientes extraordinarias.

Una gran riqueza hidroeléctrica se encuentra acumulada en estos ríos andinos de la cual sólo una pequeña parte es actualmente aprovechada.

El río Colorado aunque en épocas pasadas fue el colector al que se unía el Desaguadero-Salado-Curacó hoy puede considerarse hidrológicamente como una cuenca independiente. Está formado por dos afluentes principales que se unen en la región cordillerana: el Grande y el Barrancas. Así constituido continúa el río hasta el Atlántico y a él fluyen únicamente arroyos intermitentes sin importancia.

El río Negro constituye por la importancia de su riqueza hídrica el cuarto del país, después del Paraná, Paraguay y Uruguay. ^{3/2} Nace de la confluencia de otros dos importantes: el Neuquén y el Limay. Aproximadamente el Limay aporta el 70 por ciento del caudal del Negro y el Neuquén el resto.

El principal afluente del Neuquén es el río Agrio y luego le siguen otros arroyos como el Covunco, el Pichineuquén, etc.

A diferencia del Neuquén, el Limay posee en su cuenca un gran número de lagos que actúan a manera de embalses naturales que regulan su escurrimiento. Entre estos lagos se pueden citar como más importantes los siguientes: Nahuel Huapi, Huechulafquén, Aluminé, Traful, Lolog, Quillén, Filohuehuen y Tromen. La superficie de éstos supera los 1 000 km².

El Limay se origina en el Lago Nahuel Huapi y recibe afluentes importantes como el Traful y el Pichileufú antes de unirse a él su más grande tributario el río Collón-Curá. Este a su vez que se origina con el nombre de Aluminé, en el lago homónimo, es el colector de otros grandes afluentes como el Quillén, el Malleo, el Catán Lil, el Chimehufn y el Caleufú.

^{1/2} Es sin embargo el río de mayor caudal formado en territorio argentino.

Después de la confluencia con el Collón-Curá al Limay, hasta su unión con el Neuquén, recibe dos tributarios de consideración el Comallo y luego el Picún Leufú.

El Negro, hasta su desembocadura, corre en un valle de ancho variable que no supera los 25 km, no recibiendo aportes de otros ríos.

El aprovechamiento múltiple de los ríos Neuquén y Limay es estudiado en el proyecto "Complejo El Chocón-Cerros Colorados".

Como un solo sistema se considera los ríos Chubut, Senguerr, los lagos Musters y Colhué Huapi y el río Chico.

Los ríos Chubut y Senguerr nacen en la vertiente oriental de la divisoria de aguas, que en el caso del primero separa a parte de la vertiente pacífica de la Argentina y en el segundo forma el límite internacional con Chile.

El Chubut tiene un curso permanente hasta el Atlántico y sus afluentes principales que están en la zona de la cordillera son: el ~~Narquinco~~, el Chico y el Tecka-Gualjaina. El Senguerr es el emisario de los lagos La Plata y Fontana y entre los varios afluentes que recibe se destacan los ríos Mayo y ~~Sanco~~. Finalmente el Senguerr desagua en el lago Musters y en el Colhué-Huapi. Ambos lagos tienen una superficie de unos 1 200 km².

En pocas ocasiones el río Chico lleva aguas procedentes de este último lago y está alimentado por cañadones temporarios que le dan el mismo carácter a su curso. El dique Florentino Ameghino construido en el río Chubut permite el control de las crecidas y también posibilita el uso de sus aguas para riego e hidroelectricidad.

El río Deseado tiene relativo valor hidrológico actualmente, sin embargo, originariamente fue emisario del lago Buenos Aires. Hoy tiene sus nacientes en morenas que han cerrado superficialmente la salida del lago.

Las cabeceras de este sistema son complejas pues algunos ríos tanto argentinos como chilenos desaguan en el Lago Buenos Aires. Este lago tiene su drenaje principal al océano Pacífico, por medio del río Baker.

Los ríos Chico y Santa Cruz son dos cuencas independientes que llegan al Atlántico por un estuario común, el del río Santa Cruz.

El Chico nace en la vertiente oriental de la sierra de las Vacas que limita la vertiente pacífica argentina. Se origina con el nombre de Lista y posteriormente recibe las aguas de su importante afluente el río Belgrano. A unos 70 km de su desembocadura, en la vía del Santa Cruz, se le une el Chalia o Shahuén, por la margen derecha. Este río drena una zona tan grande como la del Chico. Sin embargo entre ambos quedan dos cuencas cerradas que son las de los lagos Strobel y Cardiel.

El Santa Cruz es el emisario del lago Argentino y por intermedio del río La Leona drena también al lago Viedma. Por el volumen de su caudal le sigue en importancia al Negro. Es un hecho destacado de su cuenca la alimentación producida por el hielo continental patagónico a través de un gran número de glaciares.

El río Coig nace en la vertiente oriental de la sierra del Cazador y a él se suman primero el río Palque y luego el brazo sur del río Coig. Estos dos últimos se originan en las mesetas patagónicas.

Los ríos Gallegos y Chico desaguan el Atlántico por un estuario común. El Gallegos recibe ese nombre después de la confluencia del Turbio y del Penitente. El primero se origina en el divortium aquarum y el segundo en el territorio chileno. Luego de la confluencia, el Gallegos, recibe el aporte del Zurdo que también se origina en territorio chileno.

El Chico es un arroyo de escaso valor hidrológico que nace igualmente en Chile y se comporta en suelo argentino como río aléctono.

El último grupo de ríos de la vertiente atlántica lo constituye los ríos y arroyos de Tierra del Fuego. Se tratan de ríos o arroyos que corren en general perpendicularmente a la costa, algunos de los cuales tienen sus nacientes en territorio chileno. El río de mayor importancia es el Grande de Tierra del Fuego.

c) Vertiente Pacífica

Una pequeña superficie del país al sur del paralelo 40°S drena hacia el océano Pacífico. Su área es de unos 37 500 km² distribuidos en pequeñas zonas lindantes con el límite internacional con Chile. A pesar de la pequeña extensión, su riqueza hídrica es considerable ya

que alcanza para los ríos aforados o estimados a unos 795 m^3 por segundo, que representan el 3.7 por ciento del caudal total siendo aquella área sólo el 1.3 por ciento del país.

No están incluidos en este total los ríos al sur del Canenleufú y que se numeran más abajo del VI al XII.

Para precisar las cuencas con vertiente pacífica las enumeramos por el río o lago que cruza la frontera según las encontramos al recorrer el límite internacional de norte a sur:

- I. Río Hua-Hum, Lago Lacar
- II.. Río Manso
- III. Río Puelo
- IV. Río Futaleufú
- V. Río Carrenleufú, Encuentro
- VI. Río Pico
- VII. Ríos Huemules y Simpson
- VIII. Lago Buenos Aires
- IX. Lago Pueyrredón
- X. ~~Lago~~ San Martín y Río Mayer
- XI. Ríos Vizcachas y Don Guillermo y arroyo Zanja Honda
- XII. Lago Fagnano

Todas estas zonas pertenecen a una región donde las precipitaciones varían fuertemente en cortas distancias debido principalmente a la orografía. Estas precipitaciones en general varían desde 400 a más de 2 500 milímetros en el año, para las ubicadas arriba de los 45°S y desde 200 hasta 800 para las que se encuentran al sur de esa latitud. Sin embargo se debe hacer notar que las observaciones de la precipitación en la región son escasas y en algunas cuencas no existen.

La población de la región es escasa y no existen núcleos de gran importancia.

Algunas de las características de esta vertiente son la profusión de lagos que existen en las distintas cuencas, su accidentada orografía y la existencia de campos nevados y glaciares.

Las longitudes de los ríos en territorio argentino son cortas y sus cauces presentan fuertes pendientes por lo que aparecen con frecuencia rápidos y saltos de importancia. El aprovechamiento que se realiza de esta riqueza hidroeléctrica es mínimo.

El río con mayor caudal es el Futaleufú y seguirían luego en menor importancia el Manso, el Puelo y el Carrenleufú, que tienen una riqueza hídrica similar.

La derivación de aguas de esta vertiente hacia la atlántica ha sido considerada como en los casos del río Manso (Quemquentreu) hacia la cuenca del Chubut (Martín) y del Manso superior hacia el lago Mascardi.

d) Ríos sin derrame al mar

Un gran número de ríos carecen de derrame al mar y tampoco presentan un cauce que indique que en época reciente lo tuvieron.

La suma de las superficies de estas cuencas da un total de unos 771 800 km², y se encuentran localizadas principalmente en una gran región que ocupa el oeste de Salta y Jujuy, Catamarca, La Rioja, Tucumán, sudoeste de Santiago del Estero, norte y sud de Córdoba, San Luis, este de La Pampa y oeste de Buenos Aires además de dos zonas aisladas que abarcan una el centro-sur del Río Negro y el centro-norte del Chubut y la otra los lagos Cardiel y Strobel en Santa Cruz. Esta superficie representa el 27.8 por ciento de la del país. La población de esta zona es de 2 600 000 habitantes lo que arroja una densidad de 3.4 habitantes por km².

De las cuatro grandes regiones consideradas es la que posee menos recursos hídricos. La suma de sus caudales totaliza 182 m³ por segundo o sea que tiene el 0.8 por ciento del caudal del país. Su potencia de cuenca es de 0.2 l/s/km² (cuadro 11) y comparada con las otras regiones se ve que la de la vertiente atlántica, que es la inmediata, es 10 veces superior.

Las precipitaciones son igualmente escasas e irregulares y a excepción de la cuenca del río Salí-Dulce, son inferiores a 800 milímetros y en su mayor parte inferiores a 600. El potencial hidroeléctrico es elevado y está concentrado principalmente en el sistema del Aconquija y en las sierras de Córdoba y San Luis.

El más importante de todos estos ríos es, por mucho, el Salí-Dulce. Sus nacientes se originan en las sierras Calchaquies y del Aconquija. En sus orígenes tiene el nombre de Tala que luego cambia por el de Salí y más tarde por Dulce, en Santiago del Estero. Sus principales afluentes los recibe en Tucumán por la margen izquierda, en cambio en Santiago del Estero a más de no recibir nuevos aportes penetra en salitrales y bañados para desaguar finalmente en la laguna de Mar Chiquita, por lo menos en épocas de crecientes.

El aprovechamiento del río Dulce se realiza en usos industriales, domésticos, riego y generación eléctrica.

A más del Dulce dos ríos cordobeses dirigen sus cauces hacia la laguna de Mar Chiquita: El Primero y el Segundo. El Primero nace en las faldas orientales de las sierras Chica y Grande y se forma con el aporte de dos ríos menores, el Cosquín y el San Roque. La regulación del río así formado se efectúa en el dique del mismo nombre y aguas abajo recibe al Ceballos. Debido al intenso uso de sus aguas el aporte a la laguna Mar Chiquita es casi nulo.

El Segundo nace en las cumbres de Achala formándose con la unión de varios ríos menores que descienden de las sierras cordobesas. La regulación parcial del río en el Dique Los Molinos, además del uso cada día mayor de las aguas del río Segundo hacen que las que llegan a la Laguna de Mar Chiquita sean reducidas.

El agua de esta laguna es muy salada ya que su ley alcanza al 6 por ciento.

En el macizo puntano se originan una serie de ríos que tienen gran importancia para la región. Ellos son los ríos: Conlara, Quinto, Chorrillos y Quines.

El río Quinto es el más importante de éstos y penetra en la provincia de Córdoba para perderse en los bañados de la Amarga. Los demás pierden sus aguas dentro de la provincia de San Luis.

En la zona de las provincias de Catamarca y La Rioja hay tres ríos de gran importancia local por la extrema aridez de la región que

son: el Abaucán, Colorado o Salado, el del Valle y el Albigasta. La cuenca del Abaucán comprende parte del suroeste de Catamarca y norte de La Rioja. Aunque sus nacientes se encuentran en alturas de 4 000 metros el río se pierde en bañados que están a 400 metros. En Catamarca el río del Valle, ubicado entre las sierras del Ambato y Alto-Ancasti, recibe los aportes que en crecientes le llegan del Paclín y del Tala-Ongolf. El río se pierde en bañados aunque su caudal de estiaje se halla totalmente comprometido. El último río citado el Albigasta nace en la sierra del Alto y es el mayor de diversos ríos que nacen en la misma vertiente. Se pierde luego en bañados.

Algunos otros ríos menores de pequeño caudal corren por la región árida y semiárida cuya importancia es notoria debido a la escasez de precipitaciones en esa zona.

Capítulo 2

METEOROLOGÍAS

1. Principales factores en la determinación del clima

Para tratar de explicar los tipos de clima que se presentan en la República Argentina se hace necesario mencionar todos aquellos factores que originan también el clima en cualquier ~~parte~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~Tierra~~ ~~de~~ ~~la~~ ~~Tierra~~.

Debemos comenzar por citar los movimientos de la Tierra que producen en todo el planeta las variaciones anuales, estacionales y diarias, de tipo más o menos periódico de todos los parámetros climáticos y que lógicamente afectan a la Argentina.

Estos movimientos no tendrían significado desde el punto de vista climático de no existir la radiación solar y que conjuntamente con los anteriores produce las variaciones mencionadas.

Además de estos factores de tipo general se debe citar la circulación general de la atmósfera que sobre el hemisferio sur en la parte sudamericana y zonas adyacentes presenta las características que se señalan a continuación.

Aunque acá se limita la descripción a la dinámica de esa zona se debe reconocer que ella es resultado del movimiento general de toda la atmósfera en todos sus niveles.

Es posible señalar dentro de aquella dinámica los factores más destacados. En las capas bajas de la atmósfera tenemos la interacción de los anticiclones subtropicales del Pacífico y del Atlántico ubicados alrededor de los 30° Sur y la baja térmica que se desarrolla al este de los Andes y que con bastante regularidad se presenta sobre la Argentina en la región noroeste, especialmente sobre La Rioja y Catamarca.

Estos tres sistemas básicos varían a lo largo del año, siendo los anticiclones más intensos en el invierno y la baja más profunda en el verano.

Se suman a éstos, en niveles más altos y en estrecha vinculación la gran corriente de vientos del sector oeste, cuyo núcleo de máximas velocidades (corriente de chorro) se encuentra entre los 8 y 10 km de altura, en latitudes que varían del verano al invierno desde los 45° a los 25°S, en término medio. Las velocidades máximas de este núcleo tienen una señalada estacionalidad, siendo mayores en invierno donde se registran velocidades de 150 kilómetros por hora y aún mayores.

El constante movimiento de la atmósfera supone el desplazamiento de importantes masas de aire con diferentes características. Este desplazamiento tiene en el sector argentino una señalada componente del oeste y se realiza, en última instancia, por el empuje de una masa de aire sobre otra.

Des tipos de masas de aire principales barren el suelo argentino y ellas son las masas de aire tropical y las masas de aire polar. La separación entre ambas constituye la zona frutal cuya importancia meteorológica e hidrológica se verá más adelante.

Después de enunciar los factores de tipo astronómico y atmosférico debemos pasar a los de origen geográfico que ejercen una definida modificación sobre los anteriores.

El territorio argentino, excluyendo el sector antártico, se extiende desde la latitud 22°S hasta la 55°S. Por tal motivo es posible encontrar climas que van desde los subtropicales con abundantes lluvias durante todo el año, en el noreste, hasta los climas moderadamente fríos y húmedos en el sur, después de pasar por una gran variedad de climas intermedios en precipitación, temperatura, humedad y otros parámetros meteorológicos.

La extraordinaria orografía del país impone modificaciones a la circulación atmosférica. La Cordillera de los Andes que penetra en la tropósfera media, es un elemento perturbador de gran importancia en esa circulación general del oeste. El obligado ascenso que deben efectuar las masas de aire marítimo provenientes del Pacífico, origina la precipitación de gran parte de la humedad de que son portadoras y además ocasiona una alteración en el flujo general cuyas consecuencias no están aún bien definidas. Se puede decir que al norte de Mendoza el macizo andino separa completamente a la atmósfera del Pacífico de la existente sobre suelo argentino por lo menos hasta los 4 500 metros de altura.

Las corrientes oceánicas vecinas contribuyen también con una acción directa a formar el clima del país.

La de Malvinas transporta aguas frías desde el sur a lo largo de toda la costa patagónica hasta que se encuentra entre las latitudes 35° a 38°S con la del Brasil que lleva aguas de origen tropical a lo largo de la costa brasileña y uruguaya.

Las masas de aire al pasar sobre ellas sufren modificaciones que dependen de las diferencias entre sus temperaturas. Esas alteraciones afectan al territorio argentino especialmente a las costas patagónicas, costas de Buenos Aires y zona del Río de la Plata.

2. Las masas de aire

Los agentes portadores del agua que finalmente precipita sobre el país, así como en parte de las cuencas internacionales que luego escurren por ríos que penetran en territorio argentino, son las masas de aire que pasan sobre él.

Estas masas de aire son de dos tipos distintos en cuanto a su origen y características.

Un tipo es el de masas de aire tropical que procede del noreste y del norte y el otro es el de masas de aire de origen polar, procedentes del sur y suroeste.

a) Masas de aire tropical

Las masas de aire tropical que invaden el territorio argentino se originan en el anticiclón subtropical semipermanente del Atlántico sur y por tal causa tienen características marítimas o sea de elevada humedad. Prácticamente en verano determinan las condiciones del tiempo en toda la República al norte de la latitud 40°S.

Son características de estas masas de aire tropical marítimo su elevada temperatura y humedad en capas bajas y la presencia de una o más inversiones de temperatura en altura.

Dada su estructura térmica y su elevado contenido de humedad se inestabiliza fácilmente cuando adquiere trayectorias ciclónicas, especialmente en el verano, generando nubosidad de tipo convectivo y lluvias las cuales afectan principalmente el Litoral Fluvial y la provincia de Buenos Aires.

La máxima penetración en el país de las corrientes de aire tropical marítimo acusa una variación estacional, llegando en el verano hasta la latitud 40°S y en invierno hasta los 35°S.

Por su elevado contenido de humedad, que llega hasta 20 gramos de vapor de agua por kilogramo de aire en niveles bajos, proporciona una abundante cantidad de agua precipitable.

En invierno al penetrar el aire tropical en el territorio argentino, enfría desde abajo, al ponerse en contacto con el suelo que tiene menor temperatura produciéndose una inversión baja de temperatura, que lo estabiliza, siendo la nubosidad que se forma en ese caso de tipo estratiforme y frecuentemente se producen nieblas. Por la noche es común observar una fuerte deposición de vapor de agua sobre la superficie.

En ciertos casos las masas de aire tropical tienen menor contenido de humedad, constituyendo el subtipo continental. Este se presenta en la región noroeste y central del país, localizándose en verano en la zona dominada por la baja térmica, anteriormente citada. Se caracteriza por ser muy seco y cálido.

b) Masas de aire polar

El aire polar que penetra en el territorio argentino tiene dos orígenes distintos:

- i) el procedente del Pacífico;
- ii) el procedente del Atlántico.

El aire polar se origina en la región oceánica subpolar de los océanos Pacífico y Atlántico y tiene por lo tanto características marítimas.

- i) baja temperatura;
- ii) bajo contenido de humedad, pero distribuido uniformemente hasta una relativamente gran extensión vertical;
- iii) gradiente térmico vertical próximo al adiabático (0.6°C por 100 metros) que lo hace fácilmente inestabilizable.

Los varios mecanismos que pueden hacer inestable este tipo de masa de aire son:

- i) calentamiento desde abajo;
- ii) trayectorias desde el Polo al Ecuador rectilíneas o con curvatura ciclónica, siendo más intensa la inestabilización en este último caso;
- iii) por enfriamiento diferencial entre dos niveles.

Para apreciar mejor los efectos del aire polar veremos su influencia de acuerdo a la trayectoria con que penetra al país.

La entrada del aire polar procedente del Pacífico se efectúa con dos trayectorias principales:

i) Corrientes del oeste, que penetran por la Cordillera Patagónica Norte y que al entrar en el país giran hacia el noreste. Este aire al ascender la ladera chilena de los Andes precipita parte de su humedad trasponiendo la cordillera como aire relativamente seco que se calienta en su descenso. En este caso se observa una gran variación diurna de temperatura (máximas relativamente altas y mínimas bajas). Debido al escaso contenido de humedad prácticamente no se observa nubosidad baja;

ii) Corrientes del sudoeste, que trasponen la Cordillera Patagónica Sur. Debido a que la Cordillera Patagónica Sur es menos alta que la Norte, este aire sufre un secado menos intenso que en el caso anterior.

Se observa una diferenciación en esta corriente según avance luego sobre tierra o sobre mar., En el primer caso estará sujeta a una neta variación diurna en toda su fenomenología, sufriendo un proceso de secado continuo durante la noche por efectos del enfriamiento nocturno.

Cuando recorre la región atlántica adyacente a las costas argentinas aumenta su contenido de humedad por efectos del transporte turbulento que se establece debido al fuerte contraste térmico entre el aire frío y las aguas no tan frías. Esta modificación será tanto más intensa cuanto mayor sea el recorrido marítimo.

Este aire genera, en las costas de la provincia de Buenos Aires, nubosidad convectiva que produce chaparrones de poca intensidad en invierno, pero más importantes en verano, debido a que el desarrollo convectivo es estimulado por el fuerte calentamiento diurno del suelo.

La entrada del aire polar procedente del Atlántico se produce con trayectorias sur-norte, aunque a veces puede hacerlo con sudeste-noreste. Este aire es a veces de origen antártico y en otros casos es aire del Pacífico que penetra en el Atlántico en altas latitudes. Se caracteriza por ser muy inestable. Sus temperaturas son, en promedio, más bajas que las del aire procedente del Pacífico y al llegar a las costas argentinas presenta una modificación estructural por efectos del intenso transporte convectivo-turbulento.

La nubosidad producida en esta masa de aire penetra al país llegando hasta el centro y norte del litoral fluvial. Está sujeta a una definida variación diurna, con un máximo de actividad en las horas de la tarde.

Las irrupciones del aire polar, cualquiera sea su origen, tienen alcances máximos diferentes según la época del año. En invierno como regla general llegan a barrar completamente la cuenca del Plata y aún la superan. En verano, tienen tendencia a retornar sobre el territorio argentino como aire polar retrógrado fuertemente transformado en capas bajas de manera tal que podría confundirse con aire tropical, pero conservando su estructura polar en capas medias y altas.

3. Principales causas meteorológicas de las precipitaciones

Se ha visto que las masas de aire son las portadoras de la humedad, por lo que se pasa a considerar los mecanismos o causas meteorológicas que originan la precipitación.

a) Dentro de estos mecanismos capaces de producir precipitaciones es necesario, dada su importancia, explicar sucintamente a los sistemas frontales o frentes.

Al describir las masas de aire que actúan sobre el territorio argentino se ha señalado la existencia de dos corrientes atmosféricas principales:

- i) Las del SW o S que aportan aire de origen polar;
- ii) Las del N y NE que aportan aire de origen tropical.

La zona de encuentro de estas dos grandes corrientes se denomina frente polar. La masa de aire fría por su mayor densidad acciona como gigantesca cuña de cientos o miles de kilómetros de extensión y obliga a la masa de aire tropical a ascender sobre ella. Esta masa al ascender expansiona y enfría, lo que permite la condensación de la humedad de que es portadora y su eventual precipitación. Este proceso se desarrolla a todo lo largo del país.

Puede afirmarse que la principal causa de las precipitaciones en la Argentina la constituyen los frentes fríos.

Alrededor del paralelo 37 la Cordillera de los Andes tiene una disminución de su altura media pasando de unos 4 500 a 4 000 metros a unos 2 000 metros. Este notable descenso favorece el pasaje desde el oeste de masas de aire polar al sur de esa latitud.

El ascenso del aire polar sobre la cordillera resulta finalmente en un aumento de la precipitación en la zona cordillerana al sur de esa zona.

Las masas de aire polar continúan su desplazamiento sobre el país hacia el noreste obligando al ascenso sobre ellas del aire de características generalmente tropicales que encuentran en su avance. La condensación y precipitación de la humedad de este aire es el resultado final de este empuje polar. Este mecanismo supone también el desarrollo de procesos en niveles más altos, tales como vaguadas, que actúan conjuntamente con los llamados procesos de superficie descritos, y que con ellos determinan la mayor o menor intensidad de todo el sistema.

Los frentes fríos que pasan sobre la Capital Federal en todo el año son unos 80, algunos otros afectan solamente la Patagonia y se desplazan hacia el este. En cambio en otros casos el frente, después de haber alcanzado el norte del país, se estaciona y luego regresa actuando en este caso como frente caliente. También en las corrientes de aire origen tropical, procedente del NE o N, cuando las trayectorias hacia latitudes más altas son ciclónicas se presentan características frontogenéticas, generándose así en el norte del Litoral frentes calientes que se desplazan hacia el Sur. Estos frentes no se presentan muy bien definidos, pero pueden producir extensas áreas de precipitación, generalmente del tipo lloviznas en las provincias de Santa Fé, Corrientes, Entre Ríos y el norte de Buenos Aires.

b) En conexión con los procesos frontales se desarrolla dentro del sector caliente de los mismos, especialmente en primavera y verano, las denominadas líneas de inestabilidad o líneas de turbonadas. Están estos procesos caracterizados por la formación de grandes desarrollos convectivos y tormentas a lo largo de unas líneas o franjas que producen precipitaciones intensas. Se generan especialmente al este de la línea formada por Bahía Blanca, Santa Rosa, San Luis y una vez generados se desplazan rápidamente hacia el noreste, pudiendo llegar hasta la latitud de 25° Sur.

c) Otro proceso meteorológico menos frecuente que los anteriores pero no menos importante por la extensión que abarca y la cantidad de precipitación que ocasiona es el ciclón frontal.

En el desplazamiento de los frentes fríos se observan velocidades variables pudiendo aún permanecer estacionarios. En los casos que su desplazamiento es muy lento o estacionario se suelen producir ondas que evolucionan hasta llegar a ser ciclones frontales.

La zona ciclogénica por excelencia es el Litoral y la región del Río de la Plata. Normalmente una vez generado el ciclón se desplaza a lo largo del frente internándose en el Atlántico.

En los ciclones se produce un activo ascenso vertical del aire cálido formándose extensas masas nubosas que producen precipitaciones sobre grandes áreas (del orden de 100 000 Km² o más). Este proceso, aunque no es muy frecuente, se observa con mayor probabilidad en invierno. La duración de este fenómeno es de varios días y cuando afecta la zona del Río de la Plata está asociado a los casos de más intensas sudestadas (vientos fuertes y persistentes del sudeste). Estas sudestadas producen inundaciones en las zonas del Delta del Paraná y en las partes bajas de las costas rioplatenses de la provincia de Buenos Aires desde el Delta hasta La Plata.

d) En algunas zonas del país como el noroeste, en las Sierras de Córdoba y otros sistemas serranos la inestabilidad dentro de la misma masa de aire ocasiona precipitaciones que en general son más bien aisladas. Aunque se citó específicamente esos lugares por ser en ellos de mayor importancia, también se pueden producir en otros.

Su incidencia en el total de precipitación es menor que las causas anteriores.

e) Se deben mencionar además los fenómenos de altura, como bajas o vaguadas, que inducen o refuerzan procesos de superficie.

Todos los mecanismos citados se pueden presentar aisladamente, pero es común que algunos puedan originarse simultáneamente y de ahí que la clasificación de la precipitación desde este punto de vista resulte compleja.

Las cantidades de precipitación de las que son responsables cada uno de los procesos descritos en todo el país no han sido aún bien determinadas.

En la provincia de Corrientes, por ejemplo, el 71 por ciento del agua precipitada es causa de los frentes fríos y líneas de inestabilidad, el 13 por ciento de los procesos ciclogénéticos, el 7 por ciento de la inestabilidad de masa, el 4 por ciento de los frentes calientes, el 4 por ciento de los frentes de altura y el uno por ciento de las lluvias o lloviznas de masas frías.^{1/}

Según un trabajo anterior ^{2/} realizado sobre datos de dos años para seis lugares del país, los porcentajes para cada proceso son diferentes para cada región y varían según las épocas del año (verano e invierno). Con carácter informativo se dan algunos porcentajes, considerando que estos resultados deben ser ampliados y mejorados usando un mayor número de años.

Para los seis lugares considerados en promedio (Tucumán, Corrientes, Córdoba, Mendoza, Buenos Aires y Santa Rosa) durante todo el año los procesos frontales (frentes fríos, calientes, de altura y línea de inestabilidad) aportaron el 79 por ciento del agua precipitada y los no frontales el 21 por ciento. Individualmente para los procesos frontales el máximo lo tiene Buenos Aires con 91 por ciento y el mínimo Mendoza con 67 por ciento. Considerando separadamente el verano y el invierno los porcentajes varían algo.

En el Anexo ~~presentado~~ ejemplos de las principales situaciones sinópticas.

^{1/} Hoffman, J.A.J., "Clima de la provincia de Corrientes" en impresión.

^{2/} Wolcken, Kurt, "Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina", Meteoros, Año IV, N° 4, 1954.

4. Clasificaciones climáticas

Varias clasificaciones climáticas se han efectuado en el país, pero dadas las características propias del mismo no parecen adaptarse bien , a todas las regiones.

Pocos países han tenido tantos ensayos de clasificaciones climáticas, lo que en cierta forma indicaría la dificultad de adaptar un sistema práctico que se ajuste totalmente al extenso territorio.

Cada una tiene sus ventajas e inconvenientes y sería laborioso entrar en el análisis de sus fundamentos y de su aplicación. Se prefiere presentar someramente tres de las clasificaciones que por su universalidad o fundamentos se consideran más importantes a indicar las obras originales para mayores detalles.

Se pretende al reproducir los mapas climáticos dar una idea de parámetros meteorológicos que no se presentan individualmente.

Las clasificaciones elegidas son las de: Koeppen, Thornthwaite y Papadakis.

a) División climática de la Argentina en base a la clasificación de Koeppen.^{3/}

Este sistema, que es el más divulgado universalmente, tiene en cuenta para su clasificación la lluvia y la temperatura. En base a ellos define cinco zonas fundamentales que reciben los nombres de: clima tropical lluvioso, clima seco, clima templado moderado lluvioso, clima boreal o nevado y de bosque y clima nevado.

En la parte continental americana del país, excluyendo las altas cumbres andinas, se presentan principalmente los climas seco y templado moderado lluvioso.

En el mapa 2 se puede apreciar esta clasificación; en él se han marcado en líneas continuas las divisiones principales y líneas de trazos las subdivisiones.

^{3/} GAEA, Geografía de la República Argentina, Tomo VI.

Los climas templados lluviosos ocupan la parte noreste del país, las primeras estribaciones andinas del noroeste, incluyendo el sistema del Aconquija y la zona lluviosa vecina a la Cordillera Patagónica.

La zona del noreste comprende las provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Santa Fé, Buenos Aires al norte de Bahía Blanca, el noreste de la Pampa, casi todo Córdoba, el centro de San Luis, el sudeste de Santiago del Estero y el este de Chaco y Formosa.

La zona de la Cordillera de los Andes que supera los 3 000 metros de altura desde el noroeste hasta el río Diamante, tiene la clasificación de clima de altura. Al sur de este río la región cordillerana entra dentro del tipo de clima de montaña.

Los climas secos o tipo B predominarían en el país pues comprenden prácticamente toda la Patagonia, la zona de Cuyo y las partes bajas del noroeste excluidas las zonas lluviosas de Tucumán, Salta y Jujuy.

En el mapa indicado se pueden apreciar las subdivisiones y las características fundamentales de esta clasificación.

b) Clasificación climática en base al sistema de Thornthwaite.^{1/}

Este método es de por sí complejo y tiene en cuenta la evapotranspiración potencial, la precipitación y la longitud del día. En base a estos elementos básicos obtiene otros parámetros y define las regiones hídricas por medio de un índice hídrico y las regiones térmicas en base a la evapotranspiración. Para expresar la variación estacional de la efectividad hídrica hace uso de un índice de aridez y también establece la concentración estival de la eficiencia térmica.

Todo esto supone la presentación de cuatro mapas que superpuestos definen 12 tipos de climas húmedos, 9 de climas subhúmedo-secos, 14 de climas subhúmedo-húmedos, 11 de climas semiáridos, 7 de climas áridos y el clima helado.

^{1/} J.J. Burgos y A.L. Vidal, Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.

Por ser de más importancia desde el punto de vista hidrológico hacemos referencia a las regiones hídricas.

Los índices hídricos definen los siguientes tipos climáticos:

<u>Tipo climático</u>	<u>Índice hídrico</u>
A Perhúmedo	100 y superiores
B4 Húmedo	80 a 100
B3 Húmedo	60 a 80
B2 Húmedo	40 a 60
B1 Húmedo	20 a 40
C2 Subhúmedo-húmedo	0 a 20
C1 Subhúmedo-seco	-20 a 0
D Semiárido	-40 a -20
E Árido	-60 a -40

En el mapa 3 se presentan las regiones hídricas de acuerdo con la subdivisión indicada. En el país no existe el tipo A o perhúmedo.

El clima de mayor índice hídrico que aparece es el B4 húmedo, al sur de Neuquén y norte de Chubut, en la zona cordillerana. Hacia el norte, este y sur disminuye rápidamente.

Los índices más bajos o de clima árido aparecen principalmente en el sur de Catamarca, centro de La Rioja, este de San Juan, centro de Mendoza y la mayor parte de la Patagonia, excluyendo la zona andina.

Desde la zona noreste del país, en la zona oriental de Misiones, donde tenemos el tipo B3 húmedo, el índice disminuye hacia el oeste y el sur, aumentado únicamente en el sistema del Aconquija y parte del noroeste argentino.

En Tierra del Fuego predomina el tipo C, subhúmedo-seco y llega a presentarse el C2 o subhúmedo-húmedo.

c) Clasificación climática de acuerdo a Papadakis.^{1/}

^{1/} J. Papadakis, "Mapa Ecológico de la República Argentina", 1952 y "Geografía Agrícola Mundial", 1960.

Esta clasificación está basada en los límites climáticos de los cultivos.

Los cuatro elementos básicos de ella son: el rigor del invierno; el calor del verano; el régimen estacional de humedad y el coeficiente anual de humedad.

En base a las dos condiciones térmicas citadas, determina 19 tipos de clima. Teniendo en cuenta un coeficiente anual de humedad, establece 8 tipos y en relación al régimen estacional de humedad 3. Estas subdivisiones le permiten catalogar 53 climas que engloba con los principales nombres siguientes: tierra caliente; tierra templada; tierra fría; subtropicales; pampeano; áridos; mediterráneos; marítimos; continentales húmedos; estepa; polares y alpinos.

Según esta clasificación los que se encuentran en el país se pueden reunir en 3 grandes grupos de climas. Estos son: los subtropicales ubicados en el norte; los pampeanos que ocupan un radio de unos 600 Km alrededor de Buenos Aires y los desérticos que están en el oeste y sur.

En el mapa 4 se reproducen las divisiones principales que se presentan en el país y se indican los lugares de los subtipos.

Las denominaciones usadas emplean vocablos de uso corriente y son explicativos por sí mismos, por tal motivo se omite su descripción y se remite al mapa.

5. Distribución geográfica de la precipitación

El análisis del mapa de isoyetas anuales del período 1921-1950 del Atlas Climático publicado por el Servicio Meteorológico Nacional en 1962 sugiere algunas consideraciones de orden general sobre la distribución de las precipitaciones. (Mapa 5.)

La disposición general de las isoyetas es en la dirección norte-sur y en las zonas llanas del país disminuyen de valor desde el este hacia el oeste. Desde Misiones donde las lluvias superan los 1 600 milímetros anuales se podría decir que la disminución es uniforme hasta la región andina. Solamente se interrumpe esta disminución por pequeños centros en las sierras de San Luis y Córdoba, en Tucumán al pie del sistema del Aconquija y más al norte, en Salta y Jujuy, al pie del macizo andino.

En la región cordillerana, en una estrecha faja, desde la latitud 31°S hacia el sur se observa un aumento de la precipitación desde el este hacia el oeste, acusando los valores más altos en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, donde hay lugares que alcanzan los 3 000 milímetros.

La zona de más pobres precipitaciones anuales se encuentra en la región noroeste del país, en el oeste de las provincias de Salta, Catamarca, La Rioja y San Juan donde no llega a los 100 milímetros.

Esta distribución es producto de factores ya mencionados y que se pasan a analizar.

La mayor precipitación en el noreste del país y el Litoral se debe no sólo a que sobre esas zonas circulan más frecuentemente las masas de aire tropical que poseen mayor contenido de agua precipitable, sino que también se producen las causas o mecanismos que liberan esa agua. Cabría agregar que a medida que nos alejamos de los Andes disminuye el movimiento descendente general de la circulación que tiende a anular los procesos de inestabilización.

Los pequeños centros en los núcleos serranos o próximos a ellos estarían justificados por los ascensos de masas de aire, que originan sobre ellos la circulación general de la atmósfera.

Ya se mencionó la mayor facilidad con que las masas de aire y los frentes fríos pueden penetrar en el país al sur de la latitud de 37°, debido a la disminución de la altura media de la Cordillera de los Andes.

Esa circulación más intensa origina el ascenso de las masas de aire, y los sucesivos procesos de enfriamiento, condensación de la humedad y posterior precipitación de parte de ella. Se debe señalar que esa zona de mayores precipitaciones es la terminación de otra de mayor extensión que se observa en el territorio chileno originada por la misma causa.

En la Patagonia, dos hechos contribuyen a que se registren escasas precipitaciones, que en general no superan los 200 mm anuales: uno, las masas de aire polar secadas al efectuar el ascenso orográfico sobre los Andes y el otro, el posterior descenso de estas mismas masas después de cruzar la cordillera, que contribuye a la estabilización de las mismas.

Para apreciar cuantitativamente la distribución de la precipitación se han calculado planimétricamente las áreas entre isoyetas. En el cuadro 3 se observan estos valores.

Se destacan algunos porcentajes que muestran el carácter árido y semiárido de una gran parte del país coincidente ésta con algunas regiones en las que los recursos de aguas superficiales son muy escasos. Así el 30.9 por ciento de la superficie del país tiene precipitaciones inferiores a 200 milímetros anuales y el 52.0 por ciento inferiores a 500 milímetros. Solamente el 9.0 por ciento tiene precipitaciones superiores a los 1 000 milímetros.

En base al cuadro anterior se calculó la precipitación promedio anual para todo el país y resultó ser 515 milímetros.

Cuadro 3

ARGENTINA: SUPERFICIES ENTRE ISOYETAS^{a/}

Precipitación (mm)	Superficie Km2	Porcentaje	Porcentajes acumulados
0 - 100	164 000	5.9	5.9
100 - 200	690 000	25.0	30.9
200 - 300	236 000	8.5	39.4
300 - 400	200 000	7.2	46.6
400 - 500	151 000	5.4	52.0
500 - 600	215 000	7.7	59.7
600 - 700	265 000	9.5	69.2
700 - 800	219 000	7.9	77.1
800 - 900	203 000	7.3	84.4
900 - 1 000	184 000	6.6	91.0
1 000 - 1 100	104 000	3.7	94.7
1 100 - 1 200	35 000	1.2	95.9
1 200 - 1 300	50 000	1.8	97.7
1 300 - 1 400	6 000	0.2	97.9
1 400 - 1 500	4 000	0.1	98.0
1 500 - 1 600	3 000	0.1	98.1
1 600 - 1 700	28 000	1.0	99.1
1 500 - 2 000	10 000	0.4	99.5
2 000 - 2 500	8 000	0.3	99.8
2 500 y más	5 000	0.2	100.0
	<u>2.780 000</u>	<u>100.0</u>	

Nota: Lluvia promedio en Argentina: 515 mm.

a/ Período 1921-50.

6. Distribución anual de la precipitación

Varias son las causas meteorológicas principales de las precipitaciones que fueron citadas y también se vio cómo intervienen en la distribución geográfica de la misma.

La marcha anual de las precipitaciones está lejos de ser uniforme y en el país se pueden clasificar diversos tipos de variación anual. Desde el punto de vista hidrológico es fundamental su conocimiento especialmente en la parte de la cuenca antes de los lugares de aprovechamiento de los ríos, como sería el caso de las cabeceras en los cordilleros.

Estas variaciones son ocasionadas en primer término por la variación anual de la radiación solar, tanto en cantidad como en intensidad, la que luego afecta a la circulación atmosférica general y en consecuencia a la estructura térmica e higrométrica de las masas de aire.

Diferentes regímenes anuales se pueden encontrar en el país, pero indudablemente una gran división se puede hacer entre los mismos diferenciando dos grandes grupos totalmente opuestos.

Uno es el que tiene marcado predominio de lluvias en el verano y escasas precipitaciones en el invierno.

El otro se caracteriza por mayor abundancia de lluvias en el invierno y una disminución en el verano.

El primer régimen se manifiesta en el norte y centro del país y el segundo en la Patagonia y en la Cordillera de los Andes. La separación geográfica entre ambos se encuentra en la zona del río Negro. Considerando las causas meteorológicas se puede decir que el primero está bajo el predominio del anticiclón del Atlántico y el segundo bajo la zona de los vientos del oeste.

Hidrológicamente, ambas distribuciones de la precipitación a lo largo del año son de señalada importancia pues determinan regímenes bien distintos en el caudal de los ríos.

En ambos regímenes hay zonas en que estas características aparecen bien marcadas, otras en que son menos señaladas y luego zonas que podríamos llamar de transición.

La distribución anual de las precipitaciones en estaciones seleccionadas se pueden apreciar en los histogramas que se presentan en el mapa 6.

En el noroeste del país principalmente sobre las nacientes de los ríos Bermejo, Salado y Dulce el mes de más precipitación es enero y los tres meses consecutivos con iguales características son diciembre, enero y febrero, o enero, febrero y marzo. (Mapas 7 y 8 y cuadro 4.)

En las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero se acumula en estos trimestres desde el 75 por ciento de la precipitación anual, en los lugares de más irregularidad, hasta el 45 por ciento en los más uniformes.

Los períodos de tres meses consecutivos menos lluviosos son principalmente de junio a agosto y en algunos casos de mayo a julio, especialmente en la provincia de Jujuy y raramente de julio a septiembre. El porcentaje de precipitaciones en esos lapsos varía desde 0.3 a 6.0 por ciento. A pesar de la señalada estacionalidad de la precipitación es oportuno destacar que son excepcionales los meses en que el promedio de ésta es cero.

Este régimen se presenta también en Formosa, parte del Chaco, Santa Fé, oeste de Entre Ríos, norte y este de Córdoba, San Luis, San Juan y Mendoza. En esta amplia zona el porcentaje de la precipitación en el trimestre máximo varía desde 55 hasta 30 por ciento.

Sin embargo en la zona central del Chaco los tres meses de mayores lluvias son de noviembre a enero.

En la zona de Misiones y noreste de Corrientes, una de las más lluviosas del país, los regímenes no son tan estacionales. Los tres meses de más precipitación son marzo, abril y mayo, representando la caída, en ese lapso, algo más del 30 por ciento de la anual. Un régimen similar aparece en el sudeste de Entre Ríos, desde Gualaguaychú hacia el sur hasta alcanzar Pilar en la provincia de Buenos Aires. También aparece en la zona de la ensenada de Samborombón que comprende Punta Indio, Chascomús y Dolores.

Cuadro 4

ARGENTINA: PRECIPITACIONES TRIMESTRALES MAXIMAS Y MINIMAS

Provincia	Estación	Máxima		% del total del año	Máxima		% del to tal del año
		Trimestre	mm		Trimestre	mm	
Capital Federal		JJA	180.0	18.1	FMA	295	29.8
Buenos Aires	Azul	JJA	130.0	15.8	FMA	256	31.1
	Balcarce	JJA-JAS	155.0	19.2	EPM	247	30.6
	Baradero	JJA	151.0	15.5	EPM	330	34.0
	Bolívar	JJA	102.0	12.7	EPM	265	33.1
	Colman	JJA	152.0	18.5	OND	243	29.5
	Coronel Dorrego	JJA	92.0	14.8	EPM	193	31.1
	Coronel Vidal	JJA	156.0	19.1	EPM	243	29.8
	Darregueira	JJA	66.0	11.1	OND	208	35.0
	Dolores	ASO	193.0	22.0	MAM	256	29.1
	General Lamadrid	JJA	94.0	13.0	EPM	249	34.3
	General Villegas	JJA	68.0	9.5	EPM	260	36.2
	Guaminí	JJA	86.0	12.8	OND	229	34.0
	Igarzábal	JJA	60.0	15.6	MAM	116	30.1
	Jumín	JJA	116.0	13.2	NDE	284	32.3
	Las Flores	JJA	173.0	19.7	MAM	263	29.9
	Lincoln	JJA	102.0	11.8	EPM	286	33.2
	Maipú	JAS	183.0	20.6	EPM	251	28.3
	Mar del Plata	JAS	169.0	21.1	FMA	234	29.2
	Nueva de julio	JJA	115.0	13.5	FMA	272	31.8
	Patagones	JJA	61.0	17.9	SON	109	32.1
	Pehuaje	JJA	96.0	11.4	FMA	286	34.1
	Pergamino	JJA	127.0	13.4	EPM	315	33.4
	Pigüé	JJA	80.0	11.8	EPM	236	34.7
	Punta Indio	JJA	190.0	20.5	MAM	280	30.2
	Ramallo	JJA	122.0	13.1	FMA	313	33.7
	Rojas	JJA	125.0	13.2	EPM	311	32.8
	Tandil	JJA	138.0	15.0	OND	245	31.3
	Trenque Lauquén	JJA	79.0	11.5	OND	239	34.7
	Tres Arroyos	JJA	121.0	17.3	OND	208	29.7
Catamarca	Andalgaldé	JJA	12.0	3.6	EPM	192	62.3
	Catamarca	JJA	14.0	3.9	DEF	197	54.7
	La Guardia	JJA	9.0	3.0	EPM	157	52.2
Córdoba	Tinogasta	MJJ	2.8	1.7	DEF	118	72.4
	Balnearia	JJA	47.0	6.5	EPM	292	40.3
	Bell Ville	JJA	74.0	8.6	EPM	321	37.5
	Bucharro	JJA	65.0	9.1	EPM	266	37.3
	Capilla del Monte	JJA	22.0	3.6	DEF	275	45.2
	Córdoba	JJA	32.0	4.7	DEF	290	42.8
	Dean Funes	JJA	19.0	3.4	DEF	272	48.6
	Huínca Renanés	JJA	51.0	7.9	OND	246	38.2
	Jesús María	JJA	29.0	4.3	DEF	283	41.6
	Laboulaye	JJA	54.0	7.4	DEF	275	37.5
	La Carlota	JJA	58.0	7.9	OND	281	38.2
	Mackenna	JJA	45.0	6.3	NDE	274	37.5
	Pilar	JJA	39.0	5.5	NDE	301	42.7
	Quilino	JJA	19.0	3.7	DEF	252	48.8
	Río Cuarto	JJA	46.0	5.8	NDE	334	42.0
	Río Seco	JJA	28.0	4.4	EPM	282	44.6
	Río Tercero	JJA	43.0	6.3	NDE	297	43.5
	Sanatorio Santa María	JJA	30.0	4.4	EPM	288	42.5
	San Francisco	JJA	66.0	7.3	EPM	362	40.0
	Villa Dolores	JJA	27.0	4.9	DEF	259	47.5

Cuadro 4 (continuación 1)

Provincia	Estación	Mínima		% del total del año	Máxima		% del total del año
		Tri-mestre	mm		Tri-mestre	mm	
Corrientes	Bellavista	JJA	131.0	12.5	FMA	359	34.4
	Corrientes	JJA	145.0	12.2	FMA	389	32.8
	Esquina	JJA	109.0	11.0	EPM	360	36.2
	Mercedes	JJA	183.0	14.4	FMA	394	30.9
	Montecaseros	JJA	199.0	16.9	MAM	356	30.2
	Paseo de los Libres	JJA	217.0	16.7	MAM	415	31.9
	Sante Tomé	JJA	306.0	20.0	MAM	469	30.6
Chaco	Campo Largo	JJA	66.0	7.9	NDE	323	38.7
	Gancedo	JJA	47.0	5.9	NDE	331	41.6
	Nueva Pompeya	JJA	34.0	4.8	DEF	305	43.1
	Presidente de la Plaza	JJA	101.0	10.2	NDE	359	36.5
Chubut	Comodoro Rivadavia	OND	36.0	17.2	MJJ	80	38.3
	Esquel	NDE	66.0	12.3	MJJ	238	44.5
	Puerto Madryn	NDE-JJA	29.0	17.2	MJJ	51	30.2
	Río Pico	OND	87.0	15.5	MJJ	215	38.4
	Sarmiento	DEF	27.0	17.5	MJJ	58	37.7
	Trelew	NDE	33.0	20.0	MAM	47	28.5
	Concepción del Uruguay	JJA	177.0	19.1	FMA	295	31.8
Entre Ríos	Concordia	JJA	201.0	17.1	FMA	367	31.2
	Gualaguay	JJA	141.0	15.1	EPM	310	33.2
	La Paz	JJA	121.0	11.6	NDE	373	35.6
	Paraná	JJA	102.0	11.1	EPM	325	35.2
	Victoria	JJA	116.0	12.4	EPM	332	35.6
	Villaguay	JJA	158.0	14.7	EPM	361	33.6
	Formosa	JJA	155.0	12.2	FMA	423	33.4
Formosa	Las Lomitas	JJA	60.0	7.4	EPM	321	39.5
	Pirané	JJA-JAS	109.0	10.6	EPM	354	34.5
	Tacángil	JAS	108.0	10.8	NDE	344	34.7
	Humahuaca	MJJ	1.6	0.8	DEF	142	74.3
Jujuy	Jujuy	JJA	24.0	0.3	DEF	545	80.6
	La Quiaca	MJJ	2.7	0.8	DEF	234	72.0
	Ledesma	JJA	16.0	2.2	EPM	439	59.9
	Col. Pastorel	JJA	31.0	5.3	EPM	147	37.9
La Pampa	Chivilcoy	JJA	143.0	14.8	FMA	312	32.3
	Epu-pel	JJA	54.0	11.1	EPM	164	33.9
	General Acha	JJA	47.0	10.3	OND	161	35.3
	General Pico	JJA	58.0	9.3	EPM	226	36.2
	Ing. Luiggi	JJA	51.0	8.7	DEF	218	37.2
	Macaohín	JJA	66.0	11.0	EPM	218	36.3
	Ojeda	JJA	52.0	8.3	OND	232	37.0
	Santa Rosa	JJA	58.0	10.5	EPM	199	35.9
	Victoria	JJA	43.0	8.4	OND	196	38.3
	Almogasta	JJA	0.4	0.6	DEF	45	68.2
	Castro Barros	JJA	10.0	3.0	DEF	173	51.6
	Chepes	JJA	13.0	5.0	DEF	150	57.7
La Rioja	Chilecito	JJA	7.0	3.9	EPM	110	61.8
	Gobernador Gordillo	JJA	10.0	3.2	DEF	171	54.1
	La Rioja	JJA	12.0	3.7	EPM	178	54.4

Cuadro 4 (continuación 2)

Provincia	Estación	Mínima		% del total del año	Máxima		% del total del año
		Tri- mestre	mm		Tri- mestre	mm	
Mendoza	Campos Gaspar	JJA	23.0	7.7	OND	115	38.5
	Colonia Alvear	JJA	24.0	8.9	DEF	99	36.7
	Cuadro Nacional	JJA	29.0	10.5	DEF	103	37.4
	Joceli	JJA	9.0	9.1	EPM	47	47.5
	La Dormida	JJA	11.0	5.4	DEF	91	44.6
	La Paz	JJA	15.0	6.0	DEF	131	52.4
	Malargüe	OND	45.0	19.1	EPM	70	29.8
	Mendoza	JJA	21.0	10.9	EPM	78	40.6
	Pampa del Tigre	JJA	23.0	6.6	EPM	140	40.3
	Rivadavia	JJA	17.0	8.2	DEF	74	40.6
Misiones	Posadas	JJA	299.0	18.1	MAM	508	30.8
Neuquén	Arroyito Challaco	FMA	18.0	14.1	ASO	42	32.8
	Chos Malal	NDE	22.0	9.3	MJJ	127	53.6
	Huechulafquén	DEF	68.0	8.4	JJA	408	50.5
	Lago Alumine	DEF	82.0	8.5	MJJ	512	52.8
	Lago Traful	DEF	121.0	11.0	MJJ	537	48.8
	Las Lajas	DEF	28.0	12.7	MJJ	106	48.0
	Zapala	FMA	23.0	14.3	MJJ	68	42.2
Río Negro	Bariloche	DEF	110.0	10.3	MJJ	515	48.5
	Chichinales	JJA	38.0	20.4	EPM	52	27.9
	Choele-choel	JJA	52.0	19.8	ASO-SON	80	30.5
	Cipollatti	FMA	29.0	17.9	ASO	50	30.9
	Falkner	NDE	27.0	16.8	ASO	52	32.3
	General Conesa	JJA	46.0	19.1	SON	76	31.5
	General Mitre	JJA	51.0	20.0	SON	73	28.6
	Pichi Mahuida	JJA	39.0	13.0	SON	101	33.8
	Río Colorado	JJA	44.0	12.8	OND	109	31.7
	El Tunal	JJA-JAS	9.0	1.4	DEF	372	60.0
Salta	Rivadavia	JJA	12.0	2.3	DEF	290	56.4
	R. de la Frontera	JAS	12.0	1.6	DEF	435	59.9
	Salta	JJA	7.0	1.0	DEF	457	66.6
San Juan	Cañada Honda	MJJ-JJA	11.0	9.6	EPM	56	49.1
	Caucete	MJJ-JJA	11.0	11.5	DEF	43	44.8
San Luis	San Juan	MJJ	7.0	7.3	EPM	52	54.2
	Beazley	JJA	21.0	5.9	DEF	165	46.3
	Buena Esperanza	JJA	34.0	6.9	NDE	198	40.4
	Mercedes	JJA	39.0	7.1	DEF	224	40.8
	Naschel	JJA	26.0	4.8	DEF	256	47.5
	San Luis	JJA	32.0	5.4	DEF	292	49.7
Santa Cruz	Unión	JJA	38.0	8.2	DEF	199	42.7
	Biedma A. de	OND	30.0	18.0	MJJ-JJA	49	29.3
	Cañón de las Vacas	ASO	39.0	16.7	MJJ	74	31.7
	Col. Las Horas	DEF	25.0	16.7	MJJ	53	35.3
	Pico Truncado	SON	35.0	21.1	AMJ-MJJ	47	28.3
	Puerto Deseado	OND	34.0	18.1	MJJ	59	31.4
	Santa Cruz	ASO	33.0	17.5	MAM	57	30.3

Cuadro 4 (conclusión)

Provincia	Estación	Mínima		% del total del año	Máxima		% del total del año
		Tri- mestre	mm		Tri- mestre	mm	
Santa Fe	Cañada de Gómez	JJA	94.0	10.2	EPM	342	37.3
	Cañada Ombú	JJA	85.0	8.9	EPM	350	36.6
	Casilda	JJA	106.0	11.5	EPM	343	37.3
	Ceres	JJA	65.0	7.6	EPM	349	41.1
	Oliver	JJA	99.0	10.7	EPM	336	36.4
	Las Rosas	JJA	85.0	9.6	EPM	339	38.3
	Rufino	JJA	66.0	8.4	EPM	292	37.1
	San Jorge	JJA	79.0	9.1	EPM	339	39.1
	San Justo	JJA	92.0	9.2	EPM	383	38.6
	Venado Tuerto	JJA	86.0	9.6	EPM	339	37.8
	Vera	JJA	94.0	9.6	EPM	349	35.8
Santiago del Estero	Añatuya	JJA	27.0	4.4	EPM	279	45.4
	Campo Gallo	JJA	231.0	4.0	DEF	288	49.6
	Frias	JJA	21.0	3.9	EPM	279	51.9
	Garza	JJA	20.0	4.0	EPM	241	48.1
	Haase	JJA	23.0	3.8	EPM	289	47.8
	Laprida	JJA	15.0	3.0	EPM	257	51.5
	Pinto	JJA	36.0	5.8	EPM	288	46.2
	Pozo Hondo	JJA	15.0	2.8	DEF	283	52.5
	San Pedro	JJA	11.0	2.2	EPM	266	52.3
	Santiago del Estero	JJA	19.0	3.4	EPM	282	52.7
	Santiago del Estero	JJA	19.0	3.4	EPM	282	52.7
Tucumán	Paz Leocadio	JJA-JAS	6.0	1.4	DEF	264	61.4
	Tucumán	JAS	33.0	3.5	EPM	483	51.0

Al oeste y sur de la zona anterior al trimestre de mayores lluvias se extiende de febrero a abril, comprendiendo el resto de Corrientes, exceptuando la zona de Esquina, el extremo sudeste de Formosa, este de Entre Ríos y el noreste de Buenos Aires hasta Azul y Pehuajó.

En el resto de Buenos Aires y La Pampa, el período trimestral máximo no se distribuye tan uniformemente como en el resto del país, pero de todas maneras se distinguen zonas en que éste se produce con preferencia de octubre a diciembre o de enero a marzo, variando el porcentaje acumulado entre el 30 y 40 por ciento.

Al este de la sierra de Comechingones, en las nacientes de los ríos Segundo, Tercero y Cuarto y en parte de la cuenca del Quinto, el trimestre de máxima es noviembre, diciembre y enero, con el 40 por ciento de la precipitación anual, aproximadamente.

El régimen de mayores precipitaciones invernales que se desarrolla a lo largo de la cordillera, por lo menos de la zona que dispone de observaciones, condiciona el escurrimiento de los ríos que allí tienen sus nacientes. Dado que las precipitaciones en ellas son muy superiores a las que experimentan los ríos en el resto de sus cuencas, éstos se comportan luego en la mayor parte de sus cursos como alóctonos.

El trimestre de mayores precipitaciones, comprendiendo nieve y lluvia, es mayo, junio y julio y en ese lapso cae aproximadamente entre el 60 y el 40 por ciento del total anual.

En la Patagonia este régimen predomina, pero hay lugares en que el trimestre máximo es de marzo a mayo y el porcentaje acumulado va del 30 al 40 por ciento aproximadamente.

Los tres meses consecutivos de menores precipitaciones se agrupan en el verano, variando desde octubre a diciembre hasta diciembre a febrero y el total acumulado varía del 3 al 20 por ciento del total anual.

Dentro de las características señaladas en la distribución anual de la precipitación en el país, llama la atención la uniformidad que tiene el período menos lluvioso. En casi toda la región al norte de una línea que une Carmen de Patagones, Cipolletti y Malargüe, el trimestre con menor precipitación es el de junio a agosto. Se exceptúan de ésta, la zona al este de Dolores, Maipú, Mar del Plata en la provincia de Buenos Aires

y la zona cordillerana que aproximadamente está al oeste de la línea Jujuy, Tinogasta, Jachal y Malargüe.

El porcentaje de precipitación en esos tres meses con respecto al total anual, es variable y oscila entre 0.3 por ciento en Jujuy hasta el 20 por ciento en Misiones y en el norte de Río Negro. Podría decirse que la variación es gradual desde aquel mínimo hacia los dos valores más altos señalados. Así, la isolínea que representa el valor 4 por ciento, comprende el noroeste del país hasta el oeste de Formosa, Chaco y Santiago del Estero, noroeste de Córdoba y norte de La Rioja.

En la Patagonia ese período de mínimas es más variable y tiene ocurrencia en primavera o verano, pero sin que ese lapso represente una profunda diferencia ya que el porcentaje precipitado varía desde un 15 a un 22 por ciento.

En la zona del río Negro, mencionada como divisoria de los dos regímenes básicos, el trimestre máximo se presenta de agosto a octubre o de septiembre a noviembre con una precipitación en ese lapso del 30 por ciento aproximadamente. También para poder apreciar gráficamente la variación de la precipitación a lo largo del año, en el mapa 9 se han trazado las isoyetas mensuales de 60 milímetros para la zona norte del país desde enero a junio y la de 20 milímetros para la zona cordillerana sur, para los mismos meses. En el mapa 9 se presentan las mismas isoyetas para los meses de julio a diciembre.

Ambos mapas muestran los dos regímenes principales que se consideraron en una gran división y su marcada localización geográfica.

7. Variabilidad relativa de la precipitación

No sólo las distribuciones que experimentan las precipitaciones a lo largo del año son de singular importancia a efectos de su mayor o menor utilidad sino también las variaciones que presentan de año a año.

Para apreciar estas variaciones tanto mensuales como anuales se ha tomado en cuenta la variabilidad relativa o sea el cociente del promedio de las desviaciones con respecto al promedio, expresado en porcentaje.

En la publicación "Datos pluviométricos 1921-1950"^{b/} se dan estos valores para algunos lugares. Con los datos de la misma publicación se efectuó el cálculo de estos valores para otras zonas. En el cuadro 5 se presentan todos.

a) Variabilidad relativa anual

La variabilidad relativa anual tiene sus valores más altos en las zonas áridas en la región de La Rioja, San Juan y Mendoza y en las costas patagónicas desde el sur de Buenos Aires hasta Comodoro Rivadavia. El máximo entre los calculados está en Caucete (San Juan) con 44.6 por ciento.

Los valores más bajos se observan en el centro de la provincia de Buenos Aires, con una amplia zona de 14 por ciento y un mínimo de 12.8 en Las Flores y en la región de Bariloche donde esa localidad tiene 14.7 por ciento.

Como era lógico de esperar y como puede apreciarse en el mapa 10 las zonas más lluviosas tienen en general variabilidad relativa menor que las semiáridas o áridas.

La cuenca del Plata es la más favorecida por lluvias más regulares, sin embargo, llama algo la atención una banda de valor superior a 20 que se extiende por el centro del Litoral, norte de Santa Fé, este de Santiago del Estero y Salta y Formosa. Esta región es la más irregular de esta cuenca.

Aunque la disponibilidad de datos es relativamente pequeña en la región cordillerana, desde la zona de Bariloche hasta la de Esquel la variabilidad relativa es inferior a 20.

En el resto del país, a excepción de las nacientes del río Dulce, la variabilidad relativa anual supera a 20 por ciento.

b) Variabilidad relativa mensual

La variabilidad mensual tiene valores superiores a la anual. En general es menor en los meses de más precipitaciones y a la inversa. Los valores oscilan entre 27.0 por ciento en Salta en el mes de enero a 183.3 en La Quiaca en agosto. A modo de resumen del cuadro anterior se dan los valores máximos y mínimos de cada mes en el cuadro 6.

Cuadro 5

ARGENTINA: VARIABILIDAD RELATIVA MENSUAL Y ANUAL DE LA PRECIPITACION

Provincia	Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Buenos Aires	Azul	46.1	44.2	43.4	57.0	59.1	87.0	53.3	88.0	57.1	58.5	42.6	40.2	13.9
	Bolívar	54.4	56.4	37.4	60.9	56.4	93.5	66.9	78.7	51.4	53.7	44.3	45.5	13.5
	Coronel Dorrego	59.4	60.5	42.0	74.1	56.1	86.1	83.1	77.4	66.7	55.4	57.1	62.5	20.7
	Coronel Vidal	55.3	44.5	42.3	57.9	57.3	63.4	39.7	75.6	43.3	49.7	54.3	43.8	15.6
	Darregueira	60.7	73.5	40.6	75.2	69.4	97.7	90.9	71.4	67.0	53.0	64.4	66.8	22.6
	Dolores	46.2	48.2	36.5	55.3	49.6	75.2	49.8	80.3	47.4	47.4	43.0	46.0	15.5
	Empalme Lobos	45.8	36.2	29.6	52.9	49.7	72.5	60.2	82.1	58.9	40.5	52.6	47.0	13.0
	General Lamadrid	56.0	51.4	47.0	55.5	68.9	92.9	62.5	71.6	62.0	49.3	43.8	57.0	21.0
	General Villegas	45.0	49.7	53.1	65.6	69.6	106.1	81.2	90.0	68.0	46.0	55.4	44.2	18.6
	Igarzábal	78.4	81.5	78.9	91.7	66.2	99.3	91.0	78.8	58.0	55.2	60.4	74.5	23.9
	Las Flores	56.9	57.9	39.8	62.8	57.2	73.0	63.6	83.4	58.8	45.6	50.0	39.5	12.8
	Patagones	79.4	88.5	68.0	80.4	53.9	70.6	72.1	80.6	80.0	57.6	58.6	67.8	32.2
	Pergamino	50.0	48.2	36.7	42.0	63.3	92.7	75.8	82.0	58.0	55.6	51.7	56.9	13.9
	Ramallo	56.3	56.9	43.9	51.1	69.6	77.2	74.5	80.4	58.4	54.9	49.8	54.9	15.3
	Rojas	51.7	52.8	36.6	42.2	71.9	88.1	70.2	79.6	53.9	49.9	39.7	61.5	16.0
	Tandil	55.4	47.7	43.1	58.3	51.2	78.4	42.6	74.7	55.4	42.9	47.5	36.3	14.0
	Trenque Lauquén	59.2	47.2	42.5	50.6	77.2	110.8	82.2	93.5	64.9	47.9	49.1	47.7	17.6
	Tres Arroyos	59.6	47.5	38.4	60.2	49.6	75.5	60.5	73.3	63.6	48.1	48.4	43.2	18.7
Catamarca	La Guardia	61.8	49.8	45.3	106.3	111.3	133.3	127.5	170.0	103.7	85.0	47.0	56.4	26.6
	Tinogasta	48.9	79.3	63.7	114.3	122.2	133.3	170.0	95.0	125.0	95.0	112.2	76.4	30.4
Córdoba	Balnearia	45.9	54.5	54.7	50.9	67.3	90.0	106.3	97.4	68.0	42.0	45.6	47.9	20.6
	Bell Ville	60.4	43.4	43.1	57.2	77.4	86.8	100.3	93.1	54.2	45.8	48.2	55.2	18.8
	Dean Funes	40.9	51.6	50.5	72.0	96.7	121.7	128.3	110.0	82.6	64.6	51.0	37.6	18.8
	Mackenna	49.0	41.7	49.8	55.2	71.3	92.5	110.3	85.9	68.5	50.8	48.4	57.7	18.6
	Pilar	39.0	48.2	58.7	59.0	73.9	80.8	103.8	95.6	65.5	48.2	31.8	36.2	19.6
	Rfo Cuarto	42.0	47.3	48.5	42.6	73.6	93.0	87.6	76.5	70.6	42.2	38.2	46.4	19.0
	Villa Dolores	37.6	56.5	41.4	70.3	84.3	113.3	110.0	112.2	75.0	61.3	41.0	48.0	22.6
Corrientes	Corrientes	55.1	49.2	45.4	51.9	54.9	63.9	70.8	81.0	42.3	48.1	50.5	51.5	19.6
	Esquina	60.8	57.1	49.1	59.6	58.0	65.3	66.9	74.5	51.8	54.6	52.4	57.4	22.0
	Mercedes	58.3	62.6	39.7	54.0	51.2	58.4	58.8	61.6	48.2	41.1	56.9	52.5	20.6
	Monte Caseros	58.4	55.2	52.9	61.5	52.3	49.9	63.0	54.7	52.8	40.5	48.9	67.2	18.1
	Paso de los Libres	62.9	53.3	43.5	56.8	51.1	54.8	54.2	46.1	44.8	48.3	55.4	55.9	18.2
	Santo Tomé	49.3	49.2	41.9	62.8	49.8	33.5	59.9	53.2	47.2	37.5	56.3	50.1	17.8
Chaco	Campo Largo	56.0	50.3	45.3	44.5	70.3	66.1	106.3	88.6	64.7	49.7	53.5	52.2	19.7
	Gancedo	47.0	49.8	56.0	48.6	76.5	83.0	100.5	93.8	60.2	49.2	41.8	49.3	20.8
	Nueva Pompeya	37.8	51.7	46.6	65.6	77.4	98.1	109.8	106.2	69.4	58.2	56.4	50.0	19.0
Chubut	Comodoro Sarmiento	80.0	87.0	66.7	82.5	79.0	69.0	71.2	80.6	63.0	88.7	96.4	64.4	33.2
	Comodoro Rivadavia	98.2	80.0	83.3	84.1	73.5	76.2	87.4	88.3	88.0	76.0	112.1	70.8	37.8
	Esquel	70.6	69.6	64.4	54.0	44.3	48.1	55.9	56.4	62.2	61.8	84.8	75.0	19.1
	Trelew	100.0	73.6	77.1	77.3	64.2	70.0	89.3	84.6	69.3	79.4	90.8	90.0	31.0
Entre Ríos	Concepción del U.	57.7	47.8	56.2	59.6	62.0	61.3	59.0	72.1	37.6	49.9	53.2	63.4	22.8
	Concordia	58.6	62.9	55.6	60.8	61.0	58.5	57.3	61.2	48.3	45.8	51.2	57.9	22.2
	Gualaguay	62.2	61.6	42.7	43.9	65.0	62.0	61.0	80.3	43.3	46.5	49.5	55.9	16.0
	Victoria	58.3	48.0	48.1	48.5	63.7	67.7	72.3	82.8	47.8	57.0	48.5	58.4	19.9
	Villaguay	55.6	48.6	59.2	60.3	62.7	70.3	65.0	76.5	49.5	51.5	47.4	56.0	17.5
Formosa	Formosa	46.8	44.6	50.9	51.2	48.4	73.8	69.0	72.5	55.0	42.5	47.6	41.0	18.4
	Las Lomitas	45.8	57.4	48.2	62.0	83.5	81.8	84.4	112.4	63.6	39.0	52.9	46.6	22.0
	Pirane	51.6	57.6	53.0	47.3	60.9	77.1	75.2	98.2	65.3	38.8	37.6	42.6	21.3
	Tacagale	54.1	60.7	57.6	57.8	72.4	75.0	78.1	99.4	59.7	41.2	38.2	43.9	25.2

Cuadro 5 (conclusión)

Provincia	Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Jujuy	La Quiaca	33.7	36.6	49.3	87.1	175.0	15.0	166.7	183.3	120.0	76.0	42.1	44.6	18.8
	Ledesma	42.5	35.9	47.7	80.8	74.9	98.4	77.8	137.2	86.7	75.1	62.3	39.7	21.9
La Pampa	Epu-pel	65.8	79.8	48.4	73.5	66.7	96.5	91.2	83.3	79.2	47.9	58.5	55.0	32.6
	G. Acha	71.1	75.7	50.3	75.7	73.6	108.7	96.9	87.4	80.0	50.0	59.6	63.8	27.9
	Ojeda	50.8	47.5	57.2	76.3	67.9	102.9	91.2	91.1	84.7	53.4	64.5	52.6	22.7
	Santa Rosa	65.2	66.9	50.7	91.3	93.0	108.0	90.5	88.5	70.6	54.5	48.6	55.9	24.0
	Tesey	67.1	64.5	54.4	89.3	76.1	128.9	89.4	82.1	72.9	56.5	57.5	65.3	27.4
	Victoria	60.3	56.2	52.8	91.7	87.7	103.5	107.3	90.7	71.1	54.7	67.3	61.2	26.4
	Castro Barrios	32.3	50.2	66.3	103.3	101.4	66.7	138.0	145.0	104.3	74.4	55.9	54.0	26.6
La Rioja	Chepes	52.1	67.7	71.7	112.0	157.1	137.5	165.0	163.3	100.0	64.8	79.3	65.4	31.1
	Chilecito	64.4	58.9	80.4	82.9	85.0	140.0	106.7	116.7	100.0	86.2	83.1	66.7	38.8
	C. Alvear	66.9	79.1	93.4	94.0	86.0	114.0	112.5	94.5	88.9	62.7	82.3	64.4	30.2
Mendoza	Mendoza	70.7	68.5	92.7	88.2	98.2	115.0	108.6	100.0	72.5	50.5	54.7	98.4	34.9
	P. del Tigre	64.5	64.9	70.6	85.2	99.3	100.0	125.7	92.2	87.7	69.3	56.3	57.4	24.3
Misiones	Posadas	42.9	56.3	46.9	61.0	43.3	51.1	59.4	58.1	55.4	38.8	52.9	55.2	18.8
Neuquén	Neuquén	120.0	101.2	103.3	107.1	58.7	94.2	115.0	106.9	77.7	87.4	114.3	136.7	26.1
	Zapala	92.7	128.3	104.4	102.5	48.2	66.1	77.1	80.6	85.8	89.3	100.0	101.7	27.8
Río Negro	Bariloche	66.8	72.2	62.7	46.1	47.0	39.8	34.8	45.0	50.8	49.0	77.8	70.2	14.7
	Choele-Choele	83.3	89.5	85.6	88.6	58.3	80.7	85.3	90.5	88.4	69.4	84.0	104.2	28.9
	Río Colorado	82.7	99.4	70.7	105.9	78.1	96.9	81.9	84.0	84.6	55.7	75.7	67.7	27.8
Salta	Salta	27.0	32.3	44.2	61.8	70.0	90.0	115.0	125.0	85.7	54.8	48.2	29.0	14.8
San Juan	Caucete	84.2	88.5	119.0	148.9	130.0	130.0	112.5	145.0	122.9	100.0	125.0	123.6	44.6
San Luis	San Luis	37.1	46.3	55.9	63.6	103.6	100.0	110.0	82.0	76.3	64.7	53.7	53.2	25.4
Santa Cruz	Pico Truncado	70.0	80.7	58.7	82.1	70.0	77.6	60.0	77.9	73.1	89.0	70.0	77.1	23.9
	Puerto Deseado	64.0	73.9	61.5	80.8	66.5	44.8	62.8	68.1	85.7	74.3	72.9	59.2	18.2
	Santa Cruz	56.1	75.0	56.2	65.9	72.1	86.9	65.7	60.7	77.3	82.9	51.2	64.2	26.0
Santa Fe	Cañada de Gómez	56.4	40.1	38.3	54.0	75.1	72.1	84.4	88.7	64.6	48.2	46.4	55.3	16.5
	Cañada Ombú	53.0	44.7	50.9	45.4	62.7	73.1	98.0	86.2	54.0	57.4	40.2	56.3	21.9
	Casilda	59.2	44.9	42.6	47.5	68.7	76.4	80.0	81.0	62.8	48.2	50.1	53.3	14.9
	Gálvez	55.4	49.6	42.6	54.9	73.6	84.4	82.6	91.7	44.8	53.5	44.5	43.7	15.5
	Las Rosas	49.6	49.2	39.6	51.4	71.4	79.6	93.9	88.4	54.5	47.4	44.7	45.7	14.9
	Rufino	46.1	48.0	46.1	49.3	84.5	94.9	87.6	91.6	62.8	51.0	54.7	53.5	15.2
	San José de la E.	55.6	50.0	40.0	48.1	76.9	84.4	90.7	77.6	60.4	47.4	46.3	51.9	16.9
	San Justo	52.6	66.4	50.6	44.0	66.7	86.1	83.9	77.7	63.2	52.0	53.1	46.9	17.1
	Añatuya	44.8	44.2	45.2	63.6	77.0	76.2	120.0	79.0	85.9	56.9	45.5	47.3	18.5
	Estero	45.3	42.4	54.0	65.4	93.7	130.0	130.0	123.3	87.7	75.4	47.1	55.6	27.5
Santiago del Estero	Pinto	51.5	17.2	51.3	52.5	75.0	105.4	120.0	80.8	92.6	55.4	58.2	45.6	24.8
	San Pedro	39.8	50.9	49.1	72.2	92.3	26.0	137.5	140.0	123.3	88.1	67.7	49.3	19.6
	Paz Leopoldo	33.2	36.4	51.5	88.0	100.0	120.0	125.0	170.0	113.3	82.0	52.4	36.0	18.8
Tucumán	Tucumán	27.7	44.5	45.0	48.8	65.2	55.6	96.9	96.3	84.0	54.0	41.3	43.8	17.9

Cuadro 6

ARGENTINA: VARIABILIDADES RELATIVAS MENSUALES, MAXIMAS Y MINIMAS

	E	P	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
a) <u>Variabilidad máxima</u>													
	Lugar												
	Neuquén	Zapala	Cauete	Cauete	La Quiaca	Chilecito	Tingogasta	La Quiaca	Tingogasta	Cauete	Cauete	Neuquén	Cauete
Variabilidad mensual máxima	120.0	128.3	119.0	148.9	175.0	140.0	170.0	183.0	125.0	100.0	125.0	136.7	44.6
Precipitación anual	145	161	96	96	325	178	163	325	163	96	96	145	96
Precipitación del mes	12	6	10	9	0.4	1	1	0.6	2	8	6	6	
b) <u>Variabilidad mínima</u>													
	Lugar												
	Salta	Salta	E. Lobos	Pergamino	Posadas	Santo Tomé	Bariloche	Bariloche	Corrientes	Santo Tomé	Pilar (C)	Salta	Las Flores
Variabilidad mensual mínima	27.0	32.3	29.6	42.0	43.8	33.5	34.8	45.0	42.3	37.5	31.8	29.0	12.8
Precipitación anual	686	686	926	944	1 650	1 532	1 062	1 062	1 186	1 532	704	686	878
Precipitación del mes	193	136	117	85	177	121	169	131	79	143	89	128	

Se descartaron del cuadro dos valores mínimos en junio, uno en La Quiaca y otro en San Pedro (Santiago del Estero) por considerarlos no representativos.

Se nota en este resumen que las variabilidades mensuales máximas se producen en los lugares áridos. Además los valores mensuales de variabilidad son más altos en estas zonas. En cambio las mínimas no sólo aparecen en los lugares más lluviosos sino también en sitios como Salta y Pilar (Córdoba) cuyas precipitaciones no son altas. Sin embargo, valores mensuales altos también aparecen en lugares como los citados.

El Litoral y aun la provincia de Buenos Aires son los lugares con más uniformidad en las variabilidades mensuales. Relativa uniformidad también presentan las pocas estaciones que se dispusieron de la Patagonia, pero con valores más altos que en el Litoral.

8. Intensidad de las lluvias

Dada la importancia que tiene la intensidad de las lluvias en el escurrimiento de los ríos es importante conocer algunas características que pueden dar idea sobre las intensidades de las mismas.

Por ejemplo, los promedios de los días de lluvia en el año con precipitación superior a un milímetro, varían entre un mínimo de 14 en San Juan y un máximo de 82 en Posadas.^{Y/} La distribución sobre todo el país se aprecia para el período 1908-1946, en el mapa 11, teniendo una similitud bastante grande con el mapa de isoyetas anuales.

Se nota en este mapa que la mayor frecuencia de lluvias está en la zona de Misiones con unos 80 días y disminuye en líneas generales hacia el oeste. Sin embargo aumenta localmente en Córdoba y en la zona pre-andina del noroeste, con centros en Tucumán y Jujuy. No se considera una gran parte del sur del país.

^{Y/} Marchetti, Adolfo A. "Estudio del régimen pluviométrico de la República Argentina", Meteoros, Año II, N^{os.} 3-4, 1952.

Es oportuno decir, que las frecuencias de lluvias superiores a 3 milímetros, según el "Atlas Climático" que toma en cuenta más estaciones que el trabajo anterior, es superior a 100 para el período 1921-50. Para las lluvias superiores a 0.3 milímetros el número más alto se observa en Bariloche con 122 días y le siguen Posadas y Paso de los Libres con 94.

Los lugares con lluvias menos frecuentes están en el oeste de las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca. La localidad de Caucete (San Juan) tiene solamente 12 días con lluvias superiores a 0.3 milímetros.

El mapa 12 representa la distribución de la densidad media anual, para el período 1908-1946, por día de lluvia. Este presenta, igual que el mapa de frecuencias, al máximo en el noreste (19 mm por día de precipitación) y una disminución general hacia el oeste. Aparecen sin embargo dos centros que llaman la atención, uno en el norte de Santa Fé con 20 mm por día y otro en el noroeste de Buenos Aires con 14.

Aunque no figura en el mapa se calculó la densidad para Bariloche que es de 9 mm por día.

Otro valor indicativo en cierta medida de la intensidad de las precipitaciones es la lluvia máxima caída en 24 horas. En el cuadro 7 se dan estos valores distribuidos por meses para algunas estaciones seleccionadas.

Como datos ilustrativos de lluvias intensas máximas se pueden citar las siguientes:

- a) en 24 horas, 310 mm en Monte Maíz (Córdoba) diciembre 1936;
- b) en 3 días, 645 mm en Moussy (Santa Fé) abril 1941;
- c) en 1 mes, 795 mm en Colonia Berón de Astrada (Corrientes) marzo 1938;
- d) en 13 meses, 4 925 mm en Lago Quillén (Neuquén) febrero 1938 a marzo 1939.

Estas lluvias cuando ocurren tienen una gran importancia pero a título de comparación vale la pena decir que están lejos de los records mundiales y también de los máximos sudamericanos.

Cuadro 7

ARGENTINA: LLUVIAS MAXIMAS EN 24 HORAS

(Milímetros)

Período 1921-1960

Estaciones	Enero	Febre- ro	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos- to	Sep- tiembre	Octur- bre	No- viembre	Di- ciembre
La Quiaca	45	35	35	35	5	25	5	15	5	35	45	35
Salta	95	115	75	55	35	15	5	15	15	45	65	95
Rivadavia	105	105	45	45	15	15	15	25	75	85	75	85
Tucumán	125	105	115	65	45	25	25	15	25	75	125	95
S. del Estero	125	135	135	105	25	35	45	15	45	105	145	135
Corrientes	285	126	115	115	125	65	105	65	85	95	105	165
Posadas	125	135	155	135	115	145	245	85	115	155	95	135
Catamarca	65	85	65	55	15	15	15	25	25	45	75	75
San Juan	45	35	35	25	15	15	15	15	25	35	45	25
Córdoba	95	115	75	105	65	35	45	65	55	135	75	105
Concordia	115	105	135	155	325	75	75	85	85	105	85	135
Mendoza	55	45	45	25	45	25	15	35	35	45	45	95
San Luis	125	95	65	55	85	35	45	25	55	55	65	65
Rosario	125	85	95	85	85	55	75	65	75	85	105	106
Buenos Aires	125	135	95	125	115	75	75	95	85	105	135	95
Macaohín	85	95	105	105	115	95	65	85	75	75	95	85
Mar del Plata	75	85	105	75	155	95	75	55	95	65	105	85
Bariloche	45	55	55	85	85	95	75	65	75	65	55	65
Cipolletti	45	55	35	25	45	25	25	35	55	55	55	35
Bahía Blanca	75	145	115	95	75	95	75	55	75	65	65	65
Trelew	25	85	45	35	45	25	25	35	35	45	25	55
Sarmiento	15	45	25	35	35	25	25	45	45	15	15	15
C. Rivadavia	35	45	45	45	75	45	25	25	45	45	55	45
S. Cruz	45	45	35	25	35	25	35	15	15	15	15	45

Cuadro 8

ARGENTINA: EVAPORACION PROMEDIO DIARIA EN ALGUNAS ESTACIONES, EXPRESADA EN MILIMETROS

Localidad	Período	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Obs. Central Buenos Aires	1938/61	4.9	4.2	3.1	2.0	1.3	0.9	1.0	1.4	2.2	3.0	4.0	4.8	2.7
Buenos Aires														
Argerich	1945/61	6.7	5.9	4.1	2.6	1.4	0.9	1.2	1.7	2.6	3.8	5.4	6.6	3.6
Azul	1941/61	5.8	5.4	3.9	2.6	1.6	1.2	1.5	2.0	2.8	4.0	4.9	6.1	3.5
Barrow	1939/61	7.0	6.1	4.1	2.6	1.4	0.9	1.2	1.8	2.6	3.4	4.7	6.1	3.5
Belloq	1942/56	6.0	5.0	3.5	2.4	1.6	1.2	1.3	1.8	2.2	2.8	4.3	5.3	3.1
Coronel Dorrego	1945/61	7.3	6.2	4.0	2.2	1.4	1.1	1.3	1.9	2.5	3.6	5.0	6.5	3.6
Coronel Suárez	1941/61	6.3	5.4	3.6	2.0	1.2	0.9	0.9	1.5	2.4	3.2	4.3	5.9	3.1
Dolores	1940/52	5.1	4.5	3.1	2.0	1.2	0.8	0.9	1.3	2.0	2.9	4.1	4.6	2.7
Junín	1942/59	5.5	4.7	3.3	2.3	1.6	1.2	1.2	1.8	2.5	3.6	4.6	5.4	3.1
Lago Epesuen	1946/61	6.7	5.4	3.8	2.6	1.5	0.9	1.0	1.5	2.5	3.5	4.6	6.3	3.4
López Juárez	1952/59	6.2	5.6	4.7	2.8	2.8	1.9	2.6	3.4	3.6	4.0	4.8	5.8	4.0
Los Hornos	1950/58	4.8	4.4	3.5	2.4	1.5	1.2	1.1	1.8	2.3	3.0	4.3	5.1	2.9
Mar del Plata	1953/59	5.3	5.4	4.0	2.9	2.0	1.9	1.9	1.9	2.9	3.2	4.2	4.6	3.3
Mercedes	1944/59	5.8	4.6	3.4	2.3	1.6	1.3	1.4	1.8	2.6	3.3	4.3	5.4	3.1
Miramar	1945/50	5.8	4.8	3.6	2.6	1.5	1.0	1.3	1.7	2.3	3.4	4.6	4.8	3.1
Pergamino	1944/61	5.3	4.8	3.7	2.5	1.7	1.2	1.3	2.0	2.7	3.4	4.6	5.2	3.2
Trenque Lauquen	1945/61	6.5	5.9	4.1	2.5	1.6	1.2	1.4	2.3	3.2	3.8	5.2	6.2	3.7
Santa Fe														
Casilda	1944/61	5.4	4.4	3.6	2.6	2.1	1.3	1.6	2.0	2.9	3.9	4.2	4.6	3.2
Ceres	1955/61	5.3	4.9	3.7	2.5	2.0	1.6	1.7	2.6	3.4	3.9	4.8	5.4	3.5
Rafaela	1945/58	5.9	5.2	4.0	3.1	2.1	1.6	1.9	2.5	3.4	4.4	4.9	6.0	3.7
Córdoba														
Bell Ville	1944/61	6.2	5.3	4.2	2.9	2.3	1.7	1.8	2.1	3.7	4.7	5.5	6.2	3.9
Córdoba	1943/61	5.5	4.9	3.6	2.6	1.9	1.4	1.8	2.5	3.7	4.2	5.1	5.4	3.5
Cruz del Eje	1947/61	6.8	5.6	4.6	3.5	2.7	2.2	2.6	3.7	4.7	5.4	6.6	6.8	4.6
Dique La Viña	1956/59	4.8	4.7	3.7	2.5	1.9	1.5	1.9	2.7	3.6	4.6	5.3	5.4	3.6
Pilar	1941/56	6.1	5.3	4.0	3.1	2.3	1.8	2.2	3.2	4.3	4.9	5.8	6.6	4.1
Dique Pisco Huasi	1951/61	4.8	4.4	3.9	2.5	2.0	1.6	2.0	2.9	3.4	3.7	4.7	5.4	3.4
Embalse Río III	1941/61	5.0	4.4	3.5	2.5	1.7	1.4	1.6	2.3	3.0	3.9	4.6	5.1	3.3
Laboulaye	1957/61	5.0	4.2	2.9	2.3	1.4	1.6	0.9	1.8	2.7	3.3	4.2	4.7	2.9
Miramar	1948/61	5.6	4.7	3.8	2.6	2.0	1.3	1.6	2.5	3.4	4.2	5.2	5.5	3.5
Río IV	1944/61	6.2	5.5	4.2	3.3	2.4	2.2	2.2	3.3	4.5	5.2	6.2	6.6	4.3

Cuadro 8. (Cont.)

Localidad	Período	E	F	M	A	M	J	J	- A	S	O	N	D	Año
<u>Entre Ríos</u>														
Alberdi	1946/58	5.5	4.7	3.9	2.6	1.8	1.4	1.8	2.3	3.0	4.0	4.7	5.3	3.4
Concepción del Uruguay	1953/61	4.3	3.8	3.6	2.8	2.1	1.6	1.5	2.0	2.2	3.1	3.4	3.9	2.9
Gualedguay	1946/57	5.7	4.5	3.7	2.4	1.6	1.2	1.1	2.0	2.2	3.4	4.0	4.8	3.1
Gualedguaychú	1957/59	4.1	4.6	3.9	3.0	2.0	1.4	1.7	2.2	2.9	4.3	4.6	5.0	3.3
Mazarusa	1957/58	4.3	4.2	2.8	2.2	1.8	1.4	1.6	1.7	2.4	3.2	3.7	4.3	2.8
Salto Grande	1949/59	6.6	5.8	4.9	3.2	2.3	1.8	1.8	2.5	3.1	4.2	5.7	6.5	4.0
<u>Corrientes</u>														
Goya	1956/59	5.5	5.3	3.6	3.4	2.1	2.2	1.9	2.5	2.9	4.2	4.8	5.2	3.6
Santo Tomé	1956/59	5.8	4.7	4.3	3.2	2.3	2.0	2.1	2.6	3.9	4.0	4.9	5.5	3.8
Paso de los Libres	1952/61	4.7	4.0	3.5	2.4	1.7	1.4	1.4	1.8	2.4	3.4	4.2	4.7	3.0
<u>Santiago del Estero</u>														
Los Tigres	1954/58	6.3	5.1	4.7	2.9	2.1	2.1	2.8	3.3	4.9	5.9	6.2	6.6	4.4
<u>Chaco</u>														
Peña. R.S. Peña	1959/61	5.0	2.8	2.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.8	4.5	4.6	4.5	5.5	3.4
<u>Formosa</u>														
Las Lomitas	1953/61	6.1	5.1	4.5	3.0	2.4	2.0	2.9	4.1	5.0	5.1	5.3	5.6	4.3
<u>Salta</u>														
Payogasta	1955/58	5.7	5.1	5.0	4.7	4.4	3.3	4.7	4.3	4.4	5.4	5.6	5.4	4.8
Rivadavia	1954/59	6.1	5.3	4.3	3.4	2.4	2.0	2.9	3.6	5.1	5.7	6.3	6.6	4.5
<u>Misiones</u>														
Loreto	1952/59	4.8	4.5	3.7	2.5	1.9	1.6	1.8	2.0	3.0	3.6	4.3	5.0	3.2
<u>Catamarca</u>														
Santa María	1955/61	5.4	5.0	4.5	3.0	2.2	2.1	2.2	3.0	4.2	5.1	5.4	5.6	4.0
<u>La Rioja</u>														
Villa Unión	1954/59	6.7	6.2	4.4	2.8	2.3	2.0	2.4	3.1	3.8	4.9	6.2	6.8	4.3
<u>San Juan</u>														
San Juan	1948/59	7.1	6.4	5.0	3.3	2.1	1.6	1.8	2.8	3.9	5.2	6.4	7.2	4.4
Valle Fértil	1948/61	6.5	5.5	4.4	3.2	2.3	1.9	2.3	3.2	4.1	4.8	5.7	6.4	4.2
<u>Mendoza</u>														
Mendoza (Cap.)	1944/59	5.9	5.1	3.8	2.6	1.8	1.5	1.7	2.4	3.2	4.3	5.4	6.2	3.7
Colonia Alvear	1954/61	6.1	5.3	3.7	2.2	1.4	1.1	1.3	2.2	3.2	4.1	5.3	6.0	3.5
El Nihuil	1949/62	7.4	6.2	4.6	2.7	1.6	1.1	1.2	1.9	3.2	4.2	5.2	6.8	3.8
San Rafael	1958/59	6.7	6.0	4.4	2.3	1.8	1.4	1.2	1.8	3.4	4.0	5.1	6.6	3.7

Quadro 8 (Conte.)

Localidad	Período	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
<u>San Luis</u>														
Guines	1955/60	5.2	4.8	2.9	2.3	1.7	1.3	1.6	2.2	3.6	3.8	4.7	4.6	3.2
<u>Neuquén</u>														
Chos Malal	1953/60	5.4	5.0	4.4	3.4	2.4	2.0	2.6	2.6	3.1	3.7	4.6	4.8	3.7
<u>Río Negro</u>														
Bariloche	1942/61	5.6	5.1	3.8	2.4	1.7	1.9	1.8	2.0	2.4	3.6	4.4	5.4	3.3
Maquinhao	1957/59	5.6	5.0	4.0	2.2	1.6	0.8	1.6	1.5	2.4	3.6	4.3	5.6	3.2
<u>La Pampa</u>														
Colonia 25 de Mayo	1958/60	8.0	7.0	4.6	3.7	2.2	2.2	...	2.4	2.6	4.1	4.8	4.5	3.8
Santa Isabel	1952/59	9.5	9.0	6.2	3.6	2.5	1.9	2.5	3.4	4.8	5.9	6.5	7.9	5.3
Santa Rosa	1946/58	7.8	6.6	4.7	2.9	1.6	1.1	1.5	2.6	3.7	4.4	6.1	7.5	4.2
<u>Chubut</u>														
Esquel	1959/61	6.1	6.6	4.2	2.1	1.9	1.4	0.9	1.6	2.6	3.1	5.8	6.2	3.5

9. Evaporación

La importancia que tiene la evaporación como proceso inverso de la precipitación y por lo tanto como integrante del balance hídrico es repetidamente señalada. Su conocimiento es fundamental para determinar las pérdidas que sufrirán los reservorios y por lo tanto también nos puede servir de guía para estimar la relación beneficio-costos al intentar usar procedimientos que tiendan a aminorarla.

Los diversos valores que tiene la evaporación en el país, medida con el tanque "A", tipo U.S. Weather Bureau se pueden apreciar en el cuadro 8 para unos 60 lugares. Los datos indican evaporación media diaria de cada mes para el lapso que se señala. Debido a la dificultad para obtener un período uniforme y dado que los valores medios de evaporación se definen rápidamente (en muchos casos bastan unos cinco años para dar un promedio representativo) se optó por presentar el mayor número posible de estaciones e indicar sus años de registro.

En todas se acusa una variación estacional que presenta las evaporaciones más altas en el verano y las más bajas en el invierno.

Entre estos lugares, se observan los valores mensuales más altos en Santa Isabel (La Pampa) que registra 9.5 milímetros diarios en el mes de enero, 9.0 en el de febrero y 7.9 en diciembre y un promedio anual de 5.3. Se superan o igualan los 7 milímetros diarios además de la localidad citada, en: Barrow (enero 7.0); Coronel Dorrego (enero 7.3); San Juan (enero 7.1 y diciembre 7.2); El Nihuil (enero 7.4); Colonia 25 de Mayo (enero 8.0 y febrero 7.0) y en Santa Rosa (enero 7.8 y diciembre 7.5).

En el oeste de La Pampa se localiza, con las observaciones disponibles, la zona de más altas evaporaciones del país.

Los meses en que la evaporación media diaria es inferior a un milímetro se presentan en: Argerich (junio 0.9); Barrow (junio 0.9); Coronel Suárez (junio 0.9 y julio 0.9); Dolores (junio 0.8 y julio 0.9); Lago Epecuen (junio 0.9); Buenos Aires (junio 0.9); Laboulaye (julio 0.9); Maquinchao (junio 0.9) y Esquel (julio 0.9).

En general en el Litoral la evaporación tiene valores algo inferiores al resto del país.

10. Las actividades agrometeorológicas

Las actividades agrometeorológicas comenzaron a realizarse en el país en forma sistemática bajo un organismo central en 1935 con la creación de la Sección de Meteorología Agrícola en la ex Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, hoy Servicio Meteorológico Nacional.

Estas tareas se ven hoy complementadas también por otros organismos entre los que se pueden citar: el Instituto de Suelos y Agrotécnica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y las diversas cátedras de Climatología y Fenología Agrícolas de las Facultades de Agronomía del país.

A veces este tipo de tareas se lleva a cabo también por medio de convenios de colaboración como es el celebrado entre el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para la instalación de 45 estaciones meteorológicas principales por parte del primero en las estaciones experimentales del segundo.

11. Fenómenos meteorológicos adversos

De diverso origen son los fenómenos meteorológicos que pueden producir daños significativos a la agricultura. En general los valores extremos de los diversos parámetros son perjudiciales y en algunas oportunidades se combinan los efectos de dos o más de ellos, produciendo lo que bien puede llamarse catástrofes nacionales.

Podemos citar entre estos fenómenos los siguientes: lluvias prolongadas y/o intensas, nevadas, granizo, sequías, golpes de calor, heladas, vientos fuertes y tornados.

Para combatir dos de ellos que tienen gran importancia, por su acción destructora, se están ensayando en el país métodos para combatirlos. Estos son: las heladas y el granizo.

a) Heladas

Las heladas ocasionan a la agricultura del país grandes pérdidas que no se circunscriben a la parte fría del territorio sino que también se producen en la parte norte o cálida. No hay climas completamente libres de heladas.

Esta circunstancia ha impedido el desarrollo de ciertos cultivos tropicales más sensibles a las bajas temperaturas, ya que no encuentran las condiciones climáticas necesarias para su desarrollo.

Es necesario señalar que en algunos lugares la suavidad del régimen térmico no implica que las heladas o temperaturas bajas perjudiciales sean un fenómeno frecuente en la época invernal.

Las heladas puede decirse que son frecuentes en el invierno en el sur del país y su ocurrencia en la zona norte se halla vinculada a las irrupciones más profundas de aire frío que están asociadas con los desplazamientos de los frentes fríos empujados por fuertes anticiclones.

Tomando como información una estadística de heladas, elaborada por la División de Meteorología Agrícola (hoy Instituto de Meteorología Aplicada) del Servicio Meteorológico Nacional,^{2/} que comprende 105 estaciones se pueden establecer una serie de consideraciones generales de este fenómeno. Aunque los períodos de observación considerados no son estrictamente iguales, dada su gran longitud se considera que los resultados de las comparaciones entre ellas pueden ser tomados como muy representativos.

Salvo las alteraciones producidas por la topografía y las condiciones de microclima que representan algunas estaciones ubicadas dentro de las poblaciones, se puede decir que las heladas en el país aumentan desde el noreste hacia el sudoeste.

La zona de menor número de heladas en todo el año se encuentra en las provincias de Corrientes, Misiones, este de Formosa, Chaco y Santa Fe y Norte Entre Ríos. En toda esa región ocurren en promedio menos de cinco al año y el período mínimo libre de ellas es superior a 240 días. La localidad del país, en esa estadística, con menor número es Formosa que tiene 0.43 (Anexo 2). En la zona tucumano-oranense, las heladas anuales también son pocas.

Desde aquella región del noreste del país, las heladas van en aumento a medida que se va hacia el oeste y el sur.

^{2/} Geografía de la República Argentina, Tomo V, GAEA, 1946.

En la provincia de Córdoba, por ejemplo, encontramos entre 30 y 40 heladas anuales y el período libre de ellas varía de 140 a 200 días.

En la de Buenos Aires ocurren entre 20 y 40 heladas al año pero el período mínimo libre es de 100 hasta 200 días.

En líneas generales al norte, la línea Carmen de Patagones, Santa Rosa, Victoria, Colonia Mariscal, y Reparto del ministro de Hacienda es ~~mayor de 200 días~~ 220 días.

Los lugares en que se producen más de 100 heladas anuales son: La Quiaca con 179, a causa de la gran altura; Ushuaia con 133; Malargüe con 131; Río Gallegos con 129; San Carlos (Mendoza) con 125; Junín de los Andes con 123; Esquel con 114; Colonia Las Heras con 111; Huamahuaca con 110 y Trelew con 107. En el Anexo 2 se pueden ver para cada estación las fechas medias de la primera y última heladas así como también las de las amplitudes extremas, ambas para los períodos considerados en cada caso.

Para tener un índice de la intensidad de las heladas se dan las temperaturas mínimas absolutas ocurridas.

b) El granizo

Otro fenómeno meteorológico que produce serios perjuicios a la agricultura es el granizo. Justo es reconocer que los destrozos causados ciertamente no se limitan al campo y tienen incidencia también en otras actividades.

El fenómeno es de características locales y por lo tanto su ocurrencia difícil de determinar sino se dispone de una densa red de observadores. Algo similar ocurre por lo tanto para conocer la extensión, intensidad y duración del fenómeno.

En las "Estadísticas Climatológicas 1951-60" se dan las frecuencias mensuales medias de días con granizo en ese período, para 156 estaciones meteorológicas.

Aunque el período de 10 años es breve para definir frecuencias mensuales se puede apreciar en ese lapso la tendencia de las frecuencias anuales en esos puntos.

En el Anexo 2 se reproducen esas frecuencias para las estaciones citadas.

Los lugares con mayor ocurrencia anual de granizadas por orden decreciente, son: La Quiaca 7.2; Camarones (Chubut) 7.0; Río Gallegos 4.7; San Julián 4.6; C. Alvear (Mendoza) 4.2; Lago Argentino 4.2 y Pilar (Córdoba) 4.0. En cambio hay lugares donde se han producido.

La época de ocurrencia de las granizadas tiene singular importancia por cuanto los perjuicios dependerán del estado en que se encuentran los cultivos. Tal es el caso de Mendoza donde se producen en su gran mayoría en el verano, cuando la vid y los frutales se encuentran en desarrollo.

Se puede señalar, sin que ello signifique una conclusión, que los lugares del Anexo 2 con 3 o más granizadas anuales tienen precipitaciones anuales que no pasan de los 900 milímetros (Necochea con 909 es la única excepción).

12. Pronóstico de rendimiento de las cosechas en base a datos meteorológicos

El Consejo Nacional de Desarrollo lleva a cabo, desde hace corto tiempo, estudios sobre pronósticos de cosechas basados en el método de correlación múltiple rectilínea, haciendo uso de parámetros meteorológicos. Los resultados hasta ahora obtenidos son promisorios^{1/} como es el caso del maíz en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe. En base a los promedios de los totales bimensuales de lluvia de agosto y septiembre, octubre y noviembre, diciembre y enero y la temperatura media del mes de enero se ha obtenido un coeficiente de correlación múltiple con el promedio de rendimientos de la cosecha de maíz de 0,829. Estos resultados se obtuvieron considerando los datos para el período que va desde 1924/25 hasta 1949/50.

Los trabajos continúan para aplicar la fórmula que da los rendimientos de la cosecha, al período 1950/51 a 1963/64.

Estos estudios han tenido como objeto básico investigar las posibilidades de un método de este tipo para la predicción del rendimiento de cosechas.

^{10/} A. G. Galmarini y J. M. Raffo, "Pronóstico del rendimiento de las cosechas de maíz en la República Argentina basado en la valoración de la influencia climática", 1963. Consejo Nacional de Desarrollo.

Se piensa ampliar las investigaciones agregando nuevos factores de causalidad climática, como: temperatura de los meses de noviembre y diciembre, humedad atmosférica de diciembre y enero, insolación, temperaturas ~~maximas~~ y mínimas medias, etc., con el objeto de sensibilizar la ecuación de regresión. ^{IV/} Además se extenderá el método ya usada a toda la zona maicera del país, así como también a otros cultivos como: trigo, cebada, lino, etc. Igualmente se tratará de perfeccionar los resultados, ensayando el método de correlación múltiple curvilínea.

13. Modificaciones artificiales del clima

a) Modificación artificial de la precipitación

Con el fin de proteger a los cultivos contra el granizo se realizan en la provincia de Mendoza experiencias para obtener la modificación artificial de las granizadas.

Las cuantiosas pérdidas que produce este fenómeno en esa provincia determinó al Instituto del Seguro Agrícola a promover una posible lucha sobre bases técnicas, contra esta adversidad meteorológica.

Como resultado de esta intención originada en 1957, actualmente se llevan a cabo estudios y experimentaciones en los que intervienen conjuntamente, el Servicio Meteorológico Nacional, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y el Instituto del Seguro Agrícola. La zona de ensayo comprende las áreas cultivadas próximas a la ciudad de Mendoza en los departamentos de Las Heras, Guaymallén, Godoy, Cruz, Luján, Maipú, San Martín, Junín, Rivadavia y Lavalle.

Las experiencias comenzaron en el año 1959 y se desarrollan anualmente en la época de verano, que es la de mayor ocurrencia de granizo y de mayor riesgo para los cultivos. Estas tienen como ~~procedimiento~~ ¹⁸ básico la inseminación masiva de la zona con núcleos de yoduro de plata que se generan desde el suelo mediante quemadores.

El método usado para determinar los días que se efectúan las siembras consiste en elegirlos al azar entre los que el pronóstico del tiempo indica la próxima ocurrencia de tormentas graníferas en el área de ensayo.

IV/ Con posterioridad a la realización de la misión se tuvo conocimiento que usando algunos de los nuevos factores citados se obtuvo una correlación de 0.96.

Con este sistema, la inseminación se realizó en más o menos la mitad de los casos posibles y permitió dejar la otra mitad para días de control.

Un complejo sistema operativo fue establecido para llevar a cabo la inseminación con el auxilio de quemadores alimentados con carbón de leña conteniendo ioduro de plata. Estos quemadores, en número aproximado de 100, están distribuidos en la zona de ensayo con excepción de unos 16 que se colocaron en las laderas de los cordones del ~~P~~ortillo y del Plata, y son atendidos por los mismos agricultores a los que se provee de todo el material. Su funcionamiento es de 10 horas, en cada día de ensayo.

Estudios previamente realizados permitieron elaborar y aplicar una técnica de pronóstico para predecir tormentas graníceras que ha demostrado un acierto del 79 por ciento.^{12/}

Aunque las experiencias ~~continúan~~ se han publicado los resultados de las tres primeras temporadas.^{23/}

Se ha realizado una analítica evaluación estadística. Para apreciar los efectos del granizo se eligieron tres variables que son: sumatoria de superficies afectadas; sumatoria de los productos de superficie afectada por el daño porcentual, llamado "daño total" y el daño porcentual medio.

Los días de ensayo, tanto los de siembra como los de control, fueron clasificados meteorológicamente en días en los que ocurrió el pasaje de un frente frío y días en los que no hubo actividad frontal.

La evaluación de los efectos obtenidos para las tres primeras temporadas (1959-60, 1960-61 y 1961-62) conduce a resultados no significativos y debe aceptarse la hipótesis nula.

^{12/} H. N. Grandoso y J. V. Iribarne, "Experiencia de Modificación Artificial de Granizadas en Mendoza", Departamento de Meteorología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1963.

^{23/} Op. Cit.

Para todos los días de ensayo el análisis estadístico indica una disminución del "daño total" para los días sembrados de 34 por ciento, con respecto a los días de control, con un nivel de significación del 27 por ciento (test de Mann-Whitney), para el ~~daño~~ porcentual medio la disminución es 24 por ciento, con un nivel de significación del 21 por ciento y para la superficie afectada es 33 por ciento con un nivel de significación del 30 por ciento. Sin embargo al análisis de los resultados separando los días de ensayo, en base a la clasificación meteorológica citada, presenta resultados interesantes de la experiencia.

En los días sin frente frío las variables "daño total", daño porcentual medio y superficie afectada muestran un aumento de 43 por ciento, 15 y 21 por ciento con niveles de significación de 31 por ciento, 37 y 30 por ciento respectivamente.

En los casos de frente frío los resultados son los más significativos de la experiencia, pues para estas tres variables los valores en los días de siembra son menores que en los no sembrados ~~en 79 por ciento~~, 68 por ciento y 72 por ciento con niveles de significación de 5 por ciento, 5 por ciento y 6 por ciento respectivamente.

Las experiencias, aunque aún cortas, representan una valiosa investigación y los resultados obtenidos sugieren la necesidad no sólo de continuarlas sino de intensificarlas.

b) Modificación artificial de la temperatura

Los grandes perjuicios ocasionados a la agricultura por las heladas son perfectamente conocidos, pero indudablemente estos perjuicios son más sentidos en las zonas de cultivos intensivos por su mayor incidencia económica.

La presión económica en el sector de los productores, por un lado y el interés científico en el sector de los técnicos, por otro, han encauzado en el país los esfuerzos de ambos hacia un objetivo común, la defensa contra las heladas.

Actualmente se llevan a cabo experiencias con ese fin en dos regiones. Estas son la provincia de Mendoza y en el valle superior del río Negro y Neuquén.

i) Experiencias en Mendoza. La lucha contra heladas se realiza en la provincia de Mendoza por un convenio realizado entre el Servicio Meteorológico Nacional, el Departamento de Meteorología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y el Instituto Financiero Agrario de la provincia (ex Instituto del Seguro Agrícola).

Este convenio, que se suscribió en septiembre de 1959, tiene una duración de cinco años y considera la ejecución de tareas sintéticas en los siguientes puntos:

- Estudio climatológico de las temperaturas mínimas en el área cultivada de la provincia;
- Pronósticos de temperaturas mínimas y difusión entre los productores;
- Estudios especiales. Todos aquellos que permitan conocer los mecanismos meteorológicos locales;
- Estudios de sistemas de lucha, desde un punto de vista meteorológico.

Para poder llevar a cabo estos propósitos se necesitó mayor información que la suministrada normalmente por la red meteorológica nacional. Por lo tanto fue necesario instalar, en la zona, en 1960, una micro red de 32 estaciones termohigrográficas.

Los estudios realizados dieron como resultado la obtención de un método de pronóstico objetivo. Actualmente se efectúan pronósticos, sólo para cinco puntos que se consideran representativos, extendiéndolo a las zonas típicas que resultan del análisis de los datos recogidos.

Los pronósticos son realizados desde mediados de septiembre, hasta fines de noviembre, es decir en la época en que las heladas constituyen un peligro para los cultivos. Estos son transmitidos por las radiodifusoras locales.

En cuanto a los resultados de los pronósticos de temperaturas mínimas puede decirse que el error medio para la campaña de 1962 ha sido del orden de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

En cuanto a los estudios especiales hasta el momento se ha intentado estudiar la advección de aire frío en el valle del río Tunuyán y en la zona de influencia del valle del río Mendoza a los que se debe agregar dos intentos de estudio de mecanismos de brisa de montaña y valle en la zona de Mendoza-La Paz.

En los sistemas de lucha contra heladas, sólo se ha podido realizar el estudio de un sistema.

Gran cantidad de datos, resultado de estas experiencias, están en proceso de elaboración y estudio a fin de obtener los resultados y conclusiones de las mismas.

ii) Pronósticos de temperaturas mínimas en el valle superior del río Negro y Neuquén. Experiencias similares de pronóstico de temperaturas mínimas, también se efectúan en la zona del valle superior del río Negro, en una área de unos 1 500 km².

Además de los datos locales obtenidos en 5 estaciones meteorológicas (2 sinópticas y 3 climáticas) se instaló en la zona una micro red de 20 estaciones.

Las experiencias fueron realizadas en 1961, 1962 y 1963 y se efectúan en el período crítico que es desde principios de septiembre hasta fines de octubre. Durante ese lapso se emiten localmente, dos pronósticos diarios de temperatura mínima.

~~Estas experiencias~~ se llevan a cabo en colaboración entre el Servicio Meteorológico Nacional y la Corporación de Productores del Valle del Río Negro (Corpofru).

iii) Destrucción de heladas en el Valle superior del río Negro. Entre los ensayos de luchas contra heladas se pueden citar los efectuados, por medio del equipo "Heat-mobile" modelo 20 de gas licuado (propano), durante tres años en el Alto Valle del río Negro y Neuquén. Este equipo está basado en el efecto combinado de calentamiento y remoción del aire. Los ensayos se realizaron en la Chacra Experimental del Instituto de Tecnología Agropecuaria de Cinco Saltos (Río Negro). Estos consistieron en observar la influencia del equipo, en pruebas que cubrieron una extensión de 1 a 4 hectáreas cultivadas con frutales, observando al

mismo tiempo una zona testigo. Este lugar se consideró representativo del cuadro frutícola del Alto Valle.

Las mediciones de temperatura se registraron a 150 cm. del suelo en unos 10 lugares, en el campo de ensayo, además de dos mediciones desde 50 cm. hasta 400 cm. de altura, una en la zona de ensayo y otra en la testigo.

El equipo se le hizo funcionar en distintos recorridos y a diferentes regímenes a efectos de conseguir la uniformidad de las ^{ganancias} ~~generaciones~~ térmicas.

Los meses de ensayo fueron en octubre, septiembre y julio en los años 1960, 1961 y 1962 respectivamente, ya que se trató de ir buscando condiciones más severas y prolongadas en las sucesivas experiencias.

Los resultados obtenidos, sin discriminar en el tipo de inversión térmica, han mostrado que la efectividad protectora de la máquina ha variado desde 1.8°C hasta 2.7°C según el régimen del equipo y los circuitos recorridos.

14. Necesidades de agua de los cultivos

Dentro de los diversos métodos que existen para determinar los requerimientos de agua de los cultivos se han elegido dos métodos a los que se consideran de indudable utilidad.

Uno de ellos es el propuesto por H. Olivier ^{14/} y está basado en datos meteorológicos, siendo de reciente uso. El otro es el de H. F. Blaney y W. D. Criddle, método muy conocido y de generalizada aplicación.

a) Método de H. Olivier

Este método ofrece un simple procedimiento para determinar con carácter general, en base a datos meteorológicos los requerimientos básicos de agua. Según su autor los resultados pueden ser usados para calcular los requerimientos medios con fines de proyectos y no como fórmula de operación para años individuales.

^{14/} H. Olivier, "Irrigation and Climate", London, 1961.

La fórmula usada tiene en consideración la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo y un coeficiente que depende del cociente entre la radiación total y su componente vertical.

El agua de consumo mensual se determina por la fórmula $R = (t-t').c.N$; donde R es el requerimiento básico de agua de un cultivo en milímetros, $t-t'$ es la depresión promedia del termómetro de bulbo húmedo en grados centígrados, c el coeficiente citado, y N el número de días del mes.

Los valores del coeficiente para todos los meses y diferentes latitudes del hemisferio sur se dan en el cuadro 9.

Cuadro 9

ARGENTINA: COEFICIENTES DE LA FORMULA DEL DR. HENRY OLIVIER
(Hemisferio Sur)

Mes	Latitud						
	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
Enero	0.76	0.79	0.82	0.83	0.85	0.86	0.89
Febrero	0.73	0.72	0.73	0.70	0.71	0.71	0.70
Marzo	0.72	0.70	0.68	0.67	0.66	0.63	0.60
Abril	0.62	0.60	0.54	0.49	0.46	0.41	0.37
Mayo	0.50	0.45	0.39	0.34	0.29	0.24	0.29
Junio	0.43	0.37	0.32	0.27	0.21	0.17	0.11
Julio	0.47	0.42	0.38	0.32	0.26	0.21	0.16
Agosto	0.56	0.50	0.46	0.42	0.37	0.32	0.27
Septiembre	0.67	0.64	0.62	0.60	0.56	0.52	0.49
Octubre	0.75	0.75	0.75	0.73	0.73	0.73	0.72
Noviembre	0.77	0.79	0.80	0.83	0.83	0.84 ₉	0.87
Diciembre	0.76	0.79	0.83	0.83	0.88	0.88 ₉	0.92 ₉

Este método se ha aplicado con carácter general a todo el país, para lo cual se han efectuado los cálculos para unos 70 lugares. El

requerimiento básico de agua o consumo mensual ha sido restado de la precipitación real, obteniéndose para esos lugares los excesos o deficiencias de agua correspondientes.

Con los valores mensuales así logrados se han trazado las isolíneas correspondientes a todos los meses, con prescindencia de que en algunas regiones las condiciones térmicas hagan difícil o imposible los cultivos (Anexo 3).

Al trazar estas isolíneas han resaltado valores locales que parecen no ajustarse al campo general y que por lo tanto configurarían climas locales o una ubicación no apropiada de la estación meteorológica para medir el parámetro $t-t'$.

Deliberadamente estos valores fueron considerados, ya que un análisis posterior podrá determinar su representatividad, aunque se nota que las diferencias son más evidentes en los meses de verano.

No se pretende que estos mapas constituyan una definición sobre el método que necesitará ser más elaborado con la intervención de más estaciones y la selección de las mismas para evitar singularidades.

En cada mapa se ha dibujado con trazos más gruesos la isolínea de valor 0 ya que ésta separa teóricamente las zonas que necesitarían riego de las que tienen agua suficiente.

Algunas consideraciones pueden extraerse de los distintos mapas. Los valores más bajos o sea los de mayores necesidades de riego aparecen en la zona de Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza y San Luis durante todo el año.

En la Patagonia las necesidades son más importantes de octubre a marzo y no necesitaría riego en mayo, junio y julio.

La zona cordillerana de Neuquén, Río Negro y Chubut caracterizada por altas precipitaciones tiene deficiencias de agua principalmente de octubre a marzo.

En la zona lluviosa de Tucumán, Salta y Jujuy hay exceso de agua de diciembre a abril, necesitando riego el resto del año aunque en Tucumán en el mes de mayo aun hay exceso.

Llama la atención en el Litoral los meses de diciembre y enero por cuanto existiría deficiencia en esa época en zonas de Entre Ríos y Corrientes.

En la provincia de Buenos Aires se acusa deficiencia especialmente en la zona central en diciembre y enero, pero en la zona sur el período de deficiencias es más largo.

En Formosa, Chaco, Santiago del Estero y Córdoba las deficiencias mayores aparecen de julio a octubre. En Santiago del Estero, exceptuando el mes de marzo, parecería tener deficiencias en el resto del año.

En La Pampa a excepción del extremo este durante todo el año habría necesidad de riego.

Es posible que el método necesite de algún pequeño ajuste para que se adapte mejor a las necesidades de riego del país pero la simplicidad del mismo y las variables que usa indican la **conveniencia** de ahondar sobre el mismo, no sólo para determinar esas necesidades sino también para conocer algo más sobre los problemas de las sequías que periódicamente afectan los cultivos.

b) Método de H. F. Blaney y W. D. Criddle ^{14/}

Este método está ampliamente divulgado y es de utilización muy frecuente. Recordaremos que el agua de consumo mensual de un cultivo, en pulgadas, está expresado por la ecuación: $u = K.f.$, donde K es un coeficiente determinado experimentalmente por los autores para cada cultivo y f es el producto de la temperatura media mensual, en grados Fahrenheit y del por ciento mensual de horas anuales diurnas dividido por 100, ($f = \frac{t \times p}{100}$).

Este método se aplicó para 29 lugares, la mayoría de ellos ubicados en las zonas donde la precipitación es deficitaria para los cultivos. Para comparación también se efectuaron los cálculos para lugares ubicados en zonas con regímenes de lluvias más favorables.

La ubicación de éstos se puede apreciar en el mapa 13 donde además se trazaron algunas isoyetas anuales.

^{14/} H. F. Blaney y W. D. Criddle, "Determining Water Requirements in Irrigated Areas from Climatological and Irrigation Data", Soil Conservation Service, USDA-SCS-TP-96.

Las necesidades de consumo mensual de agua se determinaron para los cultivos más importantes de cada zona. Luego para conocer las necesidades de riego se procedió a restar la precipitación de las necesidades calculadas y se dividió el resultado por 0.70 a efectos de suponer una cierta eficiencia del sistema de riego.

Con el objeto de simplificar el cálculo se consideraron las precipitaciones mensuales promedio del período 1921-1950. Sin embargo, para ocho de los lugares considerados (Rivadavia, Catamarca, Córdoba, Laboulaye, Mendoza, Colonia Alvear, Cipolletti y Esquel), también se efectuó el cálculo con las precipitaciones mensuales que son superadas en el 80 por ciento de los casos o sea "las precipitaciones 20 por ciento seco". Con tal motivo se trazaron las curvas de distribución de frecuencia para ese mismo período y se determinaron aquellos valores. Los resultados obtenidos de agua de consumo y necesidades de riego en las condiciones mencionadas se presentan en el Anexo 4.

Para esas localidades es posible por lo tanto fijar una relación entre las necesidades de riego tomando las precipitaciones "20 por ciento seco" y las necesidades de riego considerando las precipitaciones mensuales promedio.

Podemos así apreciar la diferencia que tiene el considerar las precipitaciones "20 por ciento seco" ya que en estos casos se necesitará mayor disponibilidad de agua de riego y se asegurará que sólo un año de cada cinco podría haber déficit de agua.

Cuanto menores son las precipitaciones mensuales, menores son las diferencias adoptando una u otra precipitación. A la inversa, con mayores precipitaciones mensuales, mayores diferencias.

Se aprecia igualmente que las diferencias son más grandes en las localidades que tienen más precipitación anual.

Comparando ambos cálculos, por ejemplo, para Mendoza se notan diferencias que van desde un 10 por ciento en los meses de invierno hasta un 30 por ciento en los meses de verano, tomando como base las necesidades de agua calculadas con precipitaciones promedios.

En Córdoba se observa lo dicho para lugares con más precipitación; en el mes de marzo, en un caso, no se necesitaría riego para frutales y en el otro las necesidades ~~serían~~ 55 milímetros y en el mes de diciembre para el mismo cultivo tenemos 3 y 79 milímetros respectivamente.

Haciendo una comparación en las necesidades de riego obtenidas con las precipitaciones promedios para los 29 lugares elegidos se pueden extraer algunas conclusiones.

En forma general las mayores necesidades de riego están en las localidades con menos precipitaciones y llegan a valores máximos de 200 milímetros por mes en ~~la~~ época de verano. Tal es el caso de San Juan, Cipolletti y Trelew.

Menores requerimientos de agua son necesarios en los lugares de temperaturas más bajas a igualdad de precipitación mensual, como sucede, por ejemplo, entre Esquel y Rivadavia (Salta), entre Santa Rosa y Santiago del Estero y entre Trenque Lauquén y Salta.

De las estaciones que se consideraron las únicas que en ningún mes requieren más de 100 milímetros de riego, o sea, 0.4 l/s/Ha son, Ceres Laboulaye y Casilda.

Capítulo 3

HIDROLOGIA

1. Recursos hidráulicos³ superficiales disponibles

Los recursos hidráulicos superficiales de la Argentina superan los 21 ~~686~~ metros cúbicos por segundo de escurrimiento medio anual. De esta cifra 20 ~~638~~ m³, o sea el 95.2 por ciento, han sido medidos a través de años de observación y de ellos se tiene un conocimiento definitivo. Los restantes 1 048 m³ han sido valorados en base a pocas observaciones directas o simplemente fueron estimados por otros métodos. (Cuadro 10.)

Sin embargo, esa no es toda la riqueza hídrica superficial del país. Además de los caudales de los ríos de los que se tiene un conocimiento definitivo y de aquéllos en los que las observaciones no son aún suficientes para su valoración en forma acabada, así como de los que han sido estimados por métodos menos precisos, quedan aún en el país numerosos ríos de cuyos caudales no hay apreciaciones.

Prácticamente en todas las provincias quedan ríos en general pequeños, y arroyos que no se consideraron en este cálculo por carecer de datos. De éstos los más importantes son los afluentes del río Paraná al sur de Corrientes, del Uruguay al sur de Salto Grande y ríos de la vertiente pacífica, al sur de la latitud 44°S. Los restantes, se estima que forman un pequeño porcentaje del caudal total del país.

La riqueza hídrica promedio por kilómetro cuadrado o sea la potencia de cuenca para toda la nación es 7.8 l/s/km². Se nota en el cuadro citado la gran diferencia en disponibilidad de recursos hidráulicos superficiales considerando grandes regiones. De éstas la de mayor disponibilidad es la del Plata con 18 ~~360~~ m³ por segundo o sea el 84.7 por ciento del total del país (cuadro 11), equivalente a una potencia de cuenca de 19.8 litros por segundo por kilómetro cuadrado. Sigue luego la vertiente atlántica con 2 ~~349~~ m³ por segundo que representan el 10.8 por ciento y un valor unitario mucho menor, de 2.2 l/s/km².

La vertiente pacífica aunque dispone de 795 metros cúbicos por segundo y figuraría en tercer lugar, su riqueza unitaria supera a la del Plata con

21.2 l/s/km². En último lugar está la zona de los ríos sin derrame al mar cuyo caudal llega a 182 metros cúbicos por segundo o sea con una potencia de cuenca de 0.2 l/s/km².

Si en el análisis hacemos intervenir la población se obtiene para todo el país una disponibilidad de agua superficial de 1.02 litros por segundo por habitante. Este promedio se compone en primer lugar de 53.0 litros por segundo por habitante para la vertiente pacífica y siguen luego la cuenca del Plata con 1.15 y la vertiente atlántica con 0.87. En último lugar está la zona de los ríos sin derrame al mar que proveen un valor muy pequeño de sólo 0.07 litros por segundo por habitante.

En base al mapa de isoyetas citado anteriormente (Mapa 1) fue calculada el agua que cae sobre el territorio argentino durante todo el año; el resultado fue 1 430 600 hm³.

También se calculó el caudal total, que originado por esa agua, escurre en determinado momento por alguna sección de ríos y arroyos. Para esto, además de los caudales ya determinados en forma fehaciente se tuvieron en cuenta las estimaciones efectuadas para algunos ríos y fue necesario en algunas zonas hacer apreciaciones de posibles derrames. El caudal así calculado es de alrededor de 6 000 m³/s.

Con estos dos valores el coeficiente de escurrimiento total del país resultó ser 0.132.

De esto se deduce que de los 515 milímetros que en promedio caen en el país aproximadamente 68 escurren en determinado momento por sus ríos y arroyos.

Cuadro 10

ARGENTINA: LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES

I. Caudales medidos en m³/s

	<u>Parciales</u>	<u>Totales</u>
A. <u>Cuenca del Plata</u>		17 834
1. Paraná (Corrientes) ^{a/}	15 420.0	
2. Salado	39.0	
3. Arroyo Tortugas	7.8	
4. Tercero	26.4	
5. Barrancas	4.8	
6. San Bartolomé	1.1	
7. Las Cañitas	1.4	
8. Piedra Blanca	3.5	
9. Uruguay (Salto Grande) parte argentina	2 330.0	
B. <u>Vertiente atlántica</u>		2 242
1. Desaguadero		
a) Jachai (Pachimoco)	14.5	
b) San Juan (Gobernador I de la Roza)	69.0	
c) Mendoza (T.Usina Cacheuta)	52.0	
d) Tunuyán (Valle de Uco)	26.0	
e) Diamante (Los Reyunos)	36.5	
f) Atuel (Rincón del Atuel)	32.0	
2. Colorado (Pichi Mahuida)	149.0	
3. Negro (Paso Roca)	1 020.0	
4. Chubut (Los Altares)	49.0	
5. Senguerr (Vuelta del Senguerr)	49.0	
6. Santa Cruz (Charles Fuhr)	748.0	
C. <u>Vertiente pacífica</u>		410
1. Manso (Lago Steffen)	67.0	
2. Epuyén (La Angostura)	15.0	
3. Futaleufú (Balsa Garzón)	296.0	
4. Carrenleufú (La Elena)	31.0	
D. <u>Ríos sin derrame al mar</u>		152.0
1. Itiyuro o Carapari (Puente Carretero)	2.9	
2. Rosario u Horcones (Toma de Ovando)	4.4	
3. Salf-Dulce (La Escuela)	97.0	
4. Abaucán (Tinogasta)	2.6	
5. Belén (Playa Larga)	2.3	
6. Andalgalá (Andalgalá)	0.9	

Cuadro 10, continuación

	<u>Parciales</u>	<u>Totales</u>
7. Del Valle (Pomancillo)	4.5	
8. Tala (La Reja)	0.4	
9. Albigasta (D. Sotomayor)	1.9	
10. La Rioja (D. Los Sauces)	0.4	
11. Famatina (Famatina)	0.8	
12. Durazno (Chilecito)	0.6	
13. Cruz del Eje (La Toma)	2.7	
14. Pichanas (Los Noques)	4.7	
15. Primero	10.0	
16. Los Molinos (Potrero de Garay)	6.0	
17. Quines (Dique del Alto)	1.8	
18. Conlara (San Felipe)	1.9	
19. Las Cañas (Cañada Los Hoyos)	0.6	
20. Cuchi Corral (Cruz de Piedra)	0.4	
21. Quilmes (El Salto)	5.2	
<u>Total</u>		<u>20 638</u>

II. Caudales estimados en m³/s

A.	<u>Cuenca del Plata</u>		526
	1. Uruguay (aguas abajo Salto Grande) parte argentina ^{b/}		
	parte argentina ^{b/}	500	
	2. Salado de Buenos Aires	15	
	3. Zona de canales de la provincia de Buenos Aires	11	
B.	<u>Vertiente atlántica</u>		107.0
	1. Zona sud de Buenos Aires		
	a) Napostá Grande	0.4	
	b) Sauce Chico	1.6	
	c) Quequén Grande	36	
	d) Quequén Salado, Tamangueyú, Sauce Grande, etc.	10	
	2. Desaguadero		
	a) Bermejo	4	
	3. Deseado	5	
	4. Chico	30	
	5. Coig	5	
	6. Gallegos	15	

Guadro 10. conclusión

	<u>Parciales</u>	<u>Totales</u>
C. <u>Vertiente pacífica</u>		385
1. Hua-Hum	50	
2. Manso (entre lago Steffen y la frontera)	60	
3. Puelo (sin incluir el Epuyen en la Angostura)	100	
4. Futaleufú (sin incluir la cuenca hasta Balsa Garzón)	55	
5. Carrenleufú (sin incluir la cuenca hasta la Elena)	120	
D. <u>Ríos sin derrame al mar</u>		30
1. Ríos y Arroyos de la Puna	15	
2. Urueña	1	
3. Soto	3	
4. Los Sauces	6	
5. Malargüe	5	
<u>Total</u>		1 048

III. Caudales totales

Vertientes o cuencas	Caudales (m ³ /s)					
	Medidos	Por ciento del total	Estimados	Por ciento del total	Totales	Por ciento del total
<u>País</u>	20 638	95.1	1 048	4.9	21 686	100.0
A. Cuenca del Plata	17 750	82.2	526	2.4	18 276	84.8
B. Vertiente atlántica	2 249	10.3	107	0.5	2 356	10.8
C. Vertiente pacífica	410	1.9	385	1.8	795	3.7
D. Ríos sin derrame al mar	152	0.7	30	0.2	182	0.9

a/ Los aforos realizados en Rosario miden solamente las aguas que corren por el cauce principal del río, especialmente en los casos de crecientes.

b/ La mitad del caudal del río Negro (Uruguay).

Guadro 11
ARGENTINA: DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES

Vertientes o cuencas	Superficie 1 000 km ²	Porcentaje del país	Población 1 000 hab.	Densidad de pobla- ción hab/km ²	Caudal de los ríos m ³ /s	Porcentaje del total de cuenca	Potencia 1/s/km ²	Litros por segundo por habitante
País	2 779.5	100	21 300	7.7	21 686	100	7.8	1.02
Cuenca del Plata	918.9	33.1	16 000	17.4	18 360	84.7	19.8	1.15
Vertiente atlántica	1 051.3	37.8	2 700	2.6	2 329	10.8	2.2	0.87
Vertiente pacífica	37.5	1.3	15	0.4	795	3.7	21.2	53.0
Ríos sin derrame al mar	771.8	27.8	2 600	3.4	182	0.8	0.2	0.07

2. Regímenes hidrológicos de los principales ríos

Las variaciones que experimentan los caudales de los ríos a lo largo del año limitan las posibilidades de sus aprovechamientos y exigen un cuidadoso estudio de las mismas, antes de la realización de los proyectos.

Para presentar las características hidrológicas de los principales ríos, en los cuadros 12 y 13 se dan algunas de ellas.

Varios tipos de regímenes se pueden diferenciar al comparar las curvas de caudales medios mensuales de los principales ríos. Todas las variedades que se presentan reflejan las distintas épocas de lluvia en sus cuencas y/o las épocas de deshielos de la nieve o glaciares.

Teniendo en cuenta el tipo de alimentación podemos efectuar una primera gran división de los ríos del país. Esto significa agruparlos en cuatro grandes tipos que son: ríos de alimentación pluvial, pluvionival, nival y glacial.

Aunque a veces la alimentación puede no ser exclusivamente de uno de los tipos citados queda sobreentendido que el predominio de uno de ellos determina su clasificación.

Podemos citar como ejemplos de cada tipo los siguientes:

a) Ríos de alimentación pluvial

- bi) Ríos de Misiones
- ii) Ríos de Corrientes
- iii) Ríos de Santa Fé
- iv) Ríos de Entre Ríos
- v) Ríos de Buenos Aires
- vi) Ríos de Córdoba
- vii) Ríos de San Luis
- viii) Bermejo

b) Ríos con alimentación pluvionival

- i) Pasaje
- ii) Abaucán
- iii) Neuquén
- iv) Limay
- v) Manso
- vi) Futaleufú
- vii) Carrenleufú
- viii) Senguerr

Cuadro 12

ARGENTINA: CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LOS PRINCIPALES RÍOS a/

Río	Lugar de observación	Superficie de la cuenca hasta el lugar de observación (km ²) b/	Caudales (m ³ /s)			Potencia de cuencas (1/s/km ²)
			Módulo	Máximo Máximo	5% 95%	
I Cuenca del Plata						
A1. Paraná	Rosario	2 302 000	14 900.0	22 380	6 500	6.5
A2. Paraná	Paraná	2 039 000	13 920.0	25 130	6 300	6.8
A3. Paraná	Corrientes	1 925 000	15 420.0	29 300	5 100	8.0
A4. Paraná	R. Apipé	886 000	11 800.0	29 400	3 100	13.3
1. Iguazú	Iguazú	70 000	1 470.0	8 300	230	
2. Pilcomayo	Fortín Nuevo Pilcomayo	110 000	166.0	1 150g/	1.0	1.5
31. Bermejo	Zanja del Tigre y Manuel Elordi	25 000	305.0	13 190	22	12.2
32. Bermejo	Junta de San Antonio	15 300	195.0	8 650	10	12.7
33. Bermejo	Aguas Blancas	4 450	84.0	5 360	6	18.9
a) Pescado	Colonia Colpansa	5 150	91.0	5 750	9.5	17.7
4. San Francisco	Urundel	25 800	106.0	4 700	4.4	4.1
a) Grande	Puente Pérez	7 650	24.7	358g/	3.0	3.3
1) Yala	Los Negales	70	2.6	23	0.5	37.2
11) Rayas	Antes del Guerrero	360	2.9	40g/	0.5	8.1
111) Guerrero	Puente Guerrero	130	3.1	38g/	0.1	23.8
b) Chico	Peñas Blancas	60	0.6	600	0.0	10.0
c) Paríco	El Tipal	500	8.2	1 600	0.5	16.4
d) Lavayén	Bajada de Pinto	4 100	13.2	625	1.0	3.2
1) A Las Maderas	Secolón Angosto	85	0.4	65	0.0	4.7
11) Mojotero	El Angosto	850	16.1	860	0.7	18.9
Santa Rufina	Santa Rufina	75	2.7	120	0.2	36.0
San Alejo	San Alejo	50	1.9	185	0.1	38.0
Yacones	Desembocadura al Nieves	40	1.2	51g/	0.1	30.0
Las Nieves	El Volcán	250	5.0	120g/	1.0	20.0
5. Dorado	Apelinario Saravia	1 400	3.3	580	0.0	2.4
6. Del Valle	El Piquete	700	5.1	690	0.0	7.3
71. Juramento-Pasaje-Salado	Suncho Corral	44 000	15.0	257	0.0	0.3
72. Salado	El Arenal	40 000	19.6	400	0.0	0.5
73. Pasaje	El Tunal	38 000	39.2	1 092g/	0.5	1.0
a) Medina	Desembocadura al Pasaje	1 650	2.9	280	0.5	1.8
74. Pasaje	Miraflores	34 500	34.0	1 200	5.6	1.0

Cuadro 12 (continuación 1)

Ríos	Lugar de observación	Superficie de la cuenca hasta el lugar de observación (km ²)	Caudales m ³ /s			Potencia de la cuenca (1/g/km ²)
			Módulo	Máximo Maximum	Mínimo Minimum	
a) Arica	San Gabriel	7 100	24.7	417	5.0	7.0
1 ₁) Arenales	Potrero de Díaz	230	7.5	300	0.8	3.5
1 ₂) Arenales	Salamanca	150	2.8	1080	0.5	32.6
11) Toro	Dique Nivelador	4 400	6.9	235	0.9	18.7
Blanco	Dique Nivelador	65	0.8	50	0.0	1.6
111) Corralito	Pefias Bayas	100	5.3	280	0.9	12.3
b) Guachipas	La Purilla	19 800	7.1	710	0.2	53.0
1 ₁) Calchaquí	Los Sauces	13 100	7.0	320	0.0	0.4
1 ₂) Calchaquí	Los Flechas	10 500	8.5	216	0.0	0.5
Pucará	Angosto	2 400	3.5	310	0.0	0.8
11) Chuscha	Cafayate	50	0.5	150	0.2	1.5
B. Caracará	Km. 38.6	9 650	7.8	97	0.0	10.0
a ₁) A° Tortugas	Bouquet	6 750	5.8	740	0.2	0.8
a ₂) A° Tortugas	Bell Ville	8 500	16.7	2500	0.4	0.9
b ₁) Tercero	Embalse	3 300	26.4	2 000	1.4	2.0
b ₂) Tercero	Vado Río Seco	290	0.7	420	0.0	8.0
c ₁) Barrancas	Alpa Corral	160	4.8	1 130	0.1	2.4
c ₂) Barrancas	Las Tapias	120	1.1	430	0.0	30.0
d) San Bartolomé	La Tapa	160	1.4	490	0.1	9.2
e) Las Cañitas	Piedra Blanca	340	3.5	510	0.0	8.8
f) Piedra Blanca	Salto Grande	239 000	4 660.0	37 000	92	10.3
B ₁ ° Uruguay	Paso Hervidero	231 000	3 840.0	18 200	380	19.7
B ₂ ° Uruguay	Santo Tomás	127 500	2 260.0	17 800	112	16.6
B ₃ ° Uruguay						17.7
II. Vertiente atlántica						
A. Desaguadero	Pachinoco	25 500	11.5	1730	2.5	5.0
1. Jachal	Gobernador I. de la Rosa	26 000	61.0	1 1000	15.0	2.3
2 ₁ ° San Juan	Km. 47	25 667	69.0	4620	24.0	2.7
2 ₂ ° San Juan	Castafio Nuevo	5 280	9.5	60	2.0	1.8
a) Castañón	La Platense	8 500	55.0		3.0	6.5
b ₁) Patos	Alvarez Condoreo		18.3			
b ₂) Patos	T. Usina Cachetta	9 050	52.0	2 800	9	5.7
3. Mendoza	Punta de Vacas		31.3			
3 ₁ ° Mendoza	Punta de Vacas	570	3.1	220	0.5	5.4
a) Vacas	Punta de Vacas	680	4.8	220	1.5	7.1
b) Cuevas	Punta de Vacas	1 800	20.0	950	4.0	11.1
c) Tupungato						

Cuadro 12 (continuación 2)

Ríos	Lugar de observación	Superficie de la cuenca hasta el lugar de observación (km ²)	Caudales (m ³ /s)			Potencia de ennea (1/s/km ²)
			Máximo	Módulo	5%	
			Maximum	Minimum		
4. Tumbayán	Valle de Uco	2 380	1120	26.1	65.0	9.0
5. Diamante	Los Rayones	4 150	2100	36.5	100.0	13.0
6. Atuel	Rincón del Atuel y Angostura	3 800	1520	32.0	71.0	15.0
B1 Colorado	Cañada Ancha	812	585	11.5	25.5	4.5
B2 Colorado	Piedra Manuila	22 300	890	134.0	365.0	55.0
C1. Negro	Buta Ranquil	15 300	3 420	148.8		9.7
C2. Negro	Primera Angostura	95 000	3 420	930.0	830.0	9.3
1. Neuquén	Paso Rosa	89 000	6 500	1 020.0	880.0	11.5
21. Limay	Paso de los Indios	30 200	5 340	303.0	216.0	10.1
22. Limay	Paso Limay	26 400	5 120	725.0	630.0	27.5
23. Limay	Paso Flores	9 800	1 120	282.0	255.0	28.8
D. Chubut	Nahuel Huapi	3 900	658	211.0	205.0	54.1
1. Alto Chubut	Los Altos	16 400	540	48.6	33.0	3.0
2. Gualjaina	El Matén	1 200	340	18.1	49.0	15.1
E1. Senguerr	Gualjaina	2 800	170	11.0	0.9	3.9
E2. Senguerr	Vuelta del Senguerr y Dique Tona	23 500	290	49.0	133.0	8.0
1. Mayo	En Nacimiento	1 300	187	31.9	6.0	2.1
P. Santa Cruz	Paso río Mayo	5 450	110	10.0	0.6	24.6
1. La Leona	Charles Fuhr	15 550	2 090	748.0	194	1.8
	La Leona	7 450	910	300.0	65	48.1
						40.2
III. Vertiente pacífica						
A1. Manso	Lago Steffen	1 260	400	67.0	10.2	53.2
A2. Manso	Lago Los Alerces	750	240	43.9	5.0	58.7
A3. Manso	Los Moscos	580	240	35.2	5.0	60.7
B. Epuyén	Angostura	500	140	16.0	2.5	12.5
C. Futaleufú	Balsa Garzón	4 650	1 900	296.0	260.0	32.0
D1. Garrenleufú	La Elena	1 500	260	31.0	11.2	63.7
D2. Garrenleufú	Lago Vintter	790	120	23.9	7.6	20.7
						30.3
IV. Ríos sin derrame al mar						
A. Itiyuro o Carapari	Puente Carretero	850	480	2.9	0.8	3.4
B. Rosario u Horcones	Toma de Ovando y puente carretero	2 400	280	4.4	0.5	1.8
C1. Sali-Dulce	El Sauce	20 200	3 200	81.0	34.0	4.0
C2. Sali-Dulce	La Escuela	19 700	1 950	97.0	55.0	4.9

Cuadro 12 (conclusión)

Ríos	Lugar de observación	Superficie de la cuenca hasta el lugar de observación (km ²)	Caudales				Potencia de fuentes (Q/s/km ²)
			Módulo	Máximo Máximo	Mínimo	5% 50% 95%	
1. Salf	El Cadillal	4 700	15.0	800	0.8	55.0 5.0 1.0	3.2
a) Tala	El Brete	640	6.1	410	0.5	20.5 2.5 0.5	9.5
2. Calera	El Sunchal	460	0.5	80	0.1		1.1
3. Lules	Usina Hidroeléctrica	600	4.8	1 100	0.7	13.2 1.7 0.7	8.0
4 ₁ . Angostura	El Nogalar	700	2.0	48	0.2		2.9
4 ₂ . Angostura	Km 50 - Ruta Tarr del Valle	500	1.5	240	0.2	3.9 1.3 0.4	3.0
5. Solco	Las Higueras	140	4.4	500	0.0		31.4
6. Conventillo	La Angostura	250	8.7	300	0.5		34.8
7. Cochura	Los Hermites	155	3.5	110	0.4		22.6
8 ₁ . Las Cañas	Las Haebas	840	4.6	460	1.0		5.5
8 ₂ . Las Cañas	Potrero del Clarillo	740	2.7	609/	0.8		3.9
9. Marapa	Esenda	900	5.6	750	0.4	23.0 1.0 1.0	6.2
D. Abaucón	Tinogasta	14 000	2.5	620	1.0	2.8 1.8 1.8	0.2
E. Belén	Playa Larga	2 145	2.3	236	0.3		1.1
F. Andalgalá	Andalgalá	240	0.9	609/	0.2		3.7
G. Del Valle	Pemaneillo	1 500	4.5	980	0.2	16.5 1.5 0.5	3.0
1. Las Juntas	Las Juntas	610	3.5	94	0.3		5.7
H. Tala	La Roja	140	0.4	57	0.1	1.3 0.2 0.1	2.9
I. Albigasta	D. Sotomayor	700	1.9	161	0.0	8.3 0.3 0.4	2.7
J. La Rioja	D. Los Sauces	1 100	0.4	6009/	0.1		0.4
K. Famatina	Famatina	440	0.8	389/	0.1		1.8
L. Durezo	Chilecito	310	0.6	269/	0.0		1.9
Cruz del Eje	La Toma		2.7			11.8 0.3 0.0	
M. Pichanas	Los Meques	1 900	4.7	764	0.0	16.8 1.8 0.3	2.5
N. Los Molinos	Potrero de Carey	980	6.0	1 240	0.5	19.0 2.8 0.7	6.1
O. Quines	Dique del Alto	690	1.8	900	0.0	5.8 0.3 0.1	2.6
P ₁ . Cenlara	San Felipe	1 130	1.9	490	0.0		1.7
P ₂ . Cenlara	Estancia Muñoz	500	1.5	540	0.1		3.0
Q. Las Cañas	Cañada Los Hoyos	460	0.6	300	0.0		1.3
R. Cuchi Corral	Cruz de Piedra	150	0.4	440	0.0	0.6 0.1 0.0	2.7
S ₁ . Quinto	Villa Mercedes	4 500	5.1	6209/	0.3	21.3 1.5 0.5	1.1
S ₂ . Quinto	El Salto	1 500	5.2	545	0.0	15.8 2.8 0.3	3.5
1. Rosario	Casa Viscontini	260	0.6	60	0.1		2.3
2. Cañada Honda	El Rincon	520	1.6	300	0.1		3.1
3. Ríoito	La Florida	110	0.5	55	0.1		4.5
S ₃ . Quinto	La Florida	450	2.4	1 160	0.0	10.3 1.1 0.3	5.3
1. Trepiche	Hosteria Trepiche	140	0.6	400	0.0		4.3
2. Grande	Los Marantiales	310	2.6	1 200	0.0		8.4

2/ No incluye ríos cuyo módulo es inferior a 0.4 m³/seg. 1 b/ En los ríos internacionales incluye la parte de Argentina. a/ Caudal máximo medio diario.

Cuadro 13

ARGENTINA: CAUDALES MEDIOS DE LOS PRINCIPALES RIOS

Cuenca y río	Lugar de observación	Caudales medios mensuales (m ³ /s)												Caudal medio anual (m ³ /a)	Años de observación
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
I. Cuenca del Plata															
A. Paraná	Posadas	14 721	16 414	16 044	13 828	11 617	11 597	9 739	8 251	8 479	10 096	10 180	11 269	11 794	13
1. Pilcomayo	Fortín Nuevo Pilcomayo	13.19	20.51	82.73	155.12	334.25	598.06	392.54	234.09	95.33	47.49	32.74	19.15	166.43	23
2. Bermejo	Zanja del Tigre	43.00	61.00	146.00	343.00	671.00	961.00	742.00	359.00	157.00	94.00	69.00	52.00	304.83	16
Bermejo	Juntas de San Antonio	24.00	36.00	96.00	233.00	471.00	633.00	459.00	196.00	85.00	56.00	43.00	34.00	195.09	19
Bermejo	Agua Blanca	13.00	19.00	42.00	106.00	173.00	256.00	209.00	95.00	42.00	26.00	20.00	16.00	83.86	14
a. Pasado	Colonia Colpasa	16.90	24.50	47.70	97.60	188.00	273.60	240.00	97.00	49.20	29.40	24.20	19.60	91.43	14
3. San Francisco	Urundel	15.10	15.10	28.60	76.90	209.00	391.00	319.40	106.70	43.40	32.00	27.30	23.10	105.87	6
a. Grande	Puerto Pérez	5.39	4.85	8.17	13.35	45.45	74.56	60.24	32.69	16.22	10.31	8.08	6.78	24.74	7
i. Yala	Los Negales	0.78	0.71	1.05	2.01	4.20	5.69	5.44	3.93	2.75	1.95	1.42	1.01	2.56	10
ii. Reyes	Antes del Guerrero	0.85	0.86	1.26	2.01	5.82	8.20	7.94	3.48	2.19	1.46	1.17	1.00	2.99	12
Reyes	Termas de Reyes	0.90	0.91	1.13	1.75	4.68	7.94	6.15	3.04	1.94	1.49	1.23	1.12	2.72	4
Aguas Calientes	Termas de Reyes	0.03	0.03	0.07	0.08	0.13	0.22	0.18	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.09	12
iii. Guerrero	Puerto Guerrero	0.51	0.53	1.11	1.97	4.63	9.09	7.47	3.52	2.09	1.22	0.83	0.67	3.05	11
b. Chico	Peñas Blancas	0.17	0.18	0.27	0.44	1.14	2.24	2.07	0.45	0.20	0.17	0.19	0.19	0.57	21
a. Parí	El Tipal	1.42	1.42	2.68	5.06	19.03	27.49	15.65	9.68	5.51	2.73	2.12	1.66	8.19	15
d. Lavayen	Bajada del Pinto	4.84	4.02	4.89	7.06	21.70	38.54	29.20	11.64	6.64	6.00	5.78	5.88	13.20	17
i. L. Maderas	Secolón Agosto	0.09	0.09	0.13	0.23	1.05	1.42	1.04	0.34	0.16	0.12	0.10	0.09	0.40	21
ii. Mojetoro	El Agosto	2.30	3.10	5.90	14.40	35.60	57.50	37.20	20.40	8.20	4.70	3.30	2.70	16.06	10
S. Rufina	Santa Rufina	0.62	0.73	1.65	3.18	5.42	8.23	6.13	3.06	1.39	1.01	0.77	0.60	2.71	15
San Alajo	San Alajo	0.34	0.45	1.08	2.32	4.34	5.64	4.27	1.88	0.83	0.53	0.44	0.35	1.86	10
Yacotas	Desembocadura al Nieves	0.16	0.28	0.70	1.45	2.75	4.17	2.60	1.37	0.62	0.35	0.24	0.20	1.22	15
L. Nieves	El Volcán	1.77	1.72	2.02	3.27	9.52	16.50	9.26	5.53	3.67	2.75	2.25	1.97	4.96	15
Dorado	Apollinario Saravia	0.34	0.31	0.94	2.02	8.46	11.50	8.68	5.40	1.41	0.93	0.73	0.44	3.29	11
5. Del Valle	El Piquete	1.73	1.85	2.85	4.53	8.44	15.55	11.20	5.74	3.53	2.49	1.91	1.95	5.10	20
6. Pasaje Juramento	Suncho Corral	2.41	1.02	0.67	1.09	11.13	26.40	55.69	40.69	16.22	1.39	0.81	0.52	14.92	49
6. Pasaje Juramento	El Arenal	0.40	0.46	1.09	7.01	42.13	87.77	62.40	29.81	10.92	5.09	3.22	1.42	19.59	32
6. Pasaje Juramento	El Tunal	9.50	8.20	12.90	24.90	81.80	135.60	93.00	42.80	22.70	17.10	15.00	12.60	39.17	21
a. Medina	Desembocadura al Pasaje	1.32	1.43	1.95	3.22	4.50	7.56	7.40	2.37	1.33	1.45	1.41	1.32	8.91	21
6. Pasaje Juramento	Miraflores	10.80	10.60	12.80	24.40	73.20	116.90	72.10	32.10	17.40	14.20	12.70	11.40	33.71	27
a. Arias	San Gabriel	9.30	9.40	11.60	18.18	47.90	74.90	50.90	27.50	15.80	11.80	10.60	10.00	2.75	19
i. Arenales	Petrero de Díaz	1.53	1.60	2.59	7.08	15.75	28.14	27.31	7.20	3.97	2.76	2.13	1.71	7.53	18
Arenales	Salamanca	0.75	0.78	1.21	2.12	5.58	8.30	6.11	3.43	1.84	1.29	1.03	0.86	2.75	14
ii. Toro Blanco	Dique Nivelador	2.13	1.98	1.98	4.11	18.19	19.96	10.62	5.33	3.91	3.32	2.92	2.53	6.85	29
	Dique Nivelador	0.06	0.07	0.15	0.01	1.98	4.15	2.03	0.75	0.38	0.24	0.15	0.08	0.85	19

Cuadro 13 (continuación 2)

Cuenca y río	Lugar de observación	Caudales medios mensuales (m ³ /s)												Caudal medio anual (m ³ /a)	Años de observación
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Bianco	Vertedero María Susana	0,26	0,27	0,39	1,00	1,02	1,62	2,14	1,80	1,14	0,79	0,58	0,44	0,92	2
Bianco	Vertedero Dique III	0,41	0,43	0,50	0,99	1,37	2,58	3,02	2,91	1,77	1,04	0,73	0,56	1,36	3
4. Tunuyán	Valle del Uco	10,74	10,44	12,36	18,93	32,42	63,09	85,17	63,57	36,17	21,53	15,43	12,66	26,12	49
Santa Clara	Puerto Santa Clara	1,04	0,93	0,92	1,21	1,62	2,88	7,41	6,86	4,34	2,52	1,69	1,37	2,70	3
Las Tunas	Puerto Santa Clara	0,77	0,68	0,72	1,12	1,65	3,12	4,46	3,17	2,11	1,33	0,99	0,82	1,74	3
Las Tunas	Puerto Santa Clara	1,81	1,60	1,64	2,34	3,27	5,99	11,86	10,02	6,45	3,85	2,68	2,19	4,46	3
5. Diamante	Agua abajo de Confluencia	17,87	18,50	19,77	27,82	46,37	72,58	71,17	55,24	36,85	25,71	21,75	19,38	36,17	32
6. Atuel	Los Rayones	19,00	18,70	20,50	26,90	40,30	55,50	58,70	48,30	33,10	22,60	21,30	20,50	32,03	22
Salado	La Argostura	5,91	6,32	8,11	13,16	19,41	20,72	16,61	9,76	7,22	5,83	5,69	5,87	11,28	22
B. Varios Sud de Bs. As.	Cañada Ancho	1,53	1,04	0,74	1,98	0,79	0,59	0,51	2,63	1,59	4,20	1,32	1,26	1,57	6
1. Sauce Chico	Paso Bover	0,60	0,31	0,23	0,60	0,26	0,18	0,14	0,80	0,55	0,63	0,39	0,56	0,44	10
2. Napostá Gr.	Cerro del Aguila	0,13	0,08	0,11	0,08	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,07	0,42	0,13	0,10	3
3. La Corina	Inspección de Obras	0,67	0,58	0,44	0,81	0,26	0,38	0,20	0,73	0,88	0,67	0,67	1,02	0,61	8
4. Del Negro	Sierra de la Ventana	0,45	0,30	0,17	0,52	0,20	0,15	0,07	0,29	0,73	0,35	0,40	1,03	0,31	7
5. San Bernardo	Sierra de la Ventana	79,20	79,20	96,20	193,40	347,20	327,60	206,40	136,80	99,20	75,60	74,20	77,00	148,76	5
C. Colorado	Bata Raquil	74,70	76,00	85,10	147,20	177,40	292,30	210,90	131,60	89,40	70,10	74,10	79,10	133,68	45
Colorado	Piñal Mahuida	282,00	554,00	120,00	1243,00	1237,00	1306,00	1308,00	1516,00	1236,00	738,00	428,00	298,00	932,00	36
D. Negro	Pradera Argentina	337,60	673,70	1216,10	1411,40	1374,10	1246,90	1506,70	1695,20	1273,40	744,00	427,10	313,50	1021,43	41
Negro	Paso Roa	105,30	241,50	346,00	352,40	322,30	333,10	494,60	636,00	481,70	248,30	134,20	101,50	302,82	60
1. Neuquén	Paso de los Indios	294,00	611,00	984,00	1024,00	978,00	898,00	1008,00	1053,00	782,00	508,00	322,00	250,00	723,16	18
2. Limay	Paso Limay	120,00	214,00	326,00	364,00	268,00	342,00	342,00	366,00	333,00	267,00	191,00	143,00	281,99	20
Limay	Paso Flores	114,00	159,00	225,00	262,00	267,00	244,00	231,00	250,00	259,00	225,00	164,00	124,00	210,75	39
Limay	Mahuel Huapi	12,20	32,00	61,60	71,40	71,80	72,40	83,60	80,20	45,00	24,10	13,10	12,30	48,63	20
E. Chubut	Los Altos	7,23	18,01	22,46	20,79	20,27	20,71	28,44	30,94	20,21	12,76	7,57	7,37	18,12	15
1. Alto Chubut	El Matén	21,54	37,52	58,92	57,87	59,62	62,95	83,47	78,10	55,04	36,45	21,55	18,06	49,40	22
F. Senguerr	Dique Toma	15,30	23,50	33,90	36,00	29,40	25,80	37,30	59,10	49,60	35,20	23,00	15,10	31,95	11
Senguerr	Nacimiento	235,00	366,00	491,00	610,00	921,00	1244,00	1410,00	1267,00	921,00	679,00	458,00	372,00	748,00	6
O. Santa Cruz	Charles Fuhr	105,00	97,00	150,00	276,00	401,00	589,00	660,00	508,00	324,00	245,00	176,00	128,00	300,00	6
La Leona	La Leona	3,63	7,27	8,85	12,63	11,83	8,37	6,18	5,62	2,91	1,71	1,54	1,28	5,98	3
H. Olivia	Vedo Luis Pique	35,70	71,60	77,20	129,90	88,60	63,40	80,10	91,10	61,00	47,10	31,20	21,70	66,90	7
III. Vortiente pacífica	Lago Stoffen	18,64	49,73	53,89	62,51	53,79	41,79	47,30	60,31	48,62	37,68	21,86	19,31	49,95	11
A. Manso	Lago Los Alarons	17,67	37,89	38,97	43,51	38,37	32,83	38,73	52,35	43,53	35,03	23,53	20,84	35,28	17
Manso	Los Moscos	5,58	12,93	16,71	25,73	24,98	19,20	17,91	21,48	16,88	11,65	7,03	5,55	15,53	9
Epuyén	Argostura	153,50	325,20	372,00	370,00	289,80	256,00	280,30	376,60	366,40	303,60	221,10	212,20	295,56	11
Pitalcufé	Balsa Garfón														

III. Vortiente pacífica

Cuadro 13 (continuación)

Cuenca y río	Lugar de observación	Caudales medios mensuales (m ³ /s)												Caudal medio anual (m ³ /a)	Años de observación
		E	P	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Carrizosa	La Elena	17.40	24.45	19.80	24.50	27.80	26.45	33.00	40.20	52.10	49.05	34.35	23.20	31.00	2
Carrizosa	Lago Vintier	12.33	19.20	18.82	34.39	26.54	19.38	21.54	31.27	32.87	31.89	21.73	16.30	23.91	4
IV. Ríos sin derrama al mar															
A. Garupari	Puerto Garretero	0.35	0.44	1.49	3.59	7.25	7.94	7.82	2.94	1.21	0.83	0.73	0.68	2.93	18
B. Horeones	Toma de Ovando	1.02	1.36	2.71	4.88	9.52	14.17	9.35	3.56	2.05	1.62	1.43	1.22	4.36	15
C. Dulce	El Sauce	13.50	17.10	41.50	79.80	156.30	181.10	201.30	114.70	74.30	41.10	28.40	20.90	80.68	34
C. Sali-Bulos	La Escuela	14.20	17.40	46.20	96.90	166.30	229.80	265.80	144.10	93.30	50.60	32.30	23.20	96.97	32
1. Sali	El Cadillal	3.81	3.91	7.01	12.71	31.45	45.76	40.56	13.50	7.08	5.38	3.97	4.20	14.79	50
a. Tala	El Brete	1.87	1.95	3.96	5.52	11.40	15.96	14.01	6.67	3.91	2.97	2.44	2.14	5.99	22
2. Calera	El Sunchal	0.21	0.26	0.51	0.95	0.97	0.70	1.41	0.34	0.26	0.22	0.23	0.24	0.53	3
3. Lules	Usina hidroeléctrica	1.87	2.08	3.26	5.39	11.05	14.52	12.28	5.56	3.28	2.44	2.38	1.98	4.81	28
4. Angostura	Km. 50	0.58	0.71	1.24	1.74	2.44	2.85	2.76	1.62	0.99	0.84	0.63	0.57	1.41	20
Angostura	Vertedero Angostura	0.14	0.13	0.12	0.23	0.36	0.47	0.60	0.57	0.41	0.29	0.21	0.17	0.31	2
5. Solito	Las Higueras	1.33	1.94	4.01	6.17	7.33	11.48	8.03	6.29	3.32	2.03	1.71	1.42	4.41	10
6. Las Cañas	Las Hachas	1.76	2.14	3.52	4.07	6.37	8.39	8.35	4.24	2.51	2.11	1.80	1.73	4.61	16
Las Cañas	Potrero del Olavillo	1.35	1.48	2.25	2.78	4.72	5.20	5.70	2.75	1.88	1.62	1.44	1.38	2.91	16
7. Marapa	Esencia	1.17	2.06	4.64	5.53	9.14	13.09	14.84	7.40	4.02	2.23	1.59	1.39	5.60	21
D. Abundán	Tingaita	2.09	2.02	2.00	2.17	4.65	4.26	3.37	2.10	2.07	2.11	2.12	2.11	2.59	35
F. Andalgalá	Andalgalá	0.62	0.60	0.64	0.68	1.39	1.56	1.33	0.96	0.82	0.71	0.65	0.52	0.88	32
G. Del Valle	Pemacillo	1.26	1.39	2.48	5.04	11.28	12.82	9.47	3.79	2.27	1.75	1.53	1.40	4.53	43
1. Las Juntas	Las Juntas	0.47	0.40	4.24	5.53	10.64	8.23	7.76	0.80	0.70	0.66	0.69	0.56	3.15	2
H. Talá	La Brea	0.17	0.18	0.29	0.43	0.85	1.09	0.76	0.42	0.30	0.25	0.21	0.20	0.43	24
I. Albiquera	Dique Setomayer	0.21	0.88	1.92	2.82	4.09	4.89	4.51	1.63	0.96	0.69	0.52	0.31	1.93	21
J. La Rioja	Dique Los Sauces	0.46	0.45	0.43	0.43	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.43	0.50	0.45	44
K. Famatina	Famatim	0.51	0.49	0.55	0.58	1.08	2.09	1.33	0.77	0.66	0.59	0.53	0.50	0.80	23
L. Durazno	Chilecito	0.39	0.34	0.76	0.58	0.61	0.98	0.66	0.69	0.58	0.49	0.45	0.41	0.57	3
Cruz del Eje	La Toma	0.46	0.82	3.69	1.61	4.36	5.42	2.56	6.42	4.75	2.37	0.57	0.96	2.66	5
M. Pichanas	Los Noques	1.13	1.44	4.75	5.77	8.22	7.21	8.60	8.24	3.99	3.24	1.70	1.76	4.70	25
N. Primero	Dique San Roque	2.52	2.64	4.71	9.46	13.06	17.83	13.36	16.75	14.90	9.99	5.75	2.96	9.44	11
O. Quines	Dique del Alto	0.43	0.39	0.98	2.10	3.25	3.36	3.02	3.45	1.88	0.93	0.72	0.71	1.76	24
P. Conlara	San Felipe	0.69	0.71	1.30	2.56	3.71	3.15	6.59	3.23	2.24	1.23	0.93	0.87	1.93	26
Q. Euceli Corral	Cruz de Piedra	0.16	0.15	0.35	0.51	0.75	0.52	0.42	0.46	0.24	0.27	0.26	0.20	0.36	27
R. Quinto	Villa Mercedes	1.35	1.16	2.84	4.81	8.71	10.27	12.92	7.61	5.38	3.12	5.25	1.68	5.14	38
Quinto	El Salto	1.57	1.68	2.85	3.40	8.26	8.37	9.71	9.25	7.13	5.16	2.86	2.15	5.30	20
Quinto	La Florida	0.80	0.71	1.79	2.19	4.66	4.13	5.12	3.61	2.09	1.30	0.89	1.02	2.40	16

c) Ríos con alimentación nival

- i) Jachal
- ii) San Juan
- iii) Mendoza
- iv) Tunuyán
- v) Diamante
- vi) Atuel

d) Ríos con alimentación glacial

- i) Santa Cruz

El tipo de alimentación implica de acuerdo a su ubicación geográfica una distribución de caudales a lo largo del año, que a su vez permite agruparlos de acuerdo a las épocas de ocurrencias de sus crecientes y períodos de magras.

Es necesario señalar que a veces el período de deshielo comienza antes en latitudes más altas que en las bajas. Esas diferencias podrían llegar a ser del orden de un mes entre ciertos ríos. Este fenómeno se manifiesta principalmente en la zona de Mendoza y Neuquén debido a la menor altura de las cuencas de latitudes altas especialmente las que se encuentran al sur de la latitud 37°S pues en esa zona, entre los 35° y 37°S como ya fue dicho, el perfil longitudinal de la cordillera experimenta un escalón de unos 2 000 metros. Teniendo en cuenta que el gradiente térmico vertical predominante para la época primaveral es aproximadamente de 0.16°C por cada 100 metros, esto implicaría una diferencia de 12°C en las temperaturas reinantes en las cuencas que están a la misma latitud.

Los caudales del río Paraná dependen principalmente de las lluvias que se producen en su cuenca en el territorio del Brasil y por lo tanto su régimen varía acorde con aquéllas. Sus meses de caudales mensuales máximos promedios se producen en el país en febrero, marzo o abril dependiendo en esto el lugar considerado, ya que las ondas de crecidas toman distintos tiempos de desplazamiento. Así entre Iguazú y Rosario éste varía entre 25 y 30 días. Los meses de caudales mínimos son agosto o septiembre.

El Uruguay, aunque su cuenca es algo superior a $1/10$ de la del Paraná, su caudal es aproximadamente $1/3$ de éste (4 660 metros cúbicos por segundo

en Salto Grande) El caudal máximo se produce en octubre y además tiene un máximo secundario en junio, el mínimo se presenta en febrero. Este régimen está determinado por los varios regímenes pluviales de la cuenca que tienen varios máximos anuales.

Con marcada regularidad los afluentes de los ríos Bermejo y Pasaje o Salado presentan en la curva de caudales mensuales medios el máximo en febrero y el mínimo en septiembre u octubre y por rara excepción en agosto o noviembre. (Cuadro 13)

El Pilcomayo tiene su máximo mensual medio en febrero y el mínimo en septiembre. El pequeño río Carapari vecino del anterior tiene un régimen igual a este último.

Más al sur el Dulce y sus afluentes presentan características similares a los anteriores pero en estos casos los máximos aparecen también en marzo y los mínimos únicamente en septiembre y agosto. (Cuadro 13).

Una serie de pequeños ríos en Catamarca y La Rioja de régimen torrencial como son el Famatina, Del Valle, Tala, Andalgalá, Albigasta y Abaucán presentan los máximos medios mensuales en febrero o en enero y los mínimos ocurren desde agosto a noviembre. (Cuadro 13).

Los ríos que nacen en las sierras de Córdoba y San Luis presentan varios máximos en la curva de caudales mensuales promedios.

Los ríos Quines, Cuchi-Corral, Conlara y Quinto que se originan en las sierras de San Luis son en general de pequeño caudal siendo el mayor de ellos el Quinto con un caudal medio anual de $5.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Los valores medios mensuales máximos ocurren entre diciembre y marzo, pero preferiblemente en febrero. Los de menores caudales medios son septiembre y agosto. (Cuadro 13).

En Córdoba los ríos Cruz del Eje, Pichanas, Primero, Tercero, Tortugas, Saladillo, Barrancas, Las Cañitas, San Bartolomé y Piedras Blancas, son en su mayoría de mayor caudal que los puntanos y sus regímenes similares a los mismos. Los caudales medios mensuales máximos aparecen desde diciembre hasta marzo, los mínimos se presentan desde julio a septiembre pero con preferencia en agosto y septiembre. (Cuadro 13).

Los ríos que integran el sistema del Desaguadero están caracterizados por su alimentación que es mayormente nival. Por tal razón sus caudales mensuales comienzan a aumentar desde el comienzo o mediados de la primavera hasta el fin del verano. Sus mayores caudales mensuales medios se producen por lo tanto en diciembre o en enero y los menores en julio o agosto. Las grandes crecidas de estos ríos son producidas por 4extraordinarias precipitaciones sólidas de invierno sobre las que las temperaturas altas en primavera o verano, asociadas en algunas oportunidades a vientos catabáticos (tipo zonda) y fuertes lluvias en grandes zonas de las cuencas, ocasionan rápidas fusiones. (Cuadro 13).

El régimen del río Colorado puede considerarse como una transición entre los regímenes nivales de los afluentes del Desaguadero y los pluvio-nivales de los ríos patagónicos. En su curva de caudales medios el máximo se presenta en noviembre como resultado del deshielo de las precipitaciones nivales de invierno pero además se acusa un ligero aumento de caudales en junio, producto de lluvias invernales, lo que estaría explicado por la menor altura de sus cuencas. Se debe reconocer sin embargo la mayor preponderancia del régimen nival. (Cuadro 13).

A partir del Neuquén hacia el sur, los regímenes de los ríos acusan dos máximos en su curva de caudales medios. Uno originado por los deshielos y el otro por las lluvias de invierno. (Cuadro 13).

El Neuquén tiene predominio de régimen nival pues los deshielos que comienzan en septiembre producen unacentuado máximo en noviembre, el segundo máximo que apenas supera el promedio anual es en julio notándose ya el efecto de las lluvias de otoño a partir de abril. El mínimo se presenta en marzo.

A diferencia del Neuquén que es de régimen torrencial, el Limay está regulado parcialmente por 37 lagos que actúan a manera de embalses naturales. En el Limay los caudales medios producidos por el derretimiento de la nieve y el producido por las lluvias son de igual magnitud presentando la curva media en Paso Limay, un caudal casi uniforme de junio a noviembre con una disminución de un diez por ciento de ese caudal, en septiembre; el mínimo se presenta en abril. (Cuadro 13).

El régimen del Negro es el resultado de la combinación de los regímenes de sus dos grandes afluentes pero dado el mayor caudal del Limay presenta

características más similares a este último. Sin embargo, el caudal elevado del Neuquén en la época de deshielo hace que el máximo mayor del Negro se presente en el mes de noviembre. El mínimo ocurre en marzo. (Cuadro 13).

Los ríos de la vertiente ~~pacífica~~ como el Manso, Epuén, Futaleufú y Carrenleufú son de alimentación pluvionival, y en general los caudales mensuales promedios máximos son los producidos en la época de lluvias invernales aunque los que originan los deshielos no difieren mucho. Los meses de máximos son julio y noviembre y los de mínimos marzo o abril. (Cuadro 13).

Los ríos Senguerr y Chubut son también de régimen pluvionival pero en ambos los caudales mensuales promedios son mayores en la época de primavera o de deshielos. Los meses de máximos son en primavera, octubre a noviembre y en invierno, junio o julio. Los mínimos mensuales ocurren en marzo o abril.

Un río con predominante aporte glacial a través de los lagos Argentino y Viedma es el Santa Cruz que presenta en el año un solo caudal mensual promedio máximo en el mes de marzo y un mínimo en septiembre. (Cuadro 13).

Los ríos que se originan en Sierra de la Ventana como el Sauce Chico, Napostá Grande, Del Negro y San Bernardo presentan varios máximos en sus caudales mensuales medios, producto de un régimen pluvial con iguales características. Sin embargo, en ellos coincide que el mes de menor caudal promedio es enero.

3. Irregularidad de los regímenes de los ríos argentinos

Para establecer las características de irregularidad de los regímenes de los ríos y en cierta medida las ~~posibilidades~~ del aprovechamiento económico de sus aguas, se calcularon los coeficientes de irregularidad.

Los coeficientes se establecieron como cociente entre la cantidad de agua que sería necesario almacenar para obtener una regulación total dentro del año y el escurrimiento anual total. Este criterio ya fue adoptado por CEPAL en trabajos similares en otros países de América Latina.

Para facilitar el cálculo se determinaron los coeficientes de irregularidad en base a los caudales mensuales promedios de unas 100 estaciones de aforos ubicadas en los principales ríos y sus afluentes,

Considerando las diferencias que podrían existir entre los coeficientes determinados de esta manera y los obtenidos en base a caudales diarios se procedió a la corrección de los mismos. Para obtener los coeficientes de corrección se actuó regionalmente eligiéndose nueve ríos para los cuales los coeficientes fueron obtenidos de ambas maneras. Estos fueron: Bermejo, Chubut, Limay, Manso, San Juan, Neuquén, Quinto, Abaucán y Colorado. El cociente entre ambos se tomó como coeficiente de corrección para una región que por sus condiciones hidrológicas y meteorológicas se estimó más o menos similar. Los resultados obtenidos se dan en el cuadro 14.

Posteriormente se volcaron los coeficientes en un mapa del país y se procedió al trazado de isolíneas con el objeto de localizar las zonas más o menos homogéneas, desde este punto de vista. (Mapa 14). No se consideraron subcuencas de ríos más grandes ya volcados.^{1/}

Entre los valores obtenidos, el más alto pertenece al Calchaquí en la estación La Punilla con 0.59 y el más bajo al río Paraná en Rosario con 0.10; aunque el coeficiente de corrección para este último no pudo ser determinado se estima que debe ser aproximadamente 1.1.

Observando el mapa trazado se distingue netamente que la región del país que tiene mayor irregularidad es la del noroeste. Existe una pequeña zona que supera el valor 0.5 sobre la cuenca del río Calchaquí y una mucho mayor de valor 0.4 que comprende las cuencas de los ríos Pilcomayo, Bermejo, Salado y parte de la del Dulce.

En general los ríos de la cuenca del Salí-Dulce son menos irregulares que los otros citados.

Estos regímenes sumamente irregulares encuentran su justificación en el régimen pluvial comentado anteriormente. En esas cuencas la precipitación de diciembre a marzo es en general el 70 por ciento del total anual.

Desde la región noroeste señalada, los valores de los coeficientes disminuyen hacia el este y hacia el sur.

Los ríos del oeste de Catamarca y La Rioja y el noroeste de San Juan tienen en general baja irregularidad pudiéndose encerrar esa zona con una

^{1/} Un trabajo similar fue efectuado por CEPAL en 1961: Los Recursos Hidroeléctricos en América Latina: su Medición y Aprovechamiento, ST/ECLA/CONF.7/L.3.0.

isolínea de valor 0.2. Queda comprendido dentro de ella los ríos Jachal y Castaño.

De los ríos cuyanos, el de mayor irregularidad es el Tunuyán cuyo coeficiente alcanza a 0.32.

Al sur de los ríos cuyanos, los ríos Colorado y Neuquén tienen valores similares, algo superiores a los del río Limay.

Los coeficientes determinados para las grandes cuencas de los ríos Paraná y Uruguay indicarían bajos valores para la región del Litoral.

La irregularidad aumenta en los ríos cuyas nacientes se encuentran en las sierras de Córdoba, San Luis y sur de La Rioja, permitiendo comprender toda la zona con la isolínea de valor 0.3.

En la Patagonia en la zona cordillerana se localizan, en las partes altas de las cuencas, valores inferiores a 0.20 debido al efecto regulador de los lagos. Sin embargo la determinación del coeficiente en estaciones ubicadas aguas abajo arroja valores más altos, como es el caso de los ríos Manso, Limay, Senguerr y Chubut.

En la provincia de Buenos Aires no se dispone de muchos datos y los registros son más bien cortos. En base a esa información se puede decir que los ríos cuyas nacientes se originan en la zona serrana superan el valor 0.2, pudiéndose además determinar una zona que supera a 0.3.

4. Pronósticos Hidrológicos

Con diferentes objetivos y con métodos basados en técnicas distintas, se efectúan pronósticos hidrológicos en varias zonas del país.

a) Pronósticos de las crecientes del río Paraná

Extensas zonas del Delta del Paraná, de Entre Ríos, de Corrientes y de Santa Fe son inundadas por las crecientes del Paraná. Estas crecientes no sólo afectan a campos y establecimientos ganaderos sino también a poblaciones y ciudades de la importancia de Rosario.

La poca pendiente de las zonas inundadas hace que las zonas cubiertas por las aguas se extiendan enormemente con poca variación del nivel de las mismas.

Por tratarse de regiones de las condiciones dichas más arriba, las pérdidas ocasionadas por las crecientes son de una gran importancia económica.

Quadro 14

ARGENTINA: COEFICIENTES DE IRREGULARIDAD DE ALGUNOS RIOS

Río	Estación	Coef. de Irregularidad en base a caudal med. mensuales	Coeficiente de corrección	Coeficiente de irregularidad corregido
Paraná	Rosario	0.10	-	-
Uruguay	Concordia	0.17	-	-
Pilcomayo	Fortín Nuevo Pilcomayo	0.44	1.08	0.47
Carapari	Puente Carretero	0.42	1.08	0.45
Dorado	Apolinario Saravia	0.49	1.08	0.53
Del Valle	El Piquete	0.33	1.08	0.36
Bermejo	Agua Blanca	0.40	1.08	0.43
Bermejo	Juntas de San Antonio	0.43	1.08	0.46
Bermejo	Zanja del Tigre	0.42	1.08	0.45
Pescado	Colonia Colpana	0.39	1.08	0.43
San Francisco	Urundel	0.46	1.08	0.50
Guerrero	Puente Guerrero	0.40	1.08	0.43
Grande	Puente Pérez	0.41	1.08	0.44
Aguas Calientes	Termas del Reyes	0.29	1.08	0.31
Reyes	Termas del Reyes	0.34	1.08	0.37
Reyes	Antes del Guerrero	0.37	1.08	0.40
Yala	Los Nogales	0.30	1.08	0.32
Perico	El Tipal	0.43	1.08	0.46
Las Maderas	El Angosto	0.47	1.08	0.51
San Alejo	San Alejo	0.41	1.08	0.44
Santa Rufina	Santa Rufina	0.35	1.08	0.38
Yacones	Desembocadura al Nieves	0.41	1.08	0.44
Nieves	El Volcán	0.34	1.08	0.37
Mojotoro	El Angosto	0.44	1.08	0.48
Arenales	Salamanca	0.37	1.08	0.40
Arenales	Potrero de Díaz	0.45	1.08	0.49
Arias	San Gabriel	0.34	1.08	0.37
Blanco	Vertedero Dique 3	0.30	1.08	0.32
Corralito	Peñas Bayas	0.32	1.08	0.35
Horcones	Toma de Ovando	0.38	1.08	0.41
Rosario	Toma de Ovando	0.38	1.08	0.41
Medina	Desembocadura al Pasaje	0.31	1.08	0.33
Calchaquí	Las Flechas	0.40	1.08	0.43
Calchaquí	Los Sauces	0.47	1.08	0.51

Río	Estación	Coef. de Irregularidad en base a caudal med. mensuales	Coeficiente de corrección	Coeficiente de irregularidad corregido
Calchaquí	La Punilla	0.55	1.08	0.59
Pucará	El Angosto	0.50	1.08	0.54
Chuschas	Cafayate	0.14	1.08	0.15
Ampajango	Desarenador	0.18	1.08	0.19
Tala	El Brete	0.33	1.08	0.36
Sali	El Cadillal	0.41	1.08	0.44
Calera	El Sunchal	0.31	1.08	0.33
Lules	Usina hidroeléctrica	0.32	1.08	0.35
Angostura	Km 50	0.26	1.08	0.28
Angostura	Vertedero Angostura	0.24	1.08	0.26
Solco	La Higuera	0.30	1.08	0.32
Dulce	El Sauce	0.35	1.08	0.38
Las Cañas	Potrero del Clavillo	0.23	1.08	0.25
Las Cañas	Las Hachas	0.25	1.08	0.27
Marapa	Escaba	0.32	1.08	0.35
Andalgalá	Andalgalá	0.16	1.00	0.16
Abaucán	Tinogasta	0.14	1.00	0.14
Del Valle	Pomancillo	0.38	1.00	0.38
Albigasta	Sotomayor	0.36	1.00	0.36
Las Juntas	Las Juntas	0.37	1.00	0.37
Famatina	Famatina	0.22	1.00	0.22
Durazno	Chilecito	0.12	1.00	0.12
Cruz del Eje	La Toma	0.27	1.15	0.31
Las Pichanas	Los Noques	0.26	1.15	0.30
Primero	Dique San Roque	0.25	1.15	0.29
Quines	Dique del Alto	0.30	1.15	0.34
Conlara	San Felipe	0.30	1.15	0.34
Tercero	Embalse	0.28	1.15	0.32
Barrancas	Alpa Corral	0.32	1.15	0.37
San Bartolomé	Las Tapias	0.28	1.15	0.32
Piedra Blanca	Las Tapias	0.30	1.15	0.34
Piedra Blanca	Piedra Blanca	0.25	1.15	0.29
Cuarto	Pte. Olmos	0.25	1.15	0.29
Quinto	La Florida	0.29	1.15	0.33
Quinto	Paso de las Carretas	0.27	1.15	0.31
Quinto	Villa Mercedes	0.27	1.15	0.31
San Bernardo	Sierra de las Ventanas	0.22	1.15	0.25
Sauce Chico	Paso Bower	0.21	1.15	0.24
Naposta Grande	Cerro del Aguila	0.17	1.15	0.20

Río	Estación	Coef. de Irregularidad en base a caudal med. mensuales	Coeficiente de corrección	Coeficiente de irregularidad corregido
Jachal	Pachimoco	0.14	1.00	0.14
Castaño	Castaño Nuevo	0.17	1.00	0.17
San Juan	Km 47	0.21	1.00	0.21
San Juan	La Puntilla	0.21	1.00	0.21
De los Patos	Alvarez Condarco	0.27	1.00	0.27
De los Patos	La Plateada	0.31	1.00	0.31
Tupungato	Punta de Vacas	0.28	1.00	0.28
Cuevas	Punta de Vacas	0.20	1.00	0.20
Mendoza	Punta de Vacas	0.30	1.00	0.30
Mendoza	Cacheuta	0.27	1.00	0.27
Mendoza	Guido	0.24	1.00	0.24
Turuyán	Valle del Uco	0.32	1.00	0.32
Santa Clara	Puesto Santa Clara	0.32	1.00	0.32
Diamante	Los Reyunós	0.24	1.00	0.24
Atuel	La Angostura	0.20	1.00	0.20
Salado	Cañada Ancha	0.23	1.00	0.23
Colorado	Buta Ranquil	0.26	1.09	0.28
Colorado	Pichi Mahuida	0.22	1.09	0.24
Neuquén	Paso de los Indios	0.19	1.37	0.26
Limay	Nahuel Huapi	0.11	1.16	0.13
Limay	Paso Flores	0.14	1.16	0.16
Limay	Paso Limay	0.19	1.16	0.22
Negro	Paso Roca	0.21	1.16	0.24
Negro	Primera Angostura	0.21	1.16	0.24
Chubut	El Maitén	0.17	1.32	0.22
Chubut	Los Altares	0.26	1.32	0.34
Senguerr	Dique Toma	0.19	1.32	0.25
Senguerr	Nacimiento	0.14	1.32	0.18
La Leona	La Leona	0.26	1.32	0.34
Olivia	Vado San Luis	0.27	1.32	0.36
Santa Cruz	Charles Fuhr	0.22	1.32	0.29
Manso	Los Alerces	0.14	1.49	0.21
Manso	Lago Steffen	0.17	1.49	0.25
Manso	Los Moscos	0.10	1.49	0.15
Epuén	Angostura	0.19	1.49	0.28
Futaleufú	Balsa Garzón	0.08	1.49	0.12

La necesidad de conocer con alguna anticipación el nivel máximo que alcanzarán las aguas de las crecidas está justificada con el cuadro presentado.

La disminución de perjuicios con las medidas preventivas que pueden tomarse significan a la economía nacional muchos millones de pesos.

En la actualidad el Servicio Meteorológico Nacional elabora, en caso de crecientes, un pronóstico de alturas máximas de aguas para Paraná y Rosario.

Este método^{2/} de tipo estadístico está basado en la correlación múltiple lineal y tiene como parámetros las alturas de la onda en varios lugares del río en el país. Su aplicación permite la predicción con una antelación de 25 a 30 días con un 80 a 90 por ciento de seguridad de que el error de las alturas de aguas pronosticadas no serán de cinco centímetros.

b) Pronósticos de crecidas del Río de la Plata

Los vientos fuertes del sector sudeste (sudestada) en los casos que soplan con alguna persistencia, provocan grandes crecidas en el Río de la Plata e inundan las costas que se extienden desde la zona de Punta Lara hasta el Delta del Paraná.

Los destrozos causados por estas crecidas son cuantiosos y pueden ocasionar la pérdida de vidas humanas. Así, la ocurrida en 1940 causó la muerte de 25 personas.

Dado que ellas afectan la zona del Gran Buenos Aires en la franja costera, densamente poblada, que año a año aumenta, explica el hecho que la registrada en 1958 dejará sin hogar a más de 100 000 personas. Sin embargo ésta no fue la máxima registrada (4.45 m sobre el 0 del Riachuelo) y las aguas alcanzaron a 0.60 m por debajo de aquélla estando catalogada en cuarto lugar entre flujos observados.

Esta creciente pudo ser estudiada con mayor detalle, por ser la primera de tanta importancia para la que se dispuso de abundante material meteorológico. Parte de este material compuesto por dos cartas sinópticas de superficie y tres de altura se puede ver en el anexo de "Ejemplos de las situaciones sinópticas típicas principales".

^{2/} Raffo, José M. "Pronóstico de las crecientes del río Paraná" Meteoros Año I, N° 1, enero de 1951.

El Servicio de Hidrografía Naval dependiente de la Secretaría de Marina efectúa pronósticos de crecientes para la zona del Río de la Plata, válidos por 24 horas. Estos se realizan a las 9, 14 y 18 horas con el fin de alertar a las autoridades, pobladores y navegantes en el caso de crecientes extraordinarias o sea aquéllas que superan los 2.82 m sobre el cero del Riachuelo.^{3/}

c) Pronósticos de derrames de los ríos cordilleranos

Para un mejor aprovechamiento del agua almacenada en la cordillera en forma de nieve, Agua y Energía Eléctrica efectúa pronósticos de derrames de los ríos cordilleranos comprendidos entre los 30° y 44° de latitud Sur.

Las mediciones de nieve acumulada se realizan en las llamadas "secciones nivométricas" que están ubicadas en las altas cuencas de los ríos elegidos en los lugares donde la acumulación es representativa de la producida en el resto. Este valor o un índice de él se correlaciona con el derrame próximo para obtener la ecuación de pronósticos.

Los pronósticos se hacen actualmente para los ríos San Juan, Mendoza, Tinuyán, Diamante, Atuel, Colorado, Neuquén, Limay y Chubut. Estos comprenden: a) el volumen a escurrir durante los 12 ^o 6 meses siguientes; b) la probable distribución mensual; c) el caudal máximo previsible durante la estación de pronósticos.

Tomando como ejemplo el río Colorado, se puede decir que los pronósticos se hacen para la estación de aforos de Pichi-Mahuida en base a las mediciones de nieve de la sección nivométrica "Valle Hermoso" a 2 200 metros de altura. En este caso el error del gasto medio pronosticado para período octubre-febrero no ha sido mayor del 10 por ciento.

La técnica no exenta de dificultades tiende a ser mejorada constantemente y los técnicos continúan en este tipo de estudio.^{4/}

^{3/} Balay, Marciano A. "El Río de la Plata entre la atmósfera y el mar". Secretaría de Marina, Servicio de Hidrografía Naval, 1961.

^{4/} Pérez, Herminio H. y Benito, Hugo O. "Previsión de los derrames del río Limay en Paso Flores" Agua y Energía Eléctrica, 1959.

La importancia de estos pronósticos es notoria por su gran utilidad ya que han permitido, conociendo las disponibilidades de agua, con buena aproximación, una más eficiente operación de los sistemas de riego e hidroelectricidad.

d) Información sobre el estado de los ríos

Aunque no reviste el carácter de pronóstico, resulta de suma utilidad para los pobladores el conocimiento de la altura de los ríos.

Con tal motivo el Servicio Meteorológico Nacional emite diariamente, a las 9 horas, un boletín con las alturas de varios de ellos.

Este boletín incluye la altura en uno o varios lugares de los siguientes ríos: Paraná, Paraguay, Uruguay, Pilcomayo, Bermejo, Ibicuy, Gualaguay, Salado (B.A.), Colorado, Negro, Neuquén, Limay, Agrio y Chubut. Además se informa sobre tendencia de las aguas.

5. La cuenca del Plata, fuera de la Argentina

a) Características generales

Una cuenca extraordinaria por su extensión geográfica, su riqueza hídrica e hidráulica, su elevada población, su valor agrícola-ganadero y su alto desarrollo económico, constituye la del Plata.

Su superficie es de unos 3 092 000 km² y abarca el 29.7 por ciento de la Argentina, el 18.6 de Bolivia, el 16.6 del Brasil, el 74.3 de Uruguay y el 100 por ciento de Paraguay; tiene como coordenadas extremas: 14°00' S y 37°37' S y 67°00' W y 43°35' W.

De los numerosos ríos que drenan la cuenca, dos de ellos, el Paraná y el Uruguay forman finalmente el Río de la Plata, los que conjuntamente con el Paraguay son los principales por sus caudales y superficies de sus cuencas. En el cuadro 15 se puede apreciar como se distribuyen esas superficies por ríos y países.

La cuenca del Paraná tiene una superficie de 2 600 000 km² de las cuales 1 092 000 km² pertenecen a un afluente el Paraguay. El Uruguay tiene una cuenca de 365 000 km² o sea un 12 por ciento de la del Paraná. Para completar la cuenca del Plata es necesario agregar 127 000 km² de cuencas de ríos o arroyos que desaguan directamente en él, 102 000 km² pertenecen al territorio argentino

en la provincia de Buenos Aires y 25 000 km² al territorio uruguayo. Es decir que el 96 por ciento de la superficie de la cuenca pertenece al Paraná y el Uruguay.

Cuadro 15

ARGENTINA: SUPERFICIES DE LA CUENCA DEL RIO DE LA PLATA

Ríos	Superficie (Miles de km ²)					Total
	Argentina	Bolivia	Brasil	Paraguay	Uruguay	
Plata	919	204	1 415	407	147	3 092
Paraná ^{a/}	564	-	891	53	-	1 508
Uruguay	65	-	178	-	122	365
Paraguay	188	204	346	354	-	1 092
Plata	102	-	-	-	25	127

a/ No incluye la cuenca del Paraguay.

Del gran total de 3 092 000 km² que constituyen la superficie de la cuenca del Plata, el 29.7 por ciento o sea 919 000 km² están en suelo argentino.

De lo expresado se aprecia que el Paraná es el gran río cuya cuenca sin incluir a su gran afluente, el Paraguay, alcanza casi al 50 por ciento del sistema. La mayor parte de ésta fuera de Argentina se encuentra en el Brasil con unos 891 000 km² y sólo 53 000 km² quedan en el Paraguay. (Cuadro 15).

Su cauce primero corre por el Brasil luego sirve de límite entre Argentina y Paraguay y finalmente se convierte en río argentino.

Dentro de la cuenca no hay sistemas orográficos de gran importancia pero la misma se halla circundada por una cadena de sierras tanto en territorio brasileño como paraguayo, que constituyen las divisorias de aguas con las vertientes vecinas y con la de su afluente el Paraguay. A veces en lugar de sierras existen simples mesetas como divisoria de aguas.

En una de éstas está ubicada, en el extremo norte de la cuenca, en la divisoria de aguas de los ríos Paranaíba y Tocantins, la ciudad de Brasilia a una altura de 1 050 m sobre el nivel del mar.

Para dar una idea de la magnitud de estos sistemas se puede decir que el de mayores alturas es el de la sierra da Mantiqueira en las cabeceras del

río Grande donde algunas cumbres se aproximan a los 3 000 m, sin embargo, las alturas más comunes están alrededor de 1 500 m. En la sierra de Paranapiacaba hay alturas de 1 800 m y en la sierra do Mar llegan excepcionalmente hasta los 2 800 m.

En forma aproximada puede apreciarse en el cuadro 16 cómo se va integrando la superficie de la cuenca del Paraná, desde el momento que lo forman los ríos Paranaíba y Grande, con el aporte de sus afluentes principales hasta ser río argentino.

El río Paraguay, aunque afluente del Paraná, es tratado separadamente en este análisis. Su cuenca hasta su desembocadura en el Paraná mide 1 092 000 km², distribuidos 204 000 km² en Bolivia, 346 000 km² en Brasil, 354 000 en Paraguay y 188 000 km² en el país. Es decir que el 17 por ciento de la cuenca está en territorio argentino.

El límite de la cuenca en territorio brasileño es similar al del Paraná, es decir circundada por pequeñas elevaciones, pero en el sector sudeste de Bolivia la divisoria de aguas con el río Guaporé (sistema del Amazonas) se produce en suaves ondulaciones. En cambio en el sur de Bolivia en las nacientes del Pilcomayo y sus afluentes, en la divisoria de aguas con la cuenca de los lagos Titicaca y Poopó, hay alturas próximas a los 6 000 metros aunque el promedio es alrededor de los 3 500 o 4 000 metros.

La cuenca del río Uruguay tiene una superficie de 365 000 km² y se distribuye en un 49 por ciento en Brasil, 34 por ciento en Uruguay y el resto en Argentina, es decir que el 83 por ciento o sea 300 000 km² de su superficie están fuera del país. A diferencia del Paraná, su cauce después de ser río brasileño es siempre internacional, sirviendo como límite entre Argentina y Brasil y entre Argentina y Uruguay.

El relieve de la cuenca es de menor importancia que en la del Paraná ya que los sistemas orográficos van perdiendo altura hacia el sur, aunque la altura máxima en las nacientes en la Sierra Geral alcanza a 1 800 m. Tanto en el Brasil como en el Uruguay, el aspecto general es de planicies ligeramente onduladas.

b) Zonas climáticas

i) Cuenca del río Paraná

En Brasil

Los diversos tipos de clima existentes en la cuenca del río Paraná en territorio brasileño pueden considerarse agrupados en tres grupos principales básicos. Estos son el clima de sabana, el clima templado húmedo y el clima templado de invierno seco.

Desde las nacientes de los pequeños afluentes del Paraná en el extremo norte y oeste de su cuenca el clima predominante es el clima de sabana o Aw. Así tienen estas características gran parte de la cuenca del Paranaíba y la margen derecha del Paraná hasta la divisoria de aguas con el Paraguay por el oeste y hasta un límite sur representado por los ríos Inhanduí Guaçu-Pardo. También pertenece a este tipo de clima una gran extensión de la cuenca del río Grande, principalmente las zonas de menor altura al igual que las partes bajas de las cuencas del Tieté y del Aguapey. (Mapa 15.)

Varias son las características del clima Aw de esta zona. El régimen anual de precipitaciones tiene dos estaciones bien definidas: una, la época lluviosa que comprende de octubre a abril y otra la época "seca" o de pocas precipitaciones que se extiende de mayo a septiembre. Las reducidas precipitaciones del invierno y primavera afectan a la vegetación pues las abundantes que ocurren en el período lluvioso no llegan a extender su influencia para compensarlas.

El curso anual de la temperatura indica que los meses más fríos son junio y julio, aumentando a partir de ellos hasta septiembre, octubre o noviembre, al final de la estación "seca" que son los meses más calientes según los lugares. Sin embargo las variaciones diarias de la temperatura son mayores que las anuales, siendo aquellas más grandes en invierno que en verano, debido a la intensa insolación y a la gran irradiación nocturna. Las temperaturas medias anuales llegan a los 26°C, siendo las temperaturas medias mensuales superiores a los 18°C y las máximas llegan a 28°C. Las

temperaturas máximas se registran en los meses en que las precipitaciones no son aún muy abundantes.

Deben considerarse fuera de esa gran extensión de clima Aw citada, las tierras altas en la divisoria de aguas entre las cuencas del Plata y del Amazonas. Estas zonas por su menor temperatura, consecuencia de su mayor altura, caen dentro de otro tipo climático, el Cw o clima templado de invierno seco, llamado en Brasil clima tropical de altura. La principal diferencia de los climas tropicales Aw con los climas tropicales de altura Cw son las temperaturas más bajas, diferencia que se hace más sensible en los meses de invierno; por lo menos en un mes la media es inferior a 18°C. Igualmente pertenecen a este tipo climático el Triángulo Mineiro en el extremo sur del estado de Minas Gerais que pertenece a las nacientes del río Grande.

La influencia de la altura hace que los veranos sean relativamente suaves, en coincidencia con la época lluviosa. Las zonas más altas del Planalto da Mantiqueira tienen temperaturas medias anuales que oscilan entre 13 y 19°C. y veranos frescos con temperaturas medias del mes más caliente inferiores a 22°C.

Sobre la margen derecha del Paraná al sur de las zonas anteriores, en el extremo sudeste del estado de Mato Grosso en las cuencas de los ríos Dourados, Brilhante, Ivinheima, Guareí, Amanbaí e Iguatemi, el clima reinante es el Cw que existe igualmente sobre la margen izquierda colindante, en el curso inferior del río Ivaí, en gran parte de la cuenca baja del Paranapanema y en el curso medio del Tieté o sea las zonas elevadas del centro del estado de São Paulo.

Esta región, situada más al interior, recibe una acción atenuada de las masas de aire del litoral que precipitan su humedad sobre las sierras do Mar y da Mantiqueira.

Este clima Cw tiene al igual que el Aw, una estación lluviosa y una de precipitaciones bastante reducidas o estación "seca".

El mes más caliente es febrero y la amplitud térmica entre los meses de verano y los de invierno es de 8° a 9°C. Ya en esta zona aparece el fenómeno de las heladas que son frecuentes en invierno, ocurriendo en promedio unas 5 en el año.

En forma aproximada, desde la zona comprendida entre la latitud de 23°S y el trópico de Capricornio hacia el sur hasta la divisoria de aguas con el río Uruguay el tipo climático imperante es el Cf o clima templado lluvioso, como consecuencia de una mayor uniformidad de las lluvias a lo largo del año.

Políticamente esta zona comprende la parte sudeste del estado de Sao Paulo, gran parte del de Paraná y un sector en el norte de Santa Catarina.

En esta región la influencia de los frentes fríos con su avance de masas de aire polar produce precipitaciones en todas las estaciones y los máximos varían según las regiones, así en el norte del estado de Paraná aun tienen predominio las lluvias de verano, pero con una estación "seca" menos intensa.

En las partes altas de la cuenca se producen climas ligeramente más frescos.

En Paraguay

En el territorio paraguayo, la pequeña parte de la cuenca del Paraná posiblemente pueda ser clasificada como perteneciente al tipo Cf o clima templado lluvioso. Así lo indican los pocos datos disponibles, las zonas vecinas clasificadas y las condiciones topográficas y meteorológicas. Es la zona de más altas precipitaciones de ese país.

ii) Cuenca del río Paraguay

En Brasil

Prácticamente toda la cuenca del río Paraguay en Brasil pertenece al clima de sabana o Aw. Sólo pequeñas zonas correspondientes a las tierras altas de la divisoria de aguas entre el Amazonas y el Plata y en el planalto del sudeste de Mato Grosso, por su menor temperatura pertenecen al clima templado de invierno seco o Cw.

Ambos tipos de climas tienen las características ~~descritas~~ ya en la cuenca del Paraná pues aquellas zonas forman unidades climáticas con las de éste.

En Paraguay

La información que se dispuso de Paraguay correspondió a pocos lugares aislados. Sin embargo en base a esas clasificaciones y a la información de

países vecinos se puede suponer una clasificación aproximada. Por tal motivo las divisiones de zonas aparecen en el mapa 12 en línea de puntos.

En líneas generales se puede decir que la región comprendida entre el río Paraguay y el meridiano 60°W tiene las características del clima Aw, a excepción de una zona limítrofe al río Pilcomayo que pertenecería al tipo Cf.

Al este del río Paraguay hasta una línea aproximada que une la localidad de Bella Vista, en el límite con el Brasil, con Asunción las características del clima son también del tipo Aw. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 18° y 30°C y las precipitaciones anuales desde 800 a 1 500 mm.

Más al este de esa línea y hasta la divisoria de aguas con el río Paraná el clima es templado lluvioso o Cf.

Al oeste del meridiano 60°W las lluvias más reducidas producen un clima seco de estepa o BS, con precipitaciones anuales entre 400 y 800 mm y temperaturas medias mensuales entre 20° y 30°C.

En Bolivia

Las cuencas de los ríos San Fernando, Santo Corazón, de la Cal y Otuquis, afluentes del Paraguay en el sudeste del país tienen el mismo tipo de clima que las zonas limítrofes de Brasil y Paraguay o sea el Aw.

Las temperaturas máximas mensuales se producen principalmente en enero y febrero alcanzando a 29°C y las mínimas se registran en junio y julio, siendo superiores a 21°C.

Aquí como en las zonas limítrofes de clima similar, las bajas precipitaciones en el invierno llegan a afectar a los cultivos.

En el sur del país las nacientes del río Pilcomayo y sus afluentes, en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de los Andes, son zonas de pocas precipitaciones clasificadas como climas secos. Tienen precipitaciones escasas que en algunos lugares no llegan a 200 milímetros anuales. Así las cuencas de los ríos San Juan, Cotagaita y Tumusla en el departamento de Potosí, entrarían dentro del tipo BW o clima de desierto. Algo más al norte y este hasta la zona de las ciudades de Sucre y Tarija las mayores lluvias (hasta 600 y 700 mm anuales) permiten una clasificación de clima de estepa o BS.

En ambos tipos las precipitaciones son de verano con una marcada época "seca" en el invierno. Las temperaturas medias anuales son muy variables

a causa de las diferentes alturas del terreno y oscilan desde los 9° a los 18°C.

Hacia el este de Tarija, hasta el comienzo del Chaco, tanto en la cuenca del Pilcomayo como en la del Bermejo, el clima cambia al Cw o templado moderado con invierno seco. Las precipitaciones anuales son mayores, hasta los 900 mm, y las temperaturas ~~medias~~ anuales varían más ampliamente, desde los 9° o 10°C hasta los 22°C debido a que se encuentran lugares más bajos que en la zona anterior.

La zona chaqueña bastante seca, con precipitaciones de verano inferiores a los 800 mm anuales, pertenece al tipo BS o clima de estepa, allí las temperaturas medias anuales oscilan entre 24° a 25°C. Esta zona es de características iguales a la contigua en territorio paraguayo.

iii) Cuenca del río Uruguay

En Brasil

Toda la cuenca del río Uruguay en Brasil está ubicada en los estados de Santa Catarina y Río Grande do Sul y tiene un tipo de clima que es clasificado como Cf, pero conviene señalar que las zonas más altas como las nacientes de los ríos Pelotas y Canoas son ligeramente más frescas aunque siempre perteneciendo a esa clasificación.

Las temperaturas medias anuales de la zona sur varían desde los 20° hasta los 16°C que se registran en las zonas más altas, acusándose una disminución general hacia el sur. Las heladas son escasas, en general del orden de 5 por año en el estado de Río Grande do Sul y algo menos en el de Paraná. En los planaltos es un fenómeno más corriente registrándose un promedio de 25 por año, pudiendo producirse desde mayo a octubre.

La amplitud térmica es cada vez mayor hacia el sur llegando a determinar una diferenciación entre las cuatro estaciones del año.

En Uruguay

La misma clasificación que comprende a la cuenca en Brasil se extiende a toda la que se encuentra en la República del Uruguay. Igualmente son clasificados como climas templado lluvioso o Cf las cuencas de ríos menores que desaguan directamente sobre el río de la Plata.

c) Regímenes de las precipitaciones

En el mapa 16 se han volcado las isoyetas anuales en toda la cuenca del Plata. Lamentablemente las observaciones en base a las cuales se trazaron en cada uno de los cinco países que la integran no corresponden a un período único, sólo coinciden los de Argentina y Uruguay para el período 1921-50. El de Bolivia es el más corto pues se limita a 15 años entre 1945-59, el de Paraguay es de 20 años entre 1941-60 y el de Brasil de 25 entre 1914-38.

Dado que estos datos eran los únicos disponibles se optó por presentarlos en un mapa conjunto a pesar de la desventaja señalada. Considerando la disparidad de períodos, las diferencias en las fronteras no son grandes.

Las precipitaciones pueden considerarse totalmente de tipo pluvial pues las nevadas que ocurren en las altas cuencas de los ríos Pilcomayo y Bermejo son un muy pequeño porcentaje del total.

i) Río Paraná

Las zonas de mayores lluvias anuales de la cuenca del Plata se observan en las nacientes del río Tieté, afluente del Paraná, en la Sierra del Mar en el Brasil, donde superan los 4 000 milímetros. También en el Brasil se registran otros valores altos que llegan a los 2 500 milímetros en la Sierra de Mantiqueira. La influencia orográfica de estas sierras es notoria originando dos centros de altas precipitaciones que se extienden hasta la cuenca del Paraná.

La región con menores precipitaciones de esta cuenca está en el centro de la misma y tiene de 1 000 a 1 250 milímetros. Comprende gran parte de la del Tieté y se extiende sobre el cauce mismo del Paraná desde el río Grande hasta el Paranapanema.

La época de lluvias máximas se produce en el verano desde noviembre a marzo. El trimestre de precipitación más alta es de diciembre a febrero al norte de los ríos Ivinheima y Piquiri, y de noviembre a enero al sur de los mismos. Sin embargo, en territorio paraguayo y en la zona próxima a la divisoria de aguas del río Uruguay, los regímenes no son tan definidos en cuanto a los meses de mayores precipitaciones.

El período de menores lluvias se extiende desde mayo a septiembre haciéndose más agudo en julio y agosto.

ii) Río Paraguay

Se caracteriza esta cuenca por tener precipitaciones inferiores a la del Paraná.

En la parte oeste de la cuenca del Pilcomayo, afluente del Paraguay, está la zona de menores precipitaciones de la cuenca del Plata, fuera del país. Allí no alcanzan a los 200 milímetros anuales, con la particularidad de que alrededor del 75 por ciento cae de diciembre a marzo.

Conviene señalar que en general, en la cuenca del Paraguay, las precipitaciones aumentan desde el oeste hacia el este, estando la parte más lluviosa en el extremo norte donde supera los 1 750 milímetros en una estrecha faja.

El trimestre de más lluvias es de diciembre a febrero y en cuanto a la época menos lluviosa es muy marcada en las nacientes del Pilcomayo y del Bermejo, extendiéndose desde abril a septiembre. Hacia el este aunque tiene un período similar es algo más atenuada. En el norte de la cuenca en territorio brasileño y boliviano los meses más críticos van desde junio a septiembre. En la parte sur el trimestre de menores lluvias es desde junio a agosto.

iii) Río Uruguay

La zona más lluviosa de esta cuenca se encuentra en la zona norte de la misma, próxima a la divisoria de aguas con el Paraná donde las precipitaciones superan los 2 000 milímetros.

Los valores más bajos se presentan en su desembocadura con menos de 1 000 milímetros.

En esta cuenca las lluvias tienen varios máximos mensuales en el año y hay varios trimestres más lluviosos según los lugares, pero los más comunes son de febrero a abril, de marzo a mayo y de abril a junio.

Los períodos más secos son igualmente variables ocurriendo varios mínimos en el año.

d) Hidrología

i) Río Paraná

Poco es en realidad lo que se conoce de la hidrología del río Alto Paraná y los datos que acá se presentan pueden sufrir modificaciones cuando se disponga de mayor información. Aunque hay algunos estudios realizados

sobre la totalidad de la cuenca, ellos son de carácter general.^{5/} Sin embargo en territorio brasileño hay algunas regiones que han sido estudiadas en detalle, especialmente en las cabeceras de los ríos de la margen izquierda, como en el caso del río Tieté.^{6/}

Información de datos básicos se puede encontrar en los Boletines Fluvio-métricos de la División de Aguas del Ministerio de Agricultura de Brasil (Nos. 8, 12 y 13).

La Comissão Interestadual de Bacia Paraná-Uruguaí en el Brasil se encuentra avocada a un estudio integral de ambas cuencas, y en su Relatorio 1957-58 ~~además~~ algunos trabajos realizados en la cuenca del Paraná.

El Río Paraná se forma de la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande cuyas cuencas sumadas tienen una superficie de 368 000 km² es decir el 38 por ciento de la cuenca hasta Posadas, pero recibe el 41 por ciento de la precipitación promedio anual de esa zona.

De los distintos afluentes que se incorporan al río después de su formación, tres son los más importantes todos ellos sobre la margen izquierda: El Tieté, el Paranapanema y el Iguazú. En el cuadro 16 se aprecia la magnitud de estas cuencas que son bastante mayores que las restantes, sumando entre las tres, 246 000 km².

La disponibilidad de datos hidrológicos es bastante escasa en general como para definir completamente los regímenes de los diversos ríos.

Con la información disponible se pueden señalar algunas características.

El río Paranaíba tiene sus mayores caudales en los meses de enero a abril y los mínimos se producen en setiembre. Su creciente máxima del año 1929 fue estimada en ~~Cachoeira Dourada~~⁶ por comparación con la ocurrida en el río Grande en 11 179 m³/s. Hasta Cachoeira Dourada, la cuenca tiene 100 000 km² o sea el 45 por ciento de la cuenca total del Paranaíba o el 10.5 por ciento de la del Paraná hasta Posadas.

El río Grande tiene un régimen similar al anterior, sus crecientes se producen de enero a mayo y sus mínimos se registran en setiembre. La

^{5/} Luis Tossini. Sistema hidrográfico y cuenca del Río de la Plata. Anales Sociedad Científica, Argentina, 1959.

^{6/} Alfredo Bandini. O aproveitamento do rio Tieté a montante de Mirapora.

máxima creciente medida que se produjo en 1929 tuvo un caudal de 11 179 m³/s en Porto José Américo. La cuenca hasta este lugar mide 118 534 km² o sea el 81 por ciento de la cuenca del Grande y el 12.5 por ciento de la del Paraná hasta Posadas.

El río Tieté tiene una cuenca con una superficie de 67 000 km². En sus nacientes, hasta Pirapora, el caudal máximo mensual se produce en febrero y el mínimo en agosto.

Es oportuno citar que en el proyecto hidroeléctrico de Jupia, próximo a Tres Lagoas, la presa proyectada aguas abajo de la desembocadura del río Tieté, sobre el Paraná dimensiona los vertederos para una descarga máxima de 50 000 m³/s. Hasta ese lugar la cuenca del Paraná tiene 469 300 km² o sea el 49.4 por ciento del que tiene hasta Posadas. El agua caída en esa región representa el 50.7 del total hasta esa ciudad.

El río Paranapanema por el tamaño de su cuenca sigue en importancia al Paranaíba y Grande, con 109 000 km². De ella se dispuso de poca información y allí viven el 37.5 por ciento de la población del estado de São Paulo o sea unos 3 000 000 de habitantes.

En el Relatorio citado de las cuencas Paraná-Uruguay se da para el Paranapanema un caudal 75 por ciento de 613 m³/s y un caudal con probabilidad de ocurrencia de una vez en 1 000 años de 10 283 m³/s, determinado por correlaciones.

El río Iguazú tiene una cuenca de 70 000 km². Su caudal anual medio hasta Salto Osorio, o sea el 66.5 por ciento de la cuenca (46 415 km²), es de 806 m³/s y hasta las cataratas del mismo nombre 1 470 m³/s. En aquella estación el caudal máximo del período 1941-52 alcanzó a 3 991 m³/s en 1952 y en estas últimas a 8 251 m³/s¹² en 1956. De acuerdo a los caudales en Salto Osorio el máximo mensual se produce en octubre, (1 118 m³/s) pero existe otro ligeramente inferior en febrero 1 047 m³/s; el mínimo se registra en mayo (534 m³/s), con otro menos acentuado en enero (709 m³/s).

12/ Consejo Federal de Investaciones, Relatorio Hidrologico Superficie, Tomo IV, Vol. 1, 1961.

El río Paraná después del aporte del río Iguazú se convierte en límite internacional entre el Paraguay y la Argentina. Su régimen en Posadas conocido a través de 60 años de observaciones, indica que su caudal medio anual es 11 800 m³/s y el semipermanente medio anual 10 750 m³/s; el máximo caudal medio mensual se produce en febrero con 16 400 m³/s, aunque el valor de marzo es bastante similar con 16 000 m³/s. El período medio de crecientes es de enero a abril pues en estos meses los caudales medios superan en más de 2 200 m³/s al mes más inmediato que es mayo. Sin embargo la creciente máxima en el lapso citado aconteció en el mes de mayo, en el año 1905, con un caudal estimado de 45 000 m³/s. El mes de menor caudal medio es agosto con 8 250 m³/s.

Su régimen está determinado por la suma de las de sus varios afluentes, pero puede decirse que las lluvias de tipo tropical que se producen en las cuencas de la parte norte son las causantes de las crecidas de enero a abril. Es de destacar que en las cuencas del Paranaíba, Grande y Tieté el mes de máxima precipitación es diciembre y más hacia el sur es enero, lo que contribuye a incrementar los caudales. Sin embargo en la parte norte hasta la cuenca del Paranapanema los tres meses consecutivos de máximas precipitaciones son diciembre, enero y febrero y más al sur noviembre, diciembre y enero.

Las grandes crecidas es el fenómeno de mayor importancia desde el punto de vista de la Argentina, no sólo por la influencia que tiene el producir inundaciones de importancia, especialmente en el sur de Entre Ríos, el Delta del Paraná y algunas zonas en las provincias del Chaco, Santa Fé y Corrientes sino también por el dimensionamiento de obras civiles en los aprovechamientos hidráulicos, como es el caso de los rápidos del Apipé.

En alguna medida el estudio de las crecientes ya se ha iniciado, pero falta aún mucho por hacer.

Así, como ya fue señalado, el pronóstico de alturas de las crecientes se realiza en forma rutinaria para lugares del curso inferior como Paraná y Rosario por el Servicio Meteorológico Nacional.

Un análisis de importancia es el "Estudio Hidrológico del río Alto Paraná" realizado por Agua y Energía Eléctrica en cuya segunda parte se determina la creciente máxima probable en base a métodos estadísticos. El valor del trabajo realizado es grande y completo desde ese punto de vista. Es sin embargo posible encarar su estudio desde un punto de vista puramente físico, pese a que los datos existentes deban ser completados con algunas estimaciones.

Las ventajas de un estudio hidrometeorológico no pueden ser discutidas y los datos existentes en los servicios meteorológicos argentino y brasileño especialmente de los últimos veinte años presentan la oportunidad de hacerlo.

Aunque el cálculo de las precipitaciones máximas posibles para esa zona, parece difícil, será posible la ~~determinación~~ de las situaciones sinópticas que han producido las lluvias originarias de las grandes crecientes de los últimos años, especialmente en cada cuenca de los grandes afluentes y en la cuenca total.

Partiendo de este primer paso se podrá llegar al análisis exhaustivo de toda la información disponible, agregando la maximización de los fenómenos y si se juzgara conveniente, la transposición de tormentas.

La ~~determinación~~ de valores de creciente máxima por este método permitirá establecer una confrontación con los valores hallados por métodos estadísticos.

Como dato informativo cabría agregar que, sumados los caudales de las crecientes máximas medidas o estimadas, ocurridas en diferentes cuencas totalizan 30 600 m³/s. Estas cuencas representan el 30.4 por ciento de la superficie total de la del Paraná y comprenden parte de los ríos Grande (81 por ciento) y Paranaíba (45 por ciento) y todo el Iguazú. El porcentaje de precipitación media anual que cae en esa zona es el 32 por ciento del total de la cuenca hasta Posadas.

ii) Río Paraguay

Un río con características bien distintas al Paraná es el Paraguay, pero lamentablemente muy poca es la información hidrológica que se dispone del mismo, ya que los únicos datos disponibles ~~pertenecen~~ a sus afluentes Pilcomayo y Bermejo, y mediciones de nivel de agua y escasos aforos realizados en su cauce principal. ^{E/}

E/ Luis Tossini, El río Paraguay, Anales de la Sociedad Científica Argentina, Tomo CXXII.

La característica principal de su cuenca es la existencia de extensas zonas bajas y lagunas que a manera de embalses naturales regulan el escurrimiento y hacen su caudal muy uniforme en su parte final. La poca pendiente del cauce es otro hecho significativo.

La más importante de estas zonas bajas es el Pantanal Matogrosense que ocupa el sudoeste del estado de Mato Grosso, llegando a ocupar en casos de grandes lluvias hasta $80\,000\text{ km}^2$ aproximadamente. Aunque no tan extensos como la zona anterior también hay bañados en Bolivia, como el de Otuquis y en el Paraguay.

Su caudal ~~medido~~^{estimado} a la desembocadura no ha sido medido pero se lo ha calculado por medio de los del Paraná antes y después de Confluencia, estimándolo aproximadamente en $3\,500\text{ m}^3/\text{s}$ para el medio anual.

Su régimen anual está determinado por el de las lluvias que en toda su cuenca tienen una marcada estacionalidad, produciéndose en el verano. Las nevadas que se producen en las cabeceras del Pilcomayo y sus afluentes tienen poca influencia por su cantidad relativamente reducida que no alcanzan a alterar el régimen de este río que tiene un ~~asentado~~ caudal máximo en el mes de febrero.

Las condiciones topográficas mencionadas de la cuenca del Paraguay, retrasan en forma muy pronunciada el escurrimiento y las crecientes máximas se producen en el mes de junio, como lo señalan las alturas de las escalas hidrométricas en Corumbá y Asunción. Los ~~meses de máximos~~^{meses de mínimos} caudales son diciembre y enero.

El aporte del río Paraguay se refleja en las alturas del Paraná en Corrientes donde la curva de bajante se interrumpe en los meses de mayo y junio haciéndose estacionaria a causa de la creciente de aquél en ese período.

iii) Río Uruguay

La información hidrológica de que se dispone del río Uruguay puede decirse que es, en general, satisfactoria. Los estudios realizados con motivo del aprovechamiento múltiple en Salto Grande, han dado un análisis amplio de los datos acumulados a través de más de 60 años de registros entre los cuales figuran los observados en la realmente extraordinaria situación producida en el año 1959.

El río Uruguay se forma de la confluencia de los ríos Pelotas y Canoas. Su principal afluente en el territorio brasileño es el Iticuy que tiene una cuenca de unos 48 000 km² y en el territorio uruguayo es el Negro con una cuenca de 75 000 km² (incluyendo los 3 000 km² que pertenecen al Brasil).

El caudal medio anual calculado en Concordia es 4 660 m³/s siendo el área de la cuenca hasta ese lugar 239 000 km² o sea el 66 por ciento del total y el 75 por ciento de la que pertenece a Argentina (49 000 km²). El caudal máximo mensual se produce en octubre y existe otro máximo secundario en junio, el mínimo mensual se presenta en febrero. Su caudal máximo característico es 15 520 m³/s y el mínimo característico 405 m³/s.

La máxima crecida registrada se observó en abril de 1959, y tuvo una magnitud de 35 000 m³/s, valor realmente extraordinario no sólo por su comparación con el propio registro de 60 años sino porque supone una potencia de cuenca en esa oportunidad de 146 l/s/km². Sin embargo a pesar de este caudal máximo que ha ayudado en gran medida a determinar una creciente máxima de 50 000 m³/s, en el proyecto de ~~Salto Grande~~, ~~Grande~~, ~~éste debe ser verificado en base a un estudio hidrometeorológico.~~

Su régimen anual de caudales es la resultante de los varios regímenes de precipitaciones a lo largo de la cuenca donde las lluvias además presentan varios máximos en el año.

iv) Coefficientes de escurrimiento

En base a los datos disponibles se ha intentado el cálculo de los coeficientes de escurrimiento para los grandes ríos de la cuenca del Plata. Los valores obtenidos dan resultados que se consideran aproximados y tienen por objeto indicar la magnitud de los mismos.

Los datos usados para el cálculo del agua caída son las isoyetas que figuran en el mapa 13 que tienen el inconveniente ya señalado de ser de períodos distintos. A esto se suma que para el cálculo del derrame se utilizaron caudales medios de otros lapsos. Sin embargo dado que los períodos son relativamente largos se considera que cuando se pueda disponer

de registros uniformes los resultados que se obtengan poco diferirán de los ahora conseguidos.

En el cuadro 16 se pueden apreciar las superficies parciales y acumuladas de las cuencas que integran la del río Paraná, hasta Confluencia y también el agua caída en cada una de ellas, así como la acumulada.

El agua total caída acumulada para el año en las múltiples cuencas hasta Posadas es $1\,395\,700\text{ Hm}^3$. El derrame anual hasta esa ciudad es $372\,000\text{ Hm}^3$. En base a estos dos valores obtenemos un coeficiente de escurrimiento de 0.266.

Aplicando al agua caída entre Posadas y Confluencia este coeficiente obtendremos aproximadamente el derrame del Paraná hasta ese lugar o sea $379\,500\text{ Hm}^3$ o un caudal de $12\,000\text{ m}^3/\text{s}$.

El derrame en Corrientes es $486\,000\text{ Hm}^3$ ($15\,420\text{ m}^3/\text{s}$) del cual restando el del Paraná superior nos da el del Paraguay o sea $106\,500\text{ Hm}^3$.

El agua que cae anualmente en la cuenca del Paraguay es $1\,118\,500\text{ Hm}^3$ por lo que el coeficiente de escurrimiento da 0.10 para toda la cuenca del Paraguay.

Si consideramos ahora toda la cuenca del Paraná hasta Confluencia, incluyendo el Paraguay, el agua caída es $2\,542\,500\text{ Hm}^3$ por lo que el coeficiente de escurrimiento es 0.19.

Este coeficiente calculado para Rosario, en base a algunas estimaciones da aproximadamente 0.17.

El coeficiente de escurrimiento medio anual del río Uruguay hasta Concordia es 0.38, valor determinado por la Comisión Internacional del Salto Grande. Su variación estacional es de 0.17 de enero a marzo a 0.55 de mayo a noviembre.

Quadro 16

ARGENTINA: SUPERFICIES DE CUENCAS Y AGUA CAIDA EN LAS MISMAS, EN EL PARANA
Y PARAGUAY HASTA CONFLUENCIA

Ríos		Superficie km ²	Superficie acumulada km ²	Agua caída 10 ⁶ m ³	Agua caída acumulada 10 ⁶ m ³	Agua caída por km ²	
Margen derecha	Margen izquierda					Por cuenca 10 ⁶ m ³ /km ²	Acumulada 10 ⁶ m ³ /km ²
Paranaíba		222 000	222 000	363 900	363 900	1.64	1.64
	Grande	146 000	368 000	210 700	574 600	1.44	1.56
	T. Gr. - Tie.	7 300	375 300	8 500	583 100	1.16	1.55
	Tietê	67 000	442 300	84 800	667 900	1.27	1.51
T. Par - Pardo		60 000	502 300	84 900	752 800	1.42	1.50
Pardo		36 500	538 800	48 500	801 300	1.33	1.49
	T. Tie. - Par.	30 000	568 800	30 300	831 600	1.01	1.46
	Paranapanema	109 000	677 800	135 000	966 600	1.24	1.43
	T. Par. - Iv.	2 400	680 200	3 200	969 800	1.33	1.43
	Ivaí	34 000	714 200	53 500	1 023 300	1.57	1.43
T. Pard. - Ivin.		9 000	723 200	10 200	1 033 500	1.13	1.43
Ivinheima		38 500	761 700	54 000	1 087 500	1.40	1.43
	T. Iv. - Ig.	38 600	800 300	67 200	1 154 700	1.74	1.44
Sur. Ivinheima		21 000	821 300	32 800	1 187 500	1.56	1.45
	Iguazú	70 000	891 300	113 000	1 300 500	1.61	1.46
Afl. en Paraguay hasta Posadas		41 400	932 700	65 500	1 366 000	1.58	1.46
	Afl. en Misiones hasta Posadas	18 100	950 800	29 700	1 395 700	1.64	1.47
Afl. en Paraguay entre Posadas y Confluencia		11 600	962 400	15 600	1 411 300	1.34	1.47
	Afl. argentinos entre Posadas y Confluencia	9 900	972 300	12 700	1 424 000	1.28	1.47
Cuenca Paraguay		1 092 000	2 064 300	1 118 500	2 542 500	1.02	1.23

e) Redes pluviométricas e hidrológica

i) Red pluviométrica

Puede afirmarse que la información disponible sobre precipitaciones en la parte de la cuenca del Plata que no se encuentra en el país, es pobre.

Para cubrir un área de 2 172 600 km² se dispone de solamente 683 estaciones, que significan una densidad de algo más de 0.3 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados.

En el cuadro 17 figuran las estaciones por cuencas de ríos principales y por cada país. Aunque la división realizada se debió limitar por varias causas, a zonas o cuencas relativamente grandes, lo que no permite un análisis detallado, se puede apreciar la deficiencia señalada.

La mayor escasez de observaciones está en las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná en Brasil cuyas densidades son 0.023 y 0.026 por 1 000 kilómetros cuadrados y le siguen el Ivinheima, afluente del Paraná en Brasil con 0.026 y el río Paraguay en Paraguay con 0.042.

Considerando por países las densidades más bajas están en el Paraguay con 0.047 y en Bolivia con 0.157.

Indudablemente la cuenca mejor observada es la del Negro en el Uruguay donde la densidad alcanza a 3 046 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados. Sin embargo, esa densidad baja a 1 733 para todo el Uruguay. La cuenca del río Negro puede considerarse bien observada no sólo considerando su densidad sino también el tipo de precipitación de la región.

Dentro de las hoyas con mayor número de observaciones de precipitación se pueden citar las de los ríos Tieté y Grande ambos afluentes del Paraná en Brasil con densidades de 0.821 y 0.801 respectivamente.

Indudablemente en la cuenca del Plata fuera del país hay grandes extensiones carentes de toda población lo que puede ser un gran impedimento para el establecimiento de lugares de observación. Igualmente extensos bañados en la cuenca del río Paraguay es otro factor que **difficulta** las observaciones.

Cuadro 17

ARGENTINA: ESTACIONES PLUVIOMETRICAS EN LA CUENCA DEL PLATA
(excluyendo a la parte argentina)

País	Cuenca	Superficie km ²	Número de Estaciones	Estaciones por 1 000 km ²	Superficie por Estación km ²
Bolivia	Bermejo	12 000	4	0.333	3 000
	Paraguay	94 000	3	0.032	31 333
	Pilcomayo	98 000	25	0.255	3 920
	<u>Plata</u>	<u>204 000</u>	<u>32</u>	<u>0.157</u>	<u>6 375</u>
Brasil	Grande	146 000	117	0.801	1 248
	Iguazú	70 000	32	0.457	2 187
	Ivaí	34 000	10	0.294	3 400
	Ivinheima	38 500	1	0.026	38 500
	Paraguay	346 000	8	0.023	43 250
	Paranáíba	222 000	19	0.086	11 684
	Paranapanema	109 000	48	0.440	2 271
	Pardo	36 600	1	0.027	36 600
	Tieté	67 000	55	0.821	1 218
	Uruguay	178 000	76	0.427	2 342
	Paraná (resto)	167 900	11	0.066	15 264
	<u>Plata</u>	<u>1 415 000</u>	<u>378</u>	<u>0.267</u>	<u>3 744</u>
Paraguay	Paraguay	354 200	15	0.042	23 613
	Paraná	52 600	4	0.076	13 150
	<u>Plata</u>	<u>406 800</u>	<u>19</u>	<u>0.047</u>	<u>21 411</u>
Uruguay	Negro	71 900	219	3.046	328
	Plata (resto)	74 700	35	0.469	2 134
	<u>Plata</u>	<u>146 600</u>	<u>254</u>	<u>1.733</u>	<u>577</u>
<u>Total</u>		<u>2 172 600</u>	<u>683</u>	<u>0.314</u>	<u>3 181</u>

ii) Red hidrológica

La cantidad de estaciones hidrológicas en la cuenca del Plata fuera del país es 532, las que dan una densidad de 0.245 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados.

La distribución de estas es muy irregular y van desde una cuenca como la del Grande, afluente del Paraná en Brasil, con una densidad de 1 137 hasta la del Paraguay en Bolivia que no tiene estaciones.

Adoptando la misma división de cuencas y zonas usadas para las estaciones pluviométricas, en el cuadro 18 se dan las distribuciones de las estaciones hidrológicas.

Las cuencas de territorio brasileño son las que en promedio tienen la más alta densidad con 0.342, aunque entre los valores individuales es necesario señalar el bajo valor de la cuenca del río Paraguay con 0.011.

Igualmente muy bajas son las densidades de la cuenca del Pilcomayo en Bolivia con 0.031 y las cuencas de los ríos Paraná y Paraguay en la república homónima con 0.038 y 0.031 respectivamente.

En cambio varias cuencas en el Brasil como las de los ríos Grande, Iguazú, Tieté y Uruguay tienen un número de estaciones que permite un buen conocimiento hidrológico de esos ríos.

Considerando esas densidades por países se observa una gran diferencia entre las de Bolivia y Paraguay, que son extremadamente bajas, con las del Uruguay y Brasil.

De lo expresado se nota la gran deficiencia de estaciones en la cuenca del río Paraguay en el que se debe señalar además que aún no es posible conocer su caudal en forma fehaciente por falta de aforos sistemáticos.

Quadro 18

ARGENTINA: ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL PLATA
(excluyendo a la parte argentina)

País	Cuenca	Superficie Km ²	Número de Esta- ciones	<i>densidad</i> Estaciones	Superficie por Estación km ²
				por 1 000 km ²	
Bolivia	Bermejo	12 000	3	0.250	4 000
	Paraguay	94 000	-	0.000	-
	Pilcomayo	98 000	3	0.031	32 667
	<u>Plata</u>	<u>204 000</u>	<u>6</u>	<u>0.029</u>	<u>34 000</u>
Brasil	Grande	146 000	166	1.137	880
	Iguazú	70 000	37	0.529	1 892
	Ivaí	34 000	13	0.382	2 615
	Paraguay	346 000	4	0.011	86 500
	Paranaíba	222 000	57	0.257	3 895
	Paranapanema	109 000	44	0.404	2 477
	Tieté	67 000	37	0.552	1 811
	Uruguay	178 000	118	0.663	1 508
	Paraná (resto)	243 000	8	0.033	30 375
	<u>Plata</u>	<u>1 415 000</u>	<u>484</u>	<u>0.342</u>	<u>2 924</u>
Paraguay	Paraguay	354 200	11	0.031	32 200
	Paraná	52 600	2	0.038	26 300
	<u>Plata</u>	<u>406 800</u>	<u>13</u>	<u>0.032</u>	<u>31 292</u>
Uruguay	Negro	71 900	26	0.362	2 765
	Plata (resto)	74 700	3	0.040	24 900
	<u>Plata</u>	<u>146 600</u>	<u>29</u>	<u>0.198</u>	<u>5 055</u>
<u>Total</u>		<u>2 172 400</u>	<u>532</u>	<u>0.245</u>	<u>4 084</u>

Capítulo IV

LA RED PLUVIOMETRICA E HIDROLOGICA ARGENTINA

1. Pluviómetros

La instalación de pluviómetros por cuenta del Estado comenzó en 1872 con la creación del hoy Servicio Meteorológico Nacional, pero recién en los primeros años del siglo se puede decir que existió una primera red nacional con unos 800 pluviómetros.

Los primeros frutos se tuvieron al poder publicar, en 1934, mapas de precipitación con isoyetas para un período de 15 años, entre 1913-27.

Aunque anteriormente, en 1910, ya se habían publicado datos muy preliminares.

La red pluviométrica nacional estaba formada al 1 de enero de 1961 por 3 445 pluviómetros. Los datos son concentrados en el Servicio Meteorológico Nacional que es el organismo que se encarga además de su control y publicación y de la provisión de la mayor parte del instrumental.

Colaboran en la observación las siguientes organizaciones que atienden las estaciones indicadas a continuación:

Servicio Meteorológico Nacional y Servicio de Meteorología Naval	331
Ferrocarriles Nacionales	2 083
Correos y Telecomunicaciones	296
Telégrafos de las Provincias de Buenos Aires y Entre Ríos	87
Teléfonos del Estado	19
Policías Provinciales	131
Gendarmería Nacional	51
Otras Instituciones	112
Particulares	335
Total	3 445

En el caso concreto de los Ferrocarriles Nacionales la colaboración con el Servicio Meteorológico Nacional está regida por el Decreto No. 12022/52, cuya aplicación se realiza en forma parcial.

Las observaciones de los pluviómetros se efectúan en su gran mayoría cada 24 horas y solamente en las estaciones cinópticas y climatológicas se hacen cada 12.

La distribución geográfica de las estaciones es bastante irregular encontrándose las densidades más altas en la zona de la Capital Federal, en la provincia de Tucumán y en la zona de la ciudad de Córdoba. Extensas zonas se encuentran desprovistas de toda estación especialmente en el extremo noroeste del país y en la Patagonia.

Varias causas han dado origen a esta distribución pero entre las principales se pueden citar: a) la ausencia de núcleos poblados que permitieran la elección de observadores entre los lugareños; b) la instalación de estaciones a requerimiento de sectores que necesitaban mediciones meteorológicas; c) la colocación de pluviómetros en las estaciones ferroviarias, en ausencia de otros lugares más convenientes, etc.

Las longitudes de los registros, como era dable esperar, son bastante desiguales y algunas observaciones pluviométricas sistemáticas se ~~existen~~ hasta mediados del siglo pasado. Dadas las épocas de instalación, se puede decir que en la gran mayoría de las cuencas se pueden encontrar registros máximos con 40, 50 o aún más años de observación.

Longitud de los registros, densidad de estaciones y coeficientes de cobertura de las mediciones de precipitación

Para hacer un estudio analítico de la densidad de estaciones y de las extensiones de los registros se determinaron estos valores por cuencas o zonas principales.

La división del país por cuencas y zonas se ha efectuado siguiendo fundamentalmente la publicada en "Recursos Hidráulicos Superficiales"^{1/} y las que aparecen en diversos proyectos; esta división se puede ver en el mapa 14.

En el cuadro 19 se dan las superficies de las mismas calculadas planimétricamente en las cartas 1:500 000 del Instituto Geográfico Militar. En el mismo cuadro para cada cuenca aparecen el número de estaciones, el promedio de años de observación, el número de años del registro más largo, la densidad de estaciones ~~para~~ cada 1 000 km² y el índice de cobertura.

^{1/} Consejo Federal de Inversiones, "Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina", Tomo IV, 1961.

Fueron consideradas todas aquellas estaciones en funcionamiento o no que tuvieran cinco años o más de observaciones. Al establecer esa condición se consideró que esos registros tenían algún valor hidrológico, aunque se reconoce que al proceder así, también se han tomado en cuenta algunas estaciones muy próximas que aportan entre ellas el valor de una.

Dado el tipo de análisis efectuado no se han tenido en cuenta las cualidades propias de los registros en lo que se refiere a calidad y continuidad.

De esta manera el número de estaciones o registros disponibles en todo el país es 4 076. Sin embargo, al final de 1963, debido a causas diferentes, solamente observaban la precipitación unas 3 000 estaciones.

Límites de cuencas

Las divisorias de aguas o límites de cuencas que se han tomado, se ajustan en su gran mayoría a las que se encuentran en la publicación "Recursos Hidráulicos Superficiales" - Tomo IV realizada por el Consejo Federal de Inversiones, 1961.

Se considera que allí se ha volcado prácticamente toda la información disponible y también la de los técnicos encargados del trabajo. Sin embargo, la información existente no es suficiente para establecer, en muchos casos, juicios definitivos sobre los límites de cuencas.

Estudios geológicos, topográficos e hidrológicos serán necesarios para poder definir en forma precisa estos límites.

Se debe dejar constancia que se sabe que algunas zonas cuyo escurrimiento es de difícil determinación son llanas y por lo tanto aquel es muy lento, permaneciendo las aguas de lluvia por largo tiempo en las zonas donde han caído o en lugares próximos. En estas condiciones es lógico suponer que la evaporación debe ser elevada y la influencia de esas zonas, en el caudal de los ríos a los que finalmente drenan, más bien reducida.

No sería de extrañar por otra parte que existieran dentro de zonas con esas características, algunos pequeños lugares cuyo drenaje en determinados momentos, se produjera hacia dos cuencas de acuerdo a la intensidad de las lluvias y sus lugares de ocurrencia.

Las divisiones adoptadas se consideran más bien a los efectos del cálculo y no pretenden señalar, por las razones expuestas una final división de cuencas.

Hidrológicamente se ha considerado dividido el país en cuatro grandes zonas: Cuenca del Plata, vertiente atlántica y vertiente pacífica y "ríos sin derrame al mar". Esta división ha significado algunas concesiones como por ejemplo en el caso del río Desaguadero que actualmente por no tener continuidad hídrica al Colorado debería ser considerado como río sin derrame al mar, sin embargo, dado que su cauce lo señala como afluente de éste, se lo consideró como perteneciente a la vertiente atlántica.

Para todas las estaciones del país el promedio de años de observaciones es 33.7 años, su densidad 1.47 estaciones por 1 000 km² y su índice de cobertura 49.5. De estos valores generales no es posible destacar las deficiencias del panorama observacional.

De las grandes regiones, la de la Cuenca del Plata es la que tiene mayor número de estaciones y también la mayor densidad con 2.04 y 2.22 respectivamente, le sigue luego, la "zona de ríos sin derrame al mar" con 1.32 y 1.72. La vertiente atlántica está en tercer orden con 675 estaciones, pero su densidad de 0.64 es inferior a la de la vertiente pacífica de 0.96 que se obtienen con sólo 36 estaciones.

En lo que se refiere al promedio de años de observación de cada zona, el más alto es el de los "ríos sin derrame al mar" con 35.3 años y le siguen la cuenca del Plata con 34.3, la vertiente atlántica con 29.5 y en el último término la vertiente pacífica con 17.4.

Para apreciar conjuntamente los dos factores que valoran estas observaciones o sea su densidad por 1 000 km² y su promedio de años de observación es usado el índice de cobertura^{2/} o producto de ambos.

Se destaca mediante este índice que la región en mejor estado observacional es la cuenca del Plata con un valor de 76.2 siguiendo la de los "ríos sin derrame al mar" con 60.7, la vertiente atlántica con 18.9 y la pacífica con 16.7. ~~Es~~ demasiado señalada la diferencia entre las dos primeras y las dos últimas grandes regiones.

El cuadro 19 da un amplio detalle para cuencas y zonas que cubren todo el país y varios hechos pueden destacarse en cuanto a las deficiencias de observaciones. En general las cuencas y zonas de las vertientes atlántica

^{2/} CEPAL ha usado este criterio en estudios similares en otros países de América Latina.

y pacífica tienen bajas densidades con las excepciones del río Mendoza, zona sudeste de la provincia de Buenos Aires, y ríos Hua-Hum, Puelo y Futaleufú. No existen estaciones en algunas cuencas y zonas.

En general en las cuencas de la vertiente pacífica los promedios de años de observación son bajos.

En la cuenca del Plata hay también densidades muy bajas como en el caso de los ríos Pilcomayo, Corrientes, Aguapey, Mirafay, Dorado y Del Valle, etc.

En la zona de los "ríos sin derrame al mar" se destacan por su baja densidad el río Itiyuro, la zona de la Puna, la zona de las Salinas Grandes, la zona de la laguna de Llanquanelo, "ríos, arroyos y hoyas lacustres de la Meseta Patagónica", etc.

En estas dos últimas grandes regiones los años promedios de observación no son bajos.

El estado observacional se nota más deficiente al considerar que las estaciones de precipitación en las cuencas de muchos ríos cuyas cabeceras están en la Cordillera de los Andes o en zonas montañosas, se encuentran principalmente en las partes bajas de las mismas y no en las nacientes.

2. Pluviógrafos

Las observaciones de la precipitación con registradores se consideran fundamentales ya que sus datos son necesarios, prácticamente en todos los estudios vinculados con la lluvia.

El número de pluviógrafos instalados al 1 de enero de 1963 era 138, aunque otros 27 habían sido retirados de la red.

Este tipo de instrumental se comenzó a instalar en 1907 en Córdoba y aunque algunos más fueron posteriormente agregados a la red, recién a partir de 1948 su uso fue un poco más frecuente.

Su distribución es muy desigual. En la provincia de Buenos Aires hay instalados 43 además de otros 8 en el Gran Buenos Aires. En cambio hay provincias como las de Catamarca, Chaco, San Juan que tienen solamente uno.

El Servicio Meteorológico Nacional y la Dirección de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires son los organismos que usan este tipo de instrumental.

No hay en la red registradores medidores de la intensidad de la precipitación.

Cuadro 19

ARGENTINA: DISTRIBUCION, MEDIDAS E INDICE DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

Cuencas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio años de observación a/	Registro máximo (años) a/	Superficie cuenca (km ²)	Estaciones por 1 000 km ²	Indice de cobertura 2 x 5
I. Cuenca del Plata	2 040	34.3	98	918 900	2.22	76.2
A. Río Paraná	1 457	33.4	88	752 000	1.9	64.6
1) Margen derecha	1 184	34.1	81	617 700	1.9	65.5
1. Río Pilcomayo	6	18	27	15 100	0.4	7.2
2. Río Bermejo	116	29	70	78 500	1.5	43.5
2a. Río Dorado y Del Valle	5	17	21	5 100	1.0	17.0
3. Río Pasaje-Juramento-Salado	182	34	72	89 200	2.0	68.0
4. Río Carcarañá	154	37.3	79	53 000	2.9	108.2
4a. Río Portugués	11	41	71	7 400	1.5	61.5
4b. Río Tercero	55	36	71	19 400	2.8	104.4
4c. Río Cuarto	55	35	74	18 700	2.9	101.5
4d. Curso propio del río Carcarañá	33	42	79	7 500	4.4	184.8
5. Arroyo Colastiné y otros	92	38	79	17 200	5.4	205.2
6. Bañados				126 700		
6a. En Formosa	43	26	56	32 600	1.3	33.8
6b. En Chaco	62	29	66	35 900	1.7	49.3
6c. En Santa Fé	69	35	59	58 200	1.2	42.0
7. Arroyos en el sur de Santa Fé	67	44	73	10 300	6.5	286.0
8. Arroyos en el N.E. de Buenos Aires	213	36	81	27 000	7.9	284.4
9. Zona sin ríos o arroyos de importancia en Salta y Formosa	27	28	52	36 200	0.7	19.6
10. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre los ríos Bermejo-San Francisco y Dorado	8	21	23	8 400	1.0	2.1
11. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre los ríos Bermejo-Salado y Bañados Chaco-Formosense y Santafesino	100	28	54	115 900	0.9	25.2
12. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre los ríos Salado y Dulce	40	43	68	34 800	1.1	47.3
2) Margen izquierda	273	31.6	88	134 300	2.0	64.2
13. Río Iguazú	3	22	50	1 800	1.7	37.4
14. Arroyos en Misiones	44	22	54	17 100	2.6	57.2
15. Río Corrientes	10	31	56	19 300	0.5	15.5
16. Río Guayquiraró	15	27	47	9 200	1.6	43.2
17. Río Gualeguay	54	37	63	20 500	2.6	96.2
18. Otras cuencas	147	31	88	66 400	2.2	68.2
B. Río Uruguay	138	33.2	69	64 900	2.1	70.8
19. Arroyos en Misiones	23	23	61	12 600	1.8	41.4
20. Río Aguapey	6	32	54	7 000	0.8	25.6
21. Río Mirafay	11	30	63	12 900	0.8	24.0
22. Río Mocoretá	9	26	38	3 700	2.4	62.4
23. Gualeguaychí	29	37	63	7 200	4.0	14.8
24. Otras cuencas	60	37	69	21 500	2.8	103.6
C. Río de la Plata	445	37.7	98	102 000	4.4	165.9
25. Ríos menores del NE de Buenos Aires	142	35	93	11 000	12.9	45.5
26. Río Salado	195	40	78	48 400	4.1	16.4
27. Zona de canales al sur de la cuenca del Salado	108	37	98	42 600	2.5	92.5

Cuadro 19 (continuación 1)

Cuencas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio de años de observación a/	Registro máximo (años) a/	Superficie cuenca (km ²)	Estadísticas por 1 000 km ²	Índice de cobertura 2 x 5
II. Vertiente atlántica	675	29.5	79	1 051 300	0.64	18.9
1. Río Desaguadero	215	27.6	76	255 800	0.8	23.2
1a. Río Vinchina o Bermejo	12	21	44	26 700	0.5	10.5
1b. Río Jauchal	13	22	61	32 100	0.4	8.8
1c. Río San Juan	39	28	73	34 800	1.1	30.8
1d. Río Mendoza	45	22	76	15 700	2.9	202.4
1e. Río Turayán	19	35	55	16 600	1.1	38.5
1f. Río Diamante	11	31	55	9 700	1.1	34.1
1g. Río Atuel	18	26	48	13 700	1.3	32.8
1h. Otras cuencas	58	32	57	106 500	0.5	16.0
2. Río Colorado	23	32.8	64	33 100	0.7	23.0
2a. Río Grande	1	6	6	10 800	0.1	0.6
2b. Río Barrancas	0	0	0	3 400	0	0
2c. Curso propio del río Colorado	17	33	64	18 900	0.9	29.7
3. Río Negro	100	28.1	65	122 100	0.8	23.0
3a. Río Neuquén	22	28.5	59	37 300	0.6	16.8
3a, 1. Río Agrie	4	26	53	10 000	0.4	10.4
3a, 11. Cuenca propia del Río Neuquén y otras cuencas	18	29	59	27 300	0.6	17.4
3b. Río Limay	78	28	65	55 600	1.4	39.2
3b, 1. Collón Curá	12	24	64	16 300	0.7	16.8
3b, 11. Cuenca propia y otras cuencas	95	25	52	39 300	0.9	22.5
3c. Cuenca propia del Negro y otras cuencas	31	33	65	29 200	1.1	36.3
4. Zona SE de la provincia de Buenos Aires	179	35	76	68 800	2.6	91.0
5. Arroyos Verde y Salado en la zona de Sierra Grande	5	27	34	13 600	0.4	10.8
6. Río Chubut	26	27	63	37 100	0.7	18.9
6a. Río Senguerr y Chico	21	25	56	48 400	0.4	10.0
7. Río Deseado	7	24	40	25 800	0.3	7.2
8. Río Santa Cruz	14	13	27	27 700	0.5	6.5
8a. Río Chico	4	25	25	24 100	0.2	5.0
9. Río Coig	4	18	31	14 900	0.3	5.4
10. Río Gallegos y Chico	6	16	34	8 100	0.7	11.2
11. Ríos y arroyos de Tierra del Fuego	5	23	44	18 700	0.3	6.9
12. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre los ríos Desaguadero y Colorado	1	23	23	34 200	0.03	0.7
13. Id. entre los ríos Colorado y Negro	9	34	79	51 600	0.2	6.8
14. Id. entre el río Negro y zona de Sierras Grandes	12	35	55	58 200	0.2	7.0
15. Id. la zona de Sierras Grandes y el río Chubut	4	36	56	29 400	0.1	3.6
16. Id. entre los ríos Chubut y Senguerr-Chico	3	13	23	44 200	0.1	1.3
17. Id. entre los ríos Senguerr-Chico y Deseado	32	31	64	45 100	0.7	21.7
18. Id. entre los ríos Deseado y Santa Cruz	6	24	35	72 400	0.1	2.4
19. Id. entre los ríos Santa Cruz y Coig	1	43	43	12 600	0.1	4.3
20. Id. entre los ríos Coig y Gallegos	0	0	0	3 800	0	0
21. Id. en el extremo sur de Santa Cruz	1	17	17	1 600	0.6	10.2

Cuadro 19 (conclusión)

Cuenas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio de años de observación a/	Registro máximo (años) a/	Superficie cuenca (km ²)	Estaciones por 1 000 km ²	Índice de cobertura 2 x 5
III. Vertiente pacífica	36	17.4	79	37 500	0.96	16.7
1. Río Hua Hum, Lago Lacar	4	25	56	1 000	4.0	100.0
2. Río Manso	3	20	25	2 800	1.0	20.0
3. Río Puelo	8	14	79	2 900	2.3	32.2
4. Río Futaleufú	15	14	20	7 500	2.0	28.0
5. Río Carrenlauff, Encuentro	1	25	25	3 600	0.3	7.5
6. Río Pico	2	40	40	2 400	0.8	32.0
7. Ríos Simpson y Huemules	1	14	14	600	1.7	24.0
8. Lago Buenos Aires	0	0	0	3 500	0	0
9. Lago Pueyrredón	1	14	14	1 500	0.7	2.8
10. Río Mayer y Lago San Martín	1	11	11	7 500	0.1	1.1
11. Ríos Don Guillermo y Viscachas y arroyo Zanja Honda	0	0	0	2 100	0	0
12. Lago Fagnano	0	0	0	2 100	0	0
IV. Ríos sin derrame al mar	1 327	35.3	98	771 800	1.72	60.7
1. Río Itiyurú Carapará	7	30	59	10 600	0.7	21.0
2. Ríos y arroyos de la Puna	21	24	62	87 900	0.2	4.8
3. Río Rosario u Horcones	9	42	73	4 600	2.0	8.4
4. Río Urueña	1	30	30	960	1.1	33.0
5. Río Salf-Dulce	142	32	80	41 000	3.4	108.8
5a. Laguna de Mar Chiquita				1 800		
6. Río Abascoán, Colorado, Salado y cuenca de Laguna Verde	36	24	62	31 200	1.2	28.8
7. Tributarios al Salar de Pipanaco	19	31.0	62	17 500	1.1	34.1
8. Río del Valle y afluentes y ríos e arroyos de la falda oriental del Ambato	25	25	67	6 600	3.8	95.0
9. Ríos y arroyos del este de la provincia de Catamarca	46	21	61	8 100	5.7	119.7
10. Ríos y arroyos de la falda oriental sur del Velasco	6	47	62	5 900	3.0	4.7
11. Tributarios del Valle de Chilesito o Bajos de Santa Elena	16	30	56	8 300	1.9	57.0
12. Norte de Córdoba	28	37	58	8 000	3.3	129.5
13. Ríos del N.W. de Córdoba	59	29	61	19 500	3.0	8.7
14. Río Primero	70	34	91	8 000	8.8	299.2
15. Río Segundo	49	36	71	16 700	2.9	104.4
16. Río Quinto	21	28	60	8 400	2.5	70.0
17. Río Conlara	9	35	51	3 400	2.6	91.0
18. Río Chorrillos	6	41	80	600	10.0	410.0
19. Ríos de la falda occidental y N. de la Sierra de San Luis	15	25	56	8 200	1.8	45.0
20. Falda occid. de la Sierra de Comanchingones	11	27	48	300	3.7	99.9
21. Región Lagunera SW de Buenos Aires	100	41	76	34 700	2.9	118.9
22.				108 100		
22a. Zona de las Salinas Grandes	43	35	59	62 200	0.7	24.5
22b. Zona sudeste de La Rioja	42	24	98	32 100	1.3	31.2
22c. Zona de Pampa de las Salinas y Salinas de Mascasín	14	15	44	13 800	1.0	1.5
23. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre el río Desaguadero, cuenca del Plata, ríos interiores sin derrame al mar y río Colorado	499	42	68	227 600	2.2	92.4
24. Tributarios a la laguna Llanocanelo	3	36	51	6 200	0.5	18.0
25. Ríos, arroyos y hoyas lacustres de la meseta Patagónica	30	26	46	95 000	0.3	7.8
Total para todo el país	4 076	33.7		2 779 500	1.47	49.5

a/ Valores tomados hasta fines de 1963.

3. Pluvionivómetros totalizadores

Las inhóspitas regiones cordilleranas desprovistas de toda clase de pobladores que pudieran hacerse cargo de las observaciones de precipitación obligaron a la instalación de pluvionivómetros totalizadores, provistos de protectores Nipher o Alter, en las altas cuencas andinas.

La instalación de este tipo de instrumental comenzó en el año 1937 y hasta la fecha fueron instalados 58. Son observados anualmente y lamentablemente debido al elevado costo de las comisiones encargadas de su observación las inspecciones no se realizan con regularidad lo que supone o mediciones cada dos años o interrupciones en sus registros.

Los actualmente en operación se encuentran en la zona cordillerana al este de la longitud 69°W , desde la latitud 29°S hasta los 51°S .

El Servicio Meteorológico Nacional es la institución dedicada hoy a este tipo de medición.

4. Secciones nivométricas

Las secciones nivométricas constituyen otro procedimiento, también usado en el país para medir la precipitación nivosa, en los lugares en que se produce su acumulación sobre el terreno.

Se efectúan actualmente mediciones de este tipo en 26 lugares ubicados en las provincias de Mendoza y San Juan al oeste de longitud 69°W ; todos ellos situados arriba de los 2 200 metros de altura, pero en general la mayoría lo están sobre los 3 000 metros.

Este tipo de actividad se inició en el año 1950 y se ha intensificado desde 1958. Ha demostrado ser muy útil en la estimación de los derrames producidos por el posterior deshielo.

Se mide el espesor de la nieve y su contenido de agua.

La Empresa Agua y Energía Eléctrica es el organismo que se ha dedicado a esta forma de medición.

5. Otras observaciones meteorológicas

a) Observaciones de altura

Para conocer la estructura tridimensional de la atmósfera se realizan en el país sondeos aerológicos en varias estaciones meteorológicas.

Estas observaciones iniciáronse en 1927 siendo efectuadas con simples sondeos de vientos en altura, con globo y teodolito y en 1957 comenzaron a substituirse por observaciones realizadas con radiosondas y radares.

La actual red se compone de 10 estaciones de este tipo que además se complementa con otras 19 de las primeras.

Las observaciones deben realizarse dos veces al día, pero dificultades técnicas, de personal, etc. han obligado a reducir las a una o a interrumpirlas.

Los organismos dedicados a este tipo de observación son: el Servicio Meteorológico Nacional y el Servicio Meteorológico de la Armada.

b) Mediciones de evaporación

Estas mediciones han sido efectuadas en 135 lugares de los cuales actualmente continúan en operación 104.

Todas estas observaciones de evaporación son realizadas con el tanque "A" tipo U.S. Weather Bureau. Las primeras comenzaron hace unos 35 años. La gran mayoría de estos tanques están ubicados en estaciones meteorológicas, pero Agua y Energía Eléctrica tiene ubicados varios en zonas de aprovechamientos de aguas.

Además de estas mediciones de evaporación otras se han efectuado dentro del abrigo meteorológico por medio de los evaporímetros tipos Piche y Wild.

La preocupación por la determinación de un parámetro tan importante ha movido al Servicio Meteorológico Nacional a realizar investigaciones exhaustivas sobre la evaporación en distintos lugares del país. Ya se encuentra en operación una gran planta en Castelar y otras dos comenzarán a funcionar próximamente. En éstas se usan distintos tipos de tanques y se modifican las condiciones evaporantes, además de medir las condiciones meteorológicas reinantes. Los primeros resultados ya se están obteniendo.^{3/}

I/ Roberto M. Quintela, "Estudios experimentales sobre evaporación", Servicio Meteorológico Nacional, 1962.

Los organismos que realizan mediciones de evaporación son los dos nombrados anteriormente.

También fueron hechas en el país mediciones de evapotranspiración en base a los evapotranspirómetros del tipo Thornthwaite en varias estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, habiendo sido registradas observaciones por varios años. Actualmente esta clase de instrumental está siendo estudiado en base a la experiencia obtenida para decidir sobre el tipo a ser utilizado en el futuro.

6. Estaciones hidrológicas

Las primeras mediciones hidrológicas de tipo sistemático se iniciaron en el país a fines del siglo pasado, pero recién en los comienzos del presente comenzaron a efectuarse en forma generalizada y sistemática.

Estas primeras mediciones fueron de niveles de agua y se llevaron a cabo en los ríos de la Plata, Uruguay y Paraná y posteriormente se extendieron a los ríos patagónicos Colorado, Neuquén, Limay y Negro y también a algunos lagos de la cuenca del Limay.

Se puede decir, en líneas generales, que con la actual red son observados la mayoría de los ríos grandes y medianos y que de ellos se poseen por lo menos algún registro que permite conocer sus características hidrológicas para un lugar.

Para proceder el análisis de las estaciones tanto en lo que se refiere a sus densidades como a las longitudes de los registros se procedió al cálculo de estos valores por cuencas o zonas principales. En el cuadro 20 se dan para cada una su superficie, el número de estaciones, el promedio de años de observación, el número de años del registro más largo, la densidad por cada 1 000 km² y el índice de cobertura. Sus ubicaciones se pueden ver en el mapa 17.

Fueron tenidas en cuenta todas las estaciones en funcionamiento, y aquellas suspendidas que su registro tuviera cinco años o más de observaciones. Se fijó ese límite por considerar que registros de esa longitud pueden aportar datos de interés. El análisis no llegó a evaluar la calidad técnica de las observaciones efectuadas ni la continuidad de las mismas.

La red hidrológica nacional así considerada tiene 740 estaciones distribuidas en la mayoría de los principales ríos.

Cuadro 20

ARGENTINA: DISTRIBUCION, DENSIDADES E INDICES DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES HIDROLOGICAS

Cuencas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio de años de observación	Registro máximo	Superficie de la cuenca	Estaciones por 1 000 km ²	Indice de cobertura
I. Cuenca del río de la Plata	339	25.0	71	918 900	0.37	9.3
A. Río Paraná	246	26.6	64	752 000	0.33	8.8
1) Margen derecha	180	23.0	64	617 700	0.29	6.7
1a. Río Pilcomayo	4	12.0	28	15 300	0.27	3.2
2. Río Bermejo	48	15.3	60	78 500	0.61	9.3
2a. Ríos Dorado y Del Valle	2	13.5	18	5 100	0.39	5.3
3. Río Pasaje-Juramento-Salado	29	13.5	35	89 200	0.33	4.5
4. Río Carcarañá	30	18.3	58	53 000	0.57	10.8
4a. Río Tortugas	0	0.0	0	7 400	0.00	0.0
4b. Río Tercero	7	19.8	58	19 400	0.36	7.1
4c. Río Cuarto	9	11.1	19	18 700	0.48	5.3
4d. Curso propio del río Carcarañá	14	23.8	54	7 500	1.87	44.5
5. Arroyo Colastiné y otros	7	55.3	60	17 200	0.41	22.7
6. Bafiados	32	32.2	61	126 700	0.25	8.0
6a. En Formosa	11	46.0	57	32 600	0.33	15.2
6b. En Chaco	1	19.0	19	35 900	0.03	0.6
6c. En Santa Fé	20	31.1	61	58 200	0.34	10.6
7. Arroyos en el sur de Santa Fé	3	58.3	64	10 300	0.29	16.9
8. Arroyos en el noreste de Buenos Aires	25	22.9	58	27 000	0.92	21.1
9. Zona sin ríos ni arroyos de importancia en Salta y Formosa	0	0.0	0	36 200	0.00	0.0
10. Zona sin ríos ni arroyos de importancia entre los ríos Bermejo-San Francisco y Dorado	0	0.0	0	8 400	0.00	0.0
11. Zona sin ríos ni arroyos de importancia entre los ríos Bermejo-Salado y Bafiados Chaco-Formosense y Santafesino	0	0.0	0	115 900	0.00	0.0
12. Zona sin ríos ni arroyos de importancia entre los ríos Salado y Dulce	0	0.0	0	34 800	0.00	0.0
2) Margen izquierda	66	36.2	63	134 300	0.49	17.7
13. Iguazú	4	44.3	48	1 800	2.22	98.4
14. Arroyos en Misiones	20	19.7	51	17 100	1.18	23.3
15. Río Corrientes	5	34.8	45	19 300	0.26	9.1
16. Río Guayquiraró	0	0.0	00	9 200	0.00	0.0
17. Río Gualaguay	5	43.4	58	20 500	0.24	10.4
18. Otras cuencas	32	44.4	63	66 400	0.49	21.8
B. Río Uruguay	48	29.3	71	64 900	0.74	21.7
19. Arroyos en Misiones	4	17.5	40	12 600	0.32	5.6
20. Río Aguapey	1	5.0	5	7 000	0.14	0.7
21. Río Mirafay	5	21.4	39	12 900	0.39	8.4
22. Río Mocoretá	1	2.0	2	3 700	0.27	8.5
23. Río Gualaguaychí	3	38.7	59	7 200	0.42	16.3
24. Otras cuencas	34	32.6	71	21 500	1.58	51.5
C. Río de la Plata	45	11.2	69	102 000	0.48	5.4
25. Ríos menores del N.E. de Buenos Aires y Río de la Plata	7	32.8	69	11 000	0.64	21.0
26. Río Salado	25	8.8	31	48 400	0.52	4.6
27. Zona de canales al sur de la cuenca del Salado	13	3.8	19	42 600	0.31	1.2

Cuadro 20 (continuación 1.)

Cuencas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio de años de observación a/	Registro máximo	Superficie de la cuenca b/	Estaciones por 1 000 km ²	Índice de cobertura
II. Vertiente Atlántica	240	17.7	61	1 051 900	0.23	4.1
1. Río Desaguadero	42	18.5	52	255 800	0.17	3.1
1a. Río Vinohiba o Bernabe	6	21.2	25	26 700	0.22	4.7
1b. Río Jachal	3	21.5	32	32 100	0.09	1.9
1c. Río San Juan	10	27.7	52	34 800	0.29	8.0
1d. Río Mendoza	5	17.8	47	15 700	0.32	5.7
1e. Río Turayán	6	12.0	47	16 600	0.36	4.3
1f. Río Diamante	2	22.5	31	9 700	0.21	4.7
1g. Río Atuel	8	16.2	33	13 700	0.59	9.6
1h. Otras cuencas	2	12.5	13	106 500	0.02	0.3
2. Río Colorado	12	23.0	61	33 100	0.36	8.3
2a. Río Grande	3	13.7	18	10 800	0.30	4.1
2b. Río Barrancos	3	30.0	58	3 400	0.88	26.4
2c. Curso propio del río Colorado	6	29.2	61	18 900	0.32	9.3
3. Río Negro	72	23.5	61	122 100	0.59	13.9
3a. Río Neuquén	27	15.6	61	37 200	0.73	11.4
3b, 1. Río Agrio	7	26.3	60	10 000	0.70	18.4
3a, 11. Cuenca propia del río Neuquén y otras cuencas	20	17.6	61	27 300	0.73	12.9
3b. Río Limay	33	27.7	60	55 600	0.59	16.3
3b, 1. Río Collón-Cura	4	14.3	22	16 300	0.25	3.6
3b, 11. Cuenca propia del río Limay y otras cuencas	29	29.6	60	39 300	0.74	21.9
3c. Cuenca propia del río Negro y otras cuencas	12	35.4	59	29 200	0.41	14.5
4. Zona Sudeste de la provincia de Buenos Aires	24	9.4	53	68 800	0.35	3.3
5. Arroyos Verde y Salado en la zona de Sierra Grande	8	1.0	1	13 600	0.59	0.6
6. Río Chubut	20	13.5	33	37 100	0.54	7.3
6a. Río Senguerr y Chico	17	18.5	59	48 400	0.35	6.5
7. Río Deseado	1	5.0	5	25 800	0.04	0.2
8. Río Santa Cruz	22	11.1	17	27 700	0.79	8.8
8a. Río Chico	10	13.1	24	24 100	0.42	5.5
9. Río Coig	3	14.0	15	14 900	0.20	2.8
10. Río Gallegos y Chico	5	10.6	16	8 100	0.62	6.6
11. Ríos y arroyos de Tierra del Fuego	4	3.0	5	18 700	0.21	0.6
12. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre los ríos Desaguadero y Colorado	0	0.0	0	34 200	0.00	0.0
13. Id. entre los ríos Colorado y Negro	0	0.0	0	51 600	0.00	0.0
14. Id. entre el río Negro y zona de Sierras Grandes	0	0.0	0	58 200	0.00	0.0
15. Id. la zona de Sierras Grandes y el río Chubut	0	0.0	0	29 400	0.00	0.0
16. Id. entre los ríos Chubut y Senguerr-Chico	0	0.0	0	44 200	0.00	0.0
17. Id. entre los ríos Senguerr-Chico y Deseado	0	0.0	0	45 100	0.00	0.0
18. Id. entre los ríos Deseado y Santa Cruz	0	0.0	0	72 400	0.00	8.0
19. Id. entre los ríos Santa Cruz y Coig	0	0.0	0	12 600	0.00	0.0
20. Id. entre los ríos Coig y Gallegos	0	0.0	0	3 800	0.00	0.0
21. Id. en el extremo sur de Santa Cruz	0	0.0	0	1 600	0.00	0.0

Cuadro 20 (conclusión)

Cuencas hidrográficas principales	Número de estaciones	Promedio de años de observación a/	Registros máx. b/	Superficie de la cuenca b/	Estaciones por 1 000 km ²	Índice de cobertura
III. Vertiente pacífica	50	9.8	17	37 500	1.33	13.0
1. Río Hua Hum, Lago Lascar	1	9.0	9	1 000	0.99	8.2
2. Río Manse	14	10.1	17	2 800	4.92	49.7
3. Río Puelo	7	8.5	10	2 900	2.38	20.5
4. Río Futaleufú	20	9.0	15	7 500	2.64	23.8
5. Río Carranleufú, Encuentro	6	8.7	15	3 600	1.66	14.4
6. Río Pico	0	0.0	0	2 400	0.00	0.0
7. Ríos Simpson y Huemules	0	0.0	0	600	0.00	0.0
8. Lago Buenos Aires	1	15.0	15	3 500	0.29	4.4
9. Lago Puyrredón	0	0.0	0	1 500	0.00	0.0
10. Río Mayer y Lago San Martín	0	0.0	0	7 500	0.00	0.0
11. Ríos Don Guillermo y Vizcachas y arroyo Zanja Honda	1	16.0	16	2 100	0.48	7.7
12. Lago Fagnano	0	0.0	0	2 100	0.00	0.0
IV. Ríos sin derrame al mar	111	15.5		771 800	0.14	2.2
1. Río Itiyurú o Carapará	2	19.0	20	10 600	0.19	3.6
2. Ríos y arroyos de la Puna	0	0.0	0	87 900	0.00	0.0
3. Río Rosario u Heroenes	1	13.0	13	4 600	0.22	2.9
4. Río Urucúa	0	0.0	0	900	0.00	0.0
5. Río Salf-Dulce	36	15.3	48	41 000	0.88	13.5
5a. Laguna de Mar Chiquita	0	0.0	0	1 800	0.00	0.0
6. Río Abascoán, Colorado, Salado y cuenca de Laguna Verde	12	18.5	35	31 200	0.39	7.2
7. Tributarios al Salar de Pipanaco	2	23.0	32	17 500	0.11	2.5
8. Río del Valle y ríos o arroyos de la falda oriental del Ambato	7	15.4	43	6 600	1.07	16.5
9. Ríos y arroyos del este de la provincia de Catamarca	2	12.5	21	8 100	0.25	3.1
10. Ríos y arroyos de la falda oriental sur del Velazco	2	11.5	15	5 900	0.34	3.9
11. Tributarios del Valle de Chilcito o bajos de Santa Elena	9	16.0	25	8 300	1.08	17.3
12. Ríos y arroyos al norte de Córdoba	0	0.0	0	8 000	0.00	0.0
13. Ríos y arroyos al noroeste de Córdoba	5	12.8	23	19 500	0.26	3.3
14. Río Primero	2	13.5	16	8 000	0.25	3.4
15. Río Segundo	4	9.8	16	16 700	0.24	2.4
16. Río Quinto	11	17.5	57	8 400	1.32	23.1
17. Río Conlara	4	14.5	26	3 400	1.18	17.1
18. Río Chorrillos o Cuchi-Corral	5	14.6	27	600	8.60	125.6
19. Ríos de la falda occidental y norte de la Sierra de San Luis	2	27.0	30	8 200	0.25	6.8
20. Falda occidental de la Sierra de Comechingones	0	0.0	0	3 000	0.00	0.0
21. Región Lagunera al suroeste de Buenos Aires	3	2.7	3	34 700	0.09	0.2
22	2	25.0	25	108 100	0.02	0.5
22a. Zona de las Salinas Grandes	0	0.0	0	62 200	0.00	0.0
22b. Zona sudeste de La Rioja	1	25.0	25	32 100	0.03	0.8
22c. Zona de Pampa de las Salinas y Salinas de Masoasín	0	0.0	0	13 800	0.00	0.0
23. Zona sin ríos o arroyos de importancia entre las cuencas de los ríos Desaguadero, Plata, Colorado y cuencas cerradas	0	0.0	0	227 600	0.00	0.0
24. Tributarios a la Laguna Llanocanelo	1	6 200	0.16	...
25. Ríos, arroyos y hoyas lacustres de la Meseta Patagónica	0	0.0	0	35 000	0.00	0.0
Total del país	740	20.4	71	2 779 500	0.27	5.51

a/ La longitud de registros calculada hasta 1963 inclusive.

b/ En ríos internacionales se considera parte argentina.

Tres organismos nacionales realizan la mayor parte de las observaciones hidrológicas y atienden las estaciones que se indican a continuación:

Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional	216
Empresa de Estado Agua y Energía Eléctrica	333
Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables	162

La densidad de estaciones por 1 000 km² para todo el país es 0.27 y el promedio de los años observados por estación es 20.4. El índice de cobertura o sea el producto de los dos valores anteriores es 5.51.

Estos valores aunque dan un primer panorama del estado general del país no permiten apreciar las distintas condiciones de las grandes regiones.

En el cuadro citado anteriormente se puede ver que la cuenca del Plata es la región que tiene mayor número de estaciones, también el mayor promedio de años de observación con 339 y 25.0 respectivamente. Sin embargo, su densidad de 0.37 y su índice de cobertura de 9.3 ocupan el segundo lugar entre los valores de las grandes cuencas y son superiores a los promedios del país.

Al considerar la vertiente atlántica se puede ver que aunque es la segunda en cuanto a cantidad de estaciones con 240, sus promedios de años, densidad y coeficiente de cobertura son inferiores a los promedios del país con 17.7, 0.23 y 4.1 respectivamente.

La región de "ríos sin derrame al mar" con 111 estaciones tiene una densidad de 0.14 y un promedio de años de 15.5, estos dos últimos valores menores que los correspondientes de la región anterior y por consiguiente también lo es su coeficiente de cobertura, 2.2.

La vertiente pacífica con 50 estaciones tiene la mayor densidad de las cuatro regiones, 1.33. Aunque su promedio de años 9.8 es el más bajo de todos, el producto de estos da el coeficiente de cobertura más alto que es 13.0. El cuadro 21 presenta además de los valores considerados para las grandes regiones los de los principales ríos. En él se pueden apreciar detalladamente la distribución de las estaciones hidrológicas.

Sin tener en cuenta la representatividad, ni la calidad técnica de éstas, trabajo que demandaría un estudio detallado, se consideran las cuencas individualmente.

La del río Chorrillos o Cuchi-Corral, en la zona de ríos sin derrame al mar, es la que tiene mayor densidad de estaciones en el país con 8.60 y también la de más alto coeficiente de cobertura, que es 125.6. Con menor

densidad le sigue la cuenca del Manso en la vertiente pacífica, con 4.92 pero inmediatamente las densidades disminuyen a 2.64 en el Futaleufú y a 2.38 en el Puelo.

Los promedios más altos de años de observación se tienen en las zonas de: a) arroyos en el sur de Santa Fe con 58.3; b) arroyo Colastiné y otros con 55.3 y c) bañados en Formosa con 46.0.

En lo que se refiere a los más altos coeficientes de cobertura siguen al del río Chorrillos ya citado, el del Iguazú (parte argentina) con 98.4 y el del Manso con 49.7.

Excluyendo del análisis las llamadas "zonas sin ríos o arroyos de importancia" que como su denominación lo indica tienen en general cursos de agua pobres y/o temporarios, se pueden señalar algunas deficiencias en la cantidad de observaciones.

Existen cuencas donde aún no se efectúan, hecho que se manifiesta más en la vertiente pacífica. En esta vertiente los registros son además más bien cortos.

Hay cuencas en las que las mediciones que se llevan a cabo actualmente no permiten más que un inventario "grosso modo" del recurso hídrico, como ser algunos ríos de la Patagonia tanto de la vertiente atlántica como de la pacífica.

En algunos casos las mediciones deben ser ampliadas para alcanzar un conocimiento más definitivo como se manifiesta en la cuenca de los ríos Collón Curá y Colorado y en otros aunque la densidad de estaciones tiene valores que puedan ser considerados como buenas las condiciones locales exigen aun más, como puede ser el caso del río Neuquén y la zona de Misiones.

Al considerar la red hidrológica se tuvieron en cuenta también aquellas estaciones en las que únicamente se efectúan mediciones de altura de agua. Es preciso señalar que aun cuando en algunos casos esas estaciones cumplen con el objetivo para el cual fueron instaladas, en otros casos las mediciones deben ser completadas por aforos para establecer la curva de descarga.

Por tal motivo es oportuno indicar que de las 740 estaciones consideradas únicamente en 319 de ellas se efectúan aforos del caudal líquido, es decir, en el 43 por ciento.

Las determinaciones de caudales sólidos se realizan en unas 40 estaciones, la mayoría de ellas operadas por Agua y Energía Eléctrica. Estas mediciones son del material en suspensión, aunque también se han efectuado investigaciones sobre el material de acarreo.

7. Limnigrafos

Las estaciones provistas con limnigrafos son relativamente pocas a pesar que se reconoce la importancia de los mismos especialmente en los ríos de rápida variación de sus alturas de aguas.

El total de limnigrafos instalados en todo el país es 119. Sin embargo, la distribución es bastante desigual pues 60 de ellos o sea, algo más del 50 por ciento están instalados dentro del ámbito de la provincia de Buenos Aires.

Se reconoce la gran importancia que tienen los problemas del agua en esta provincia y la urgente solución que requieren muchos de ellos y por ello la gran cantidad de registradores, pero esto indica que en el resto del país hay solamente 59. En promedio uno por cada 42 000 kilómetros.

8. Observaciones freáticas

Con el objeto de proceder al conocimiento y estudio de las napas freáticas, hay en funcionamiento en el país 71 freatómetros, y en otros 32 lugares las observaciones han sido suspendidas.

La mayoría están instalados en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe y La Pampa y fuera de esa zona solamente 7 hay en el resto del país.

Las primeras observaciones del nivel de la napa freática comenzaron en 1912.

El Servicio Meteorológico Nacional lleva a cabo este tipo de mediciones.

Capítulo 5

LOS ORGANISMOS A CARGO DE LAS OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS.

Las observaciones meteorológicas e hidrológicas son realizadas en general con alto nivel técnico.

Tres organismos nacionales se destacan netamente por realizar y concentrar casi la totalidad de las observaciones meteorológicas e hidrológicas que se llevan a cabo en el país. Ellos son: la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, la ~~Empresa~~ de Estado Agua y Energía Eléctrica y la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

Además colaboran en esta tarea el Servicio Meteorológico de la Armada Argentina y algunas dependencias de las provincias.

Se debe mencionar también en la parte meteorológica no como organismo ejecutor sino como cuerpo coordinador al Consejo Nacional de Meteorología.

1. El Servicio Meteorológico Nacional

Las observaciones meteorológicas empiezan a realizarse en el país en 1801, en forma privada. Estas fueron efectuadas por cortos lapsos y eran relativas sólo a algunos parámetros. Se debe destacar que estas fueron las primeras de este tipo efectuadas en las Colonias Españolas de Sud América.

Estas observaciones de tipo esporádico se hicieron en las ciudades de Buenos Aires, Bahía Blanca y Mendoza y se continuaron en esa forma hasta 1856, fecha desde la cual existen registros continuos en la República.

La acción gubernamental en meteorología comienza con la promulgación de la ley N°559 del 4 de octubre de 1872, que crea la Oficina Meteorológica Argentina. Desde entonces la actividad meteorológica ha ido en constante aumento, pero es justo reconocer que en algunos períodos éste ha sido más destacado.

Dos leyes posteriores han dado mayor auge y respaldo legal a aquella primera Oficina Meteorológica, una fue la ley N° ~~12252~~ ¹²⁹⁴⁵ del 28 de septiembre de 1935 que estableció la organización de su sucesora la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, y que permitió al país poseer un eficiente servicio público en las tres especialidades mencionadas.

Otra ley fue la N° 12945 del 5 de mayo de 1945, que modificó aquella estructura **creando el** hoy Servicio Meteorológico Nacional. Esta se encuentra aún en vigencia. Su actual organización se aprecia en el gráfico 1.

Las observaciones hidrológicas comenzaron a efectuarse en forma sistemática en agosto de 1902 y fueron iniciadas por la Sección Hidrométrica de la Oficina Meteorológica, que se creó en esa fecha y pretendió continuar con los estudios iniciados por el ingeniero Cipolletti en 1899. En esa época fueron instaladas las primeras escalas hidrométricas en los ríos Colorado, Neuquén, Limay y Negro, así como en algunos lagos de sus cuencas. Posteriormente las actividades se continuaron en el río Pilcomayo.

El Servicio Meteorológico Nacional dispone para realizar todas sus actividades de un personal compuesto por 701 empleados y colaboran con el Servicio en forma estable unos 90 suboficiales de la Fuerza Aérea Argentina que actúan como observadores o auxiliares de pronósticos. Además otros 500 agentes, la mayoría de ellos dedicados a la parte observacional, son pagados "a compensación".

El personal, considerando grandes divisiones, se distribuye de la siguiente manera: superior y universitario 44, técnico 462, administrativo 114, producción y mantenimiento 46, y de servicio 35.

El presupuesto de que dispone el Servicio Meteorológico es de alrededor de 180 000 000 de pesos (1963) de los cuales aproximadamente unos 110 000 000 se dedican al pago del personal, y el resto a inversiones y gastos de mantenimiento.

Puede decirse que desde su creación la red de estaciones de observación ha tenido un constante crecimiento, aunque este, no siempre ha sido uniforme. Al 1° de julio de 1960, el número de estaciones meteorológicas era 313, de las cuales 164 eran de tipo sinóptico-climático, 14 agro-climatológicas y las restantes climáticas. Sin embargo, la cantidad de estaciones instaladas ha sido muy superior, ya que fueron levantadas definitivamente 249.^{1/} El esfuerzo extra realizado en tantas estaciones que luego fueron clausuradas ha impedido el formar registros más extensos, ya que solamente 148, o sea el 26 por ciento sobrepasan los 30 años de observaciones. En la rama hidrológica, la red está compuesta por 216 estaciones hidrométricas y 71 freaticométricas. Es necesario señalar que en esta especialidad los esfuerzos dedicados permitieron un aumento más o menos progresivo hasta aproximadamente 1950. A partir de esta fecha las actividades hidrológicas se mantuvieron estacionarias, para experimentar años más tarde un retroceso. El personal dedicado exclusivamente a estas actividades es de 22 personas, en las oficinas centrales, a los que debemos agregar el dedicado a la observación, que es pagado por compensación.

De acuerdo a la ley 12945, el Servicio Meteorológico Nacional tiene el Archivo Nacional de Meteorología. Por esta ley dispone del instrumento legal para concentrar y conservar la totalidad de las observaciones meteorológicas que se realicen en el país, tarea que actualmente cumple.

El Servicio Meteorológico Nacional edita distintas series de publicaciones entre las que se encuentran las estadísticas. De éstas y desde un punto de vista hidrológico merecen citarse: Anales Climatológicos, Períodos 1928/32, 1933/37 y 1942/44; Anales Hidrológicos, Datos Pluviométricos, Período 1928/37; Anales Hidrológicos, Datos Pluviométricos y Freaticométricos, Períodos 1928/32 y

^{1/} Consejo Federal de Inversiones, "Evaluación de los recursos naturales de la Argentina", Tomo I.

1933/37; Datos Pluviométricos, Período 1921/50; Estadísticas Climatológicas, Períodos 1901/50, 1941/50 y 1951/60. Además son de singular importancia el Atlas Climático de la República Argentina para el período 1921/50 y la Publicación diaria de la Carta del Tiempo.

Esta última publica diariamente abundante material hidrometeorológico.

Conforme a la ley 12945 el Director General del Servicio Meteorológico Nacional es el representante argentino ante la Organización Meteorológica Mundial.

2. El Consejo Técnico de Meteorología

El Consejo Técnico de Meteorología es el organismo coordinador de las actividades meteorológicas del país.

Fue creado por la ley 12945 y se encuentra integrado por los siguientes funcionarios:

- a) El Director General del Servicio Meteorológico Nacional;
- b) El Director o Jefe del Servicio de Meteorología Marítima;
- c) El Director o Jefe del Servicio Meteorológico del Ejército;
- d) El Director o Jefe del Servicio de Meteorología Aeronáutica;
- e) El Director del Servicio Público de Meteorología.

Sus misiones y atribuciones están fijados en el artículo 5° de la citada ley y pueden sintetizarse diciendo que dentro de la coordinación de los servicios meteorológicos del país, este organismo establece planes de trabajo y de investigación, tipos de instrumental, métodos de trabajo, etc. Tiene por otra parte ingerencia en la Biblioteca Nacional de Meteorología y establece y aprueba planes sobre publicaciones, seminarios y conferencias. Además, asesora al Poder Ejecutivo sobre la designación del delegado argentino a reuniones de la especialidad, que deba reemplazar al Director General.

3. La Empresa de Estado - Agua y Energía Eléctrica

Las actividades hidrológicas que efectúa Agua y Energía Eléctrica están a cargo de su actual División de Recursos Hídricos.

Estas fueron iniciadas en 1926 por la entonces Dirección General de Irrigación en oportunidad de la creación dentro de ésta de la Inspección General de Hidrografía.

Diferentes alternativas sufrió esta Inspección General que pasó a ser Sección Hidrografía y luego Servicio Hidrográfico, denominación que conservó - dentro de su sucesora - la Administración Nacional del Agua.

Agua y Energía Eléctrica fue creada en 1947 y entonces el Servicio Hidrográfico se convirtió en la División Hidrología que luego se unió a la División Nivología para formar en 1949, el Departamento de Hidrología y Nivología, nombre que cambió en 1953 por ~~Departamento~~ de Recursos Hídricos y finalmente en 1962 por División de Recursos Hídricos. La actual organización de A. y E.E. se puede ver en el gráfico 2 donde se observa que la División de Recursos Hídricos depende del Departamento de Ingeniería Civil e Hidráulica. La división está subdividida en cuatro secciones que son: Hidrología, Hidrometría, Nivología y Contralor e Instrumental; dependiendo de la sección Hidrometría funciona el Laboratorio Sedimentológico Central.

Las actividades hidrológicas fueron en constante aumento, sea con fines de futuros aprovechamientos como también para tratar de obtener la evaluación de los recursos hídricos del país.

Su actual red de estaciones está compuesta por 162 estaciones de aforo, ~~121~~ hidrométricas, 86 pluviométricas y 26 nivométricas. Estas se encuentran instaladas principalmente en las zonas áridas y semiáridas y en la región cordillerana. Cabe agregar que 35 están equipadas con limnigrafos.

Las estaciones de aforo son principalmente del tipo de cable y vagoneta y en 40 de ellas se efectúan mediciones de material en suspensión en forma sistemática.

Las estaciones nivométricas, instaladas en las cuencas de ríos que tienen sus nacientes en la Cordillera de Los Andes, efectúan mediciones invernales del contenido de agua de la capa de nieve depositada en las altas cuencas. Estas observaciones sirven de base para el pronóstico de derrame a largo plazo de los ríos cordilleranos

Las mediciones son efectuadas por personal permanente, comisiones de estudios generales y a veces por las Intendencias de riego.

El personal de Agua y Energía Eléctrica dedicado a tareas hidrológicas se compone de: 13 profesionales, 29 técnicos, 130 aforadores y 6 choferes, además de 171 observadores hidrométricos y 86 pluviométricos que, sin formar parte del personal permanente reciben una compensación por sus tareas.

El presupuesto destinado a hidrología por esta empresa en el ejercicio 1962/63 alcanzó a 60 000 000 de pesos m/n, o sea un equivalente de US\$ 450 000.

Los datos obtenidos en las estaciones y alguna elaboración de ellos se publican en forma de anuarios hidrológicos de los que se han publicado cuatro hasta el presente y son: 45/46, 47/48, 49/52 y 53/58. Se encuentra en preparación el anuario 59/62. Algunos de estos anuarios contienen también, datos anteriores a los períodos indicados.

Además de la actividad observacional realiza una intensa tarea técnica documentada en informes que se encuentran en los archivos de la empresa. Algunos han sido impresos como: "Estudio Hidrológico del río Alto Paraná", "Hidrogeología de la región de Puerto Deseado", "Estudios Nivelógicos en los Andes Argentinos", "Cantos rodados y material en suspensión de los ríos Bermejo e Iruya", etc.

Actualmente Agua y Energía Eléctrica gestiona un servicio cooperativo con la Empresa Nacional de Electricidad de Chile S.A. (ENDESA), para llevar adelante, en conjunto, estudios nivelógicos en la cordillera andina y la evaluación de los ríos internacionales con desagüe al Pacífico.

La empresa estudia el empleo de nuevas técnicas como el empleo de películas monomoleculares para reducir la evaporación en embalses y el de los isótopos radioactivos para la ejecución de aforos y determinación del contenido de agua de la nieve.

4. La Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables

Esta dirección es la sucesora de la Dirección General de Navegación y Puertos. Esta, a su vez, fue creada en 1918 con motivo del desdoblamiento de la Dirección de Obras Hidráulicas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, de la que también surgió la Dirección General de Irrigación.

La Dirección General de Obras Hidráulicas fue creada en 1898.

Las observaciones que efectúa están vinculadas mayormente a los ríos navegables del país y, a excepción del Negro, todos pertenecen a la cuenca del Plata.

La red está compuesta por 130 estaciones provistas de escalas hidrométricas, de las cuales, 62 son observadas diariamente y 68 en forma ocasional, estando instaladas con hidrógrafos 40. Las estaciones suspendidas son 25; 12 provistas son escalas hidrométricas y 13 con hidrógrafos.

Los aforos son efectuados actualmente en 20 estaciones y se han dejado de efectuar en 41.

Se debe dejar constancia que la actual red hidrográfica se encuentra reducida en comparación con la existente, por ejemplo, por el año 1948 que tenía entonces 202 estaciones.

El personal dedicado a tareas hidrográficas en todo el país es: 2 ingenieros con dedicación exclusiva y 7 con dedicación parcial; 12 agrimensores, 18 técnicos, 30 técnicos idóneos, 28 empleados, 120 obreros y 130 tripulantes.

Publica sus observaciones y alguna elaboración de las mismas en los "Anuarios Hidrológicos" desde el año 1930.

5. El Servicio Meteorológico de la Armada Argentina

En la actividad meteorológica también colabora el Servicio Meteorológico de la Armada Argentina, que depende del Servicio de Hidrografía Naval.

Aunque tiene como misión fundamental proveer apoyo meteorológico a los Organismos, Fuerzas y Unidades de la Armada Argentina en esa

tarea también colabora en la actividad civil. Así las Centrales Meteorológicas Navales suministran pronósticos y observaciones a pedido de las compañías comerciales de aviación, especialmente en el extremo sur del país. Este servicio dispone de 15 estaciones de observación, tres de ellas aerológicas, cuatro centrales meteorológicas y tres unidades de asesoramiento.

Su personal está formado por 25 oficiales, 48 suboficiales y 62 conscriptos. Parte de la oficialidad son especialistas que poseen títulos universitarios de la especialidad. El personal de suboficiales y conscriptos ha sido formado en la Escuela de Mecánica de la Armada.

6. Organismos Provinciales

Es necesario destacar que además de los organismos nacionales mencionados, también algunos provinciales han realizado o realizan mediciones hidrológicas.

Es preciso decir, sin embargo, que la acción de ellos ha sido limitada sea por disponer de escasos recursos, o también por la mayor inestabilidad de sus organismos y en otros casos por dedicar sus esfuerzos a obras de drenaje o riego.

A continuación nos referimos a algunos organismos provinciales que han desarrollado cierta actividad hidrológica.

a) La División de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires

El problema de las inundaciones en la provincia de Buenos Aires, muy especialmente las producidas por los ríos Salado y sus afluentes, Matanza y Reconquista, obligó a la formación del Departamento de Hidrología en el año 1958 como dependencia de la Dirección de Hidráulica.

En los distintos ríos y arroyos de la provincia, ha instalado recientemente 29 estaciones hidrológicas, 20 de las cuales están equipadas con limnigrafos. Los registros más antiguos tienen dos años de extensión.

También ha instalado 20 pluviógrafos en las cuencas del río Matanza, y en los arroyos Las Chilcas, Tandileofé, Languetá y El Perdido.

El personal de este departamento es de 21 personas distribuidas en la siguiente forma: 4 universitarios, 12 técnicos y subtécnicos, 1 administrativo y 4 obreros.

b) Otras provincias

Algunas otras provincias, en general por intermedio de sus organizaciones de irrigación efectúan mediciones hidrológicas.

Así el Departamento General de Irrigación de la provincia de Mendoza tiene en operación 6 estaciones de aforos en la cuenca del río ~~Tumán~~ ^{Tumán}, algunas de las cuales observan desde 1941 y por convenio suscrito con Agua y Energía Eléctrica en 1951, opera las estaciones de aforos en los ríos Cobre y Tordillo, próximas a Valle Hermoso, en forma sistemática.

El Departamento de Irrigación de Tucumán también ha efectuado algunas estimaciones de caudales en unos 30 ríos y arroyos de la cuenca del Salf-Dulce.

Capítulo ~~II~~

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Observaciones

a) En meteorología

Considerando el estado actual de las observaciones tanto meteorológicas como hidrológicas que efectúan los distintos organismos, así como las realizadas con anterioridad, es posible hacer algunas consideraciones de carácter general y específico.

Con las observaciones realizadas el país puede disponer de un conocimiento general de la precipitación y debe pasar al conocimiento local. Es posible, sin embargo, en algunas cuencas disponer de datos suficientes para el análisis de la misma, pero indudablemente son más en las que éste solamente puede ser efectuado en forma parcial o provisional.

Lamentablemente en las zonas andinas donde el gradiente de precipitaciones es grande y donde la orografía contribuye a formar campos muy irregulares y locales, los datos escasean. En esos lugares la extrapolación se hace difícil cuando no imposible y los análisis que se pueden efectuar son sólo aproximados, ya que también otro tipo de información meteorológica es escasa. Las nacientes de los ríos por hallarse más alejadas son las más desprovistas de datos.

Las pocas estaciones pluviométricas en algunas cuencas o la ausencia en otras se pudo apreciar en el cuadro 19. Observando las densidades de cuencas menores las deficiencias quedan bien localizadas, y si consideramos una densidad media de 2 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados, notamos que para las 110 cuencas o zonas menores hay escasez de estaciones pluviométricas en 73 de ellas.

En la red pluviométrica nacional llama la atención el reducido número de pluviógrafos y también su desigual distribución, pues el 37 por ciento está instalado en la provincia de Buenos Aires. En el supuesto que estuvieran

repartidos uniformemente significaría que en el país habría 1 pluviógrafo cada 20 000 km². Evidentemente esa densidad de instrumentos no alcanza para conocer, en general, los distintos tipos de lluvias y delimitar sus zonas de ocurrencia, menos aún para aquellas zonas de fuerte gradiente de la precipitación como serían las montañosas.

Es lamentable que en la red no haya instrumentos medidores de la intensidad de la precipitación.

En cuanto a la calidad de las observaciones de precipitación se debe señalar lo manifestado en las publicaciones "Atlas Climáticas de la República Argentina", 1960 y en "Datos Pluviométricos 1921-50". Allí se hace una distinción entre los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas y en los puestos pluviométricos o estaciones de precipitación. En general las mediciones en estos últimos son inferiores, es decir acusan menos precipitación y según los análisis efectuados los errores relativos medios en promedio para todo el país quedan por debajo del 10 por ciento para todos los meses y el año. Por lo tanto se debe tener cuidado al pretender extrapolar datos hidrológicos en base a los de precipitación de los puestos pluviométricos.

Dado que las isoyetas del "Atlas Climático" fueron trazadas teniendo en cuenta una gran cantidad de puestos pluviométricos se debe reconocer que las isoyetas trazadas deben tener un valor ligeramente superior al indicado.

Las deficiencias anotadas se han debido a la falta de un riguroso control de los datos pluviométricos y de un sistema de inspecciones periódicas de todas las estaciones.

Las mediciones de las precipitaciones de nieve en la Cordillera de los Andes constituyen un problema todavía no resuelto.

Las observaciones con pluviómetros totalizadores no llegan a ser en algunos casos totalmente representativos de la precipitación real del lugar donde están instalados y menos de la cuenca a la que pertenecen. Varias causas contribuyen a esto y entre las principales podemos citar:

- i) la difícil captación de la nieve por este instrumento por efecto del viento;
- ii) las acumulaciones de nieve producidas también por el viento y
- iii) la gran variabilidad de la precipitación a causa de los efectos orográficos.

Otro tipo de medición de las precipitaciones de nieve son los "itinerarios de nieve" o "secciones nivométricas". No puede negarse la gran importancia de estas observaciones, no sólo por su valor en sí mismas, sino también por el aprovechamiento inmediato que de ellas se hace para los pronósticos de derrame. Se debe reconocer, sin embargo, que esas mediciones no representan estrictamente la precipitación sino un cierto balance de ésta y la evaporación.

Entre los dos tipos de mediciones de nieve citados, habría 84 lugares de la Cordillera donde se mide la precipitación. Considerando las condiciones topográficas y meteorológicas de la zona y que ésta tiene un área de decenas de miles de kilómetros cuadrados, se puede decir que las observaciones son escasas, hecho por otra parte señalado en diversos estudios hidrológicos.

En el país no se realizan en forma sistemática mediciones sobre deposiciones del vapor de agua en el suelo, ya sea en forma de rocío o de helada.

Las observaciones de evaporación tienen una distribución desigual sobre todo el país. En las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Corrientes y Misiones, es decir, en la zona húmeda del país están instaladas 42 estaciones, o sea, el 40 por ciento del total. Este tipo de medición tiene indudablemente mucha mayor importancia en las zonas áridas y semiáridas donde para el aprovechamiento de las aguas es necesario el conocimiento de la evaporación.

A diferencia de otras observaciones las de altura se encuentran mejor distribuidas. Lamentablemente, todavía el país no se encuentra bien cubierto con observaciones de radiosondas y el funcionamiento de la red actual es irregular.

Los estudios realizados hasta ahora sobre la precipitación son incompletos. Diferentes causas han contribuido a esto, pero indudablemente la ausencia de radiosondeos ha impedido analizar en detalle las precipitaciones y sus causas.

Sólo se han efectuado análisis, para algunas cuencas, en base a mapas de isoyetas y cartas sinópticas de superficie, ya que en casos de tormentas los sondeos aerológicos con globos pilotos que se efectuaban anteriormente no podrían alcanzar gran altura, en los casos que era posible ejecutarlos.

Poco se ha realizado en investigaciones sobre pronósticos de rendimiento de cosechas en base a parámetros meteorológicos. Aunque los estudios se encuentran en marcha todavía no han adquirido la importancia y extensión que debieran tener, en relación a su incidencia económica.

El Archivo Nacional de Meteorología conserva registros únicos de observaciones, algunos de ellos con un siglo de extensión. El valor de los mismos es inapreciable no sólo por lo que ellos costaron sino también por ser irreproducibles. Su conservación debe constituir un objetivo de primera prioridad dentro de las actividades meteorológicas del país.

El Consejo Técnico de Meteorología está constituido únicamente por las autoridades del Servicio Meteorológico Nacional y por los representantes de los servicios de la especialidad de las Fuerzas Armadas. Débese esa estructura al predominio de la meteorología aeronáutica en la época de la promulgación del decreto-ley que lo creó.

Carecen de representación organismos nacionales importantes que hacen uso de los datos y que también efectúan mediciones meteorológicas.

Aunque a veces se efectúan convenios de colaboración, como sería el caso del celebrado entre el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Agraria (INTA) para la instalación de 45 estaciones meteorológicas principales en las chacras experimentales, es necesario que exista el instrumento legal para que puedan dirigir la política meteorológica argentina, también los usuarios de mayor significación y los organismos más importantes que efectúan mediciones meteorológicas.

b) En hidrología

La red hidrológica nacional se ha formado por la acción independiente de los tres grandes organismos ya citados y las instalaciones de estaciones las han ido efectuando de acuerdo a sus necesidades y posibilidades económicas, sin haber seguido un plan nacional.

La red actual ha permitido obtener un conocimiento general de la riqueza hídrica superficial y encarar su utilización en una primera etapa.

Se puede considerar en líneas generales que son medidos los ríos principales y los afluentes de mayor importancia, pero quedan aún zonas en las que la observación es deficiente.

Para poder llevar a adelante una utilización planificada de los recursos hidráulicos aún no empleados, así como la defensa de sus efectos nocivos no cabe duda que una red más densa es necesaria.

Aunque el número óptimo de estaciones hidrológicas que debe tener el país y sus tipos, lo daría un análisis detallado de cada cuenca y el estudio de sus posibles aprovechamientos, para determinar el orden de magnitud del número de estaciones que faltarían, se puede tomar un valor de 0.5 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados.^{1/} Este valor podrá ser bajo en algunas cuencas y elevado en otras según las características geológicas, topográficas, climáticas e hidrográficas de las mismas.

Con esa compración se puede ver en el cuadro 20 que hay escasez de estaciones en 55 cuencas. De esta estimación se excluyen las zonas que no tienen ríos de importancia.

Además hay estaciones en las que existen escalas hidrométricas, pero los pocos aforos realizados no han permitido definir la correspondiente curva de descarga para determinar los caudales respectivos, en otras en cambio, los aforos no se realizan a pesar de la necesidad de hacerlos.

^{1/} W.B. Langbein y W.G. Hoyt, Water Facts for the Nation's Future (New York, 1959); United Nations y WOM, Hydrologic Networks and Methods, Flood Control Series N° 15.

Con excepción de la provincia de Buenos Aires, llama la atención los pocos limnigrafos instalados, cuando es bien reconocida la gran utilidad de estos registradores del nivel de las aguas. Aun en los casos en que el observador vive próximo a la estación hidrológica y puede observar el río con mayor frecuencia, el valor de los limnigrafos es indiscutible.

Aunque las mediciones de material en suspensión se realizan en forma sistemática, quedan aún ríos en los que no se llevan a cabo. El material de arrastre por otra parte se ha medido ocasionalmente en pocas estaciones.

Los caudales que normalmente se miden en el país son los que corren por los ríos en los lugares de aforo y en general no se efectúan mediciones de los consumos que se realizan aguas arriba de la estación ni tampoco los de aguas abajo. Es generalmente difícil saber los consumos de aguas y solamente se conocen estimaciones de éstos.

Faltan mediciones hidrológicas en algunos ríos en zonas próximas a los límites internacionales en ríos de ese carácter.

En las observaciones hidrológicas se nota que en algunas zonas realizan mediciones dos o tres organismos. Esa forma de operar resulta antieconómica desde todo punto de vista y necesita ser reorganizada.

Faltan en muchas estaciones las cotas de las mismas, lo que impide hacer estudios preliminares del posible aprovechamiento del río.

Es oportuno señalar que los presupuestos asignados a los organismos dedicados a las observaciones meteorológicas e hidrológicas, no siempre han alcanzado los niveles que los técnicos han requerido y en muchas oportunidades aunque aprobados en primera instancia fueron reducidos durante la ejecución de los planes programados.

Una dificultad más de índole financiero se ha agregado a estas deficiencias y es la irregular disponibilidad de los fondos lo que ha significado diferentes ritmos de trabajo, llegando a casos anormales en los que ha habido imposibilidad física de gastar fondos puestos a disposición de los organismos corto tiempo antes del cierre del ejercicio.

2. Recomendaciones

a) En meteorología

i) La red de observación de la precipitación debe ser aumentada en forma que sea homogénea, teniendo en cuenta las características de la precipitación.

Con el fin de cuantificar las deficiencias ya señaladas se calculó el número de pluviómetros que sería necesario instalar para elevar hasta 2 las densidades de las cuencas y zonas indicadas en el cuadro 20, dejando sin modificar las que tienen valor superior.

De acuerdo a ese resultado se necesitaría instalar en el país 2 447 pluviómetros, aproximadamente, que se distribuirían de la siguiente manera en las grandes regiones: cuenca del Plata 426; vertiente atlántica 1 454, vertiente pacífica 43 y ríos sin derrame al mar 524.

La densidad adoptada puede considerarse en promedio, teniendo en cuenta que para ciertas regiones puede ser algo elevada y en otras baja. Es necesario colocar un mayor número en las partes más altas de las cuencas, donde se producen generalmente mayores precipitaciones y de más importancia hidrológica y donde la instalación ha ofrecido siempre más dificultades, así como más gastos en su observación y mantenimiento.

En algunas cuencas será también necesario proceder a una redistribución de los pluviómetros actuales.

Las densidades a fijar en cada región deben permitir determinar los modelos de precipitación en los distintos tipos de tormentas. Un rápido análisis podrá fijar para cada zona la densidad necesaria para obtener una imagen representativa de la distribución de la precipitación.

Se reconoce que en ciertas zonas del país, como en la Patagonia, resultará difícil el alcanzar las densidades mínimas que exigirán las condiciones meteorológica. En algunos casos la instalación de totalizadores que sean observados mensualmente podrá ayudar a solucionar parte del problema.

Los esfuerzos que en la parte observacional se realizan en la región andina deben ser coordinados, pues son bien conocidos los grandes gastos que demanda el mantenimiento de la red y las dificultades que presenta.

Es posible que con el mismo gasto realizado actualmente se pueda atender un mayor número de estaciones y que la instalación y mantenimiento de nuevos pluviómetros totalizadores o de secciones nivométricas tendrán gastos unitarios menores teniendo en cuenta los que ya se efectúan para recorrer los que están en operación.

ii) Fue señalada la gran escasez de pluviógrafos que tiene el país. Indudablemente la atención de un pluviógrafo es de mayor cuidado que la de un pluviómetro y su observación debe estar en manos más hábiles; por tal razón la instalación de estos instrumentos está supeditada a la de encontrar observadores competentes.

La red nacional debe ser aumentada en forma tal de poder llegar a conocer en cada cuenca los tipos de precipitaciones que se producen sobre ella. En primer paso hacia ese fin podría ser el instalar pluviógrafos en todas las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional, cuya ubicación permitiera aportar nuevos datos sobre las características de la precipitación.

iii) El aumento del número de pluviómetros y pluviógrafos traerá aparejada la necesidad de aumentar el personal dedicado a la parte pluviométrica tanto en el análisis de los datos diarios como en el cómputo posterior y en la inspección de las estaciones. Los errores señalados en los datos de los puestos pluviométricos son una buena guía del riguroso control que necesitan. Posiblemente unos 6 a 8 inspectores distribuidos regionalmente dedicados con exclusividad a la red pluviométrica bastarán para poder realizar una inspección anual. No necesita ser destacado que una eficiente inspección facilitará el trabajo de depuración posterior.

iv) El convenio celebrado entre el Servicio Meteorológico Nacional y la Empresa Nacional de Transportes (Ferrocarriles del Estado), aprobado por Decreto 12022 del año 1952, provee un excelente medio para mejorar la red pluviométrica y debe ser cumplido en su totalidad.

v) Los datos de precipitación deben ser analizados diariamente por un meteorólogo de gran experiencia dedicado exclusivamente a la especialidad hidrometeorológica, quien, conjuntamente con toda la información sinóptica disponible, podrá discernir sobre la veracidad de algunos datos.

vi) Es urgente poner al día toda la información pluviométrica existente, para lo cual deberá aumentarse el personal dedicado a esas tareas, y proceder a la publicación de los mismos.

vii) Para llevar adelante estudios más completos de la precipitación se deben intercambiar los datos de precipitación con países vecinos. Este intercambio debe ser a base de datos diarios, con el mismo procedimiento que se sigue para las informaciones sinópticas. En el caso del Brasil esto posibilitaría el mejoramiento del pronóstico de crecientes del río Paraná.

viii) Para ciertos estudios es necesario el conocimiento de las intensidades de las precipitaciones, y por tal motivo la instalación en la red de algunos instrumentos registradores medidores de la intensidad de la precipitación es imprescindible.

ix) Por la importancia que tiene el rocío en las zonas áridas, ya que puede representar una parte significativa de la precipitación es necesario su medición en forma sistemática, para lo que deberán instalarse rociógrafos en esas zonas en las estaciones meteorológicas próximas a áreas de cultivos.

x) Mayor cantidad de estaciones de evaporación se deben instalar en las estaciones meteorológicas existentes en las zonas próximas a posibles aprovechamientos de agua en base a regulación de caudales. En los lugares donde no exista una estación meteorológica cercana será necesario instalar una de tipo climático. También se deben continuar los estudios, de tipo exhaustivo, de la evaporación que lleva a cabo el Servicio Meteorológico Nacional.

xi) La actual red de radiosondeos debe funcionar con regularidad con dos sondeos diarios, pues de otra manera su valor de tipo sinóptico será bajo y no será posible obtener una estadística climática de los datos de altura.

La red debe ampliarse para sustituir totalmente las observaciones de globos pilotos. De otra manera la determinación de las precipitaciones máximas posible en todo el país será un problema sin solución.

xii) En el país se realizan observaciones del viento en las capas próximas al suelo (hasta los 17 metros de altura), prácticamente desde la iniciación de las observaciones meteorológicas. Actualmente este tipo de

mediciones se efectúan en unos 270 lugares de los cuales en unos 50 se obtienen mediante aparatos registradores. El valor de estas observaciones es grande. Sin embargo, sin entrar al análisis de la distribución geográfica de los lugares de observación, convendría orientar estas mediciones hacia su efectiva utilización en estudios de futuros aprovechamientos de la energía eólica.

xiii) Los ensayos de sembrado de nubes que se efectúan en Mendoza tienen como objeto específico el aminorar la precipitación en forma de granizo. Sin embargo, este tipo de investigación puede ser aplicado para inducir una mayor precipitación acuosa en algunas otras zonas.

El río Primero tiene ya comprometido el uso de la totalidad de sus aguas y en pocos años más lo mismo acontecerá con el río Segundo.

La región de sus nacientes y las de otros ríos de Córdoba y San Luis parece ofrecer un campo propicio para experimentaciones del tipo señalado.

El valor económico del agua en este caso no necesita ser destacado pero sí debe señalarse que éste aumentará rápidamente en los próximos años.

Se considera, por lo tanto, que debe iniciarse ya un estudio de tipo sinóptico de la zona de las sierras de Córdoba y San Luis con el propósito de analizar las posibilidades de efectuar una experimentación de sembrado de nubes con el objeto de conseguir un aumento de la precipitación en esas zonas.

xiv) La importancia económica de los pronósticos de los rendimientos de las cosechas en base a datos meteorológicos es fácilmente interpretada en un país agrícola como la Argentina donde la exportación de estos productos constituye una importante fuente de divisas. Pero conviene destacar la repercusión de los mismos en la planificación de los transportes en épocas de cosecha, en la comercialización y en la previsión de disponibilidad de las divisas.

Estos estudios realizados hasta ahora en pequeña escala deben continuarse no sólo como se han ejecutado hasta el presente sino también en forma más elaborada. Será necesario realizarlos para los cultivos extensivos e intensivos elaborándolos regionalmente ya que las condiciones climáticas son

distintas en cada zona y sus parámetros tienen diferente forma de variación. En la investigación se deberán incorporar los factores climáticos que más afectan los distintos períodos del desarrollo de los cultivos para lo que no bastará un estudio de tipo exclusivamente matemático sino también se necesitará una investigación fenológica.

xv) El Archivo Nacional de Meteorología debe ser duplicado mediante métodos modernos y las copias conservadas en lugares distintos. Su valor como documento nacional irremplazable justifican los sacrificios que deban hacerse para lograr este objetivo.

xvi) El Consejo Técnico de Meteorología necesita de algunas modificaciones en su constitución para que en él puedan tener representación actividades que dependan de la meteorología y que representan un sector muy importante de la economía nacional. Así deben tener representación organismos como: Agua y Energía Eléctrica, INTA y algún otro de similar jerarquía en el quehacer meteorológico.

b) En hidrología

A pesar de la gran y valiosa tarea ya realizada por el país en la parte de observaciones hidrológicas cabe aún hacer una serie de recomendaciones en este aspecto.

i) La red hidrológica nacional debe ser incrementada de acuerdo a un plan nacional que comprenda la medición de la totalidad de los recursos hidráulicos, tanto de los que se conocen parcialmente como de aquellos de los que se tiene una ligera estimación.

Para valorar el grado de deficiencia se consideró anteriormente como valor de comparación una densidad de 0.5 estaciones por 1 000 kilómetros cuadrados. Aplicado este criterio a las cuencas de ríos de alguna importancia, hasta alcanzar esa densidad, obtenemos una deficiencia de 214 estaciones.

Cabe consignar que en el tomo IV "Recursos Hidráulicos Superficiales" de la obra Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina de 1961 del Consejo Federal de Inversiones, se citan para muchas cuencas el número de estaciones hidrológicas que serían necesarias instalar para llegar a un

conocimiento completo del recurso. Sumando aquellas necesidades llegamos a 170 estaciones, total que no comprende a cuencas o zonas sobre las que no fue hecha esa evaluación.

El criterio adoptado para señalar las deficiencias podrá ser discutido y ya fue aclarado su inconveniente, pero permite señalar que la cantidad de estaciones hidrológicas que se deben instalar es grande.

ii) En las estaciones instaladas para las mediciones de caudales, los aforos deben acompañar regularmente a las lecturas de escalas hidrométricas, pues, de lo contrario, se corre el riesgo de perder valiosos años de observaciones en aquellos cauces cuyas secciones son relativamente variables.

iii) Se deben instalar limnigrafos, en todas las estaciones en que el régimen del río lo requiera dada su rápida variación de alturas de aguas y en aquellas que por su importancia necesiten un registro más fehaciente de las mismas.

iv) Las mediciones de material en suspensión se deben completar efectuándolas en los ríos donde aún no se realizan. Estas observaciones deben llevarse a cabo no sólo con el objeto de determinar la vida útil de los embalses sino también para poder ir programando y ejecutando en el período de observaciones hidrológicas, medidas contra la erosión.

Aunque se reconoce las dificultades de las mediciones del material de acarreo, parece prudente el dedicar un esfuerzo similar a estas observaciones.

v) No sólo se deben medir los caudales de los ríos sino que también se deben medir los consumos y utilizaciones de cualquiera índole, aguas arriba de las estaciones de aforos para poder conocer el caudal natural.

vi) En los ríos que cruzan la frontera del país, tanto en los que drenan cuencas argentinas como en los que aportan caudales de países vecinos, se deben instalar escalas hidrométricas y realizar aforos en lugares lo más próximo posible al límite internacional. También se deben hacer mediciones en los ríos que constituyen ese límite.

vii) Sería de suma utilidad el promover la formación de comisiones internacionales para realizar la evaluación de los recursos hidráulicos de carácter internacional. Estas comisiones podrán estar integradas por dos o más países como sería el caso de la cuenca del Plata.

viii) Será conveniente reorganizar en el país la forma de realizar las mediciones hidrológicas. Se deben eliminar las superposiciones de jurisdicciones con que operan los distintos servicios. Un rápido análisis de la situación actual podrá determinar la forma más económica de operar y controlar las estaciones hidrológicas. Convendría revisar la forma actual de operarlas; posiblemente en algunas zonas cambiando la forma de transporte (Agua y Energía ha usado helicópteros) y en otros lugares cambiando métodos. El uso sistemático de isótopos radiactivos debe ser encarado.

Para alcanzar esos objetivos parece indicado la formación de un consejo coordinador de tareas hidrológicas integrado por los organismos dedicados a esa actividad.

ix) El consejo coordinador de tareas hidrológicas, cuya formación se propone en el punto anterior, podría también promover la formación de un organismo único nacional para el estudio integral de los recursos hídricos del país. La formación de un organismo de esa naturaleza se hace sentir en el país ya que los recursos de ese tipo comienzan a escasear en algunas zonas.

x) La determinación de las cotas de las estaciones hidrológicas debe llevarse a cabo en los primeros tiempos de la iniciación de las observaciones. Su desconocimiento impide estudios preliminares, como en el caso de la determinación del potencial hidráulico lineal.

xi) Asistencia técnica de las Naciones Unidas. Para tratar de solucionar las más urgentes deficiencias de falta de observaciones, la Empresa del Estado Agua y Energía Eléctrica, gestiona un pedido de asistencia técnica al Fondo Especial de las Naciones Unidas.

Este proyecto considera la instalación de 21 estaciones de aforos en diferentes zonas del país y la provisión de instrumental hidrológico, útiles de oficina, máquinas de escribir y calcular, material de campaña, camionetas y un helicóptero. La estimación de costos es del orden de los US\$ 250 000.

Las características de las deficiencias ya señaladas en la parte meteorológica como en la hidrológica, así como el pedido de asistencia técnica en marcha, permiten hacer algunas recomendaciones.

El proyecto para la instalación de estaciones y provisión de instrumental y material debe ser ampliado.

Con este objeto sería oportuno que un experto del Fondo Especial o de la Organización Meteorológica Mundial visitara el país para que en colaboración con los técnicos argentinos elaboraran un plan más amplio que el descrito en la parte hidrológica y que también cubriera la parte meteorológica, de acuerdo a las recomendaciones que acá se han formulado. La permanencia del experto en el país podría tener una duración de tres meses, lapso en el cual también podría elaborar el proyecto definitivo, ya que existen los elementos básicos para hacerlo.

Dada la circulación atmosférica predominante sobre las nacientes de los ríos cordilleranos y su proximidad con Chile sería conveniente que los dos países consideraran la posibilidad de elaborar un proyecto de asistencia técnica conjunta para analizar las condiciones meteorológicas reinantes con el fin de desarrollar posteriormente un plan de estimulación de la precipitación en cuencas cordilleranas contiguas de ambos países.

xii) La mayoría de las recomendaciones anotadas, tanto en meteorología como en hidrología, requieren mayores gastos o inversiones por parte de los organismos que debieran llevarlas a cabo. Estos pueden ser divididos en dos grandes ítems:

- a) Los necesarios para mejorar las observaciones actuales sin incremento de las redes actuales;
- b) Los que se requieren para la instalación de nuevas estaciones.

Desde el punto de vista de las prioridades se puede decir en términos generales que el ítem a) debe tener mayor prioridad, además de ser el que necesita menos gastos o inversiones.

En cuanto al ítem b), sus gastos e inversiones pueden ser escalonados en un plan de unos tres años que se supone es el tiempo aproximado que demandaría la realización de un plan de la magnitud señalada.