

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA**

MET-55
MET 2113 v4 c2

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
SUB-DEPTO. PROC. DE LA INF.

ARCHIVO TECNICO

**ANALISIS DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA
NACIONAL
RESUMEN, CONCLUSIONES Y COMENTARIOS
GENERALES**

Diciembre 1985

bf ingenieros civiles

El Análisis de la Red Hidrometeorológica Nacional está compuesto por los siguientes documentos:

- Resumen, conclusiones y comentarios generales
- Tomo I : Análisis de la Red Hidrometeorológica Nacional, Regiones I, II, III y IV
- Tomo II : Análisis de la Red Hidrometeorológica Nacional, Regiones V, Metropolitana, VI y VII
- Tomo III : Análisis de la Red Hidrometeorológica Nacional, Regiones VIII, IX, X, XI y XII
- Tomo IV : Evaluación de Costos de Implementación

El informe que a continuación se presenta corresponde al primer documento señalado anteriormente.

EQUIPO PROFESIONAL

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
SUBDEPARTAMENTO DE ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Director General de Aguas	:	Ing. Eugenio Lobo
Jefe de Departamento	:	Ing. Enrique García
Jefe de Subdepartamento	:	Ing. Humberto Peña
Inspector Fiscal	:	Met. Fernando Vidal

BF INGENIEROS CIVILES

Jefe de Proyecto	:	Ing. Ernesto Brown
Profesionales	:	Ings. José Rutlandt Ximena Vargas Carlos Salazar
Dibujante	:	María Angélica Ortega
Dactilografía	:	Lidia Araya

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	3
3. COMENTARIOS GENERALES	24

1. INTRODUCCION

El objetivo general de este estudio es efectuar un análisis crítico de la red hidrometeorológica existente, y proponer los mejoramientos que se estiman necesarios, para definir una red de estaciones capaz de proveer la información suficiente, para el análisis del desarrollo y planificación del aprovechamiento de los recursos hídricos en las distintas zonas del territorio nacional. Se entiende que esta red debería permitir obtener, a un costo mínimo de inversión, operación y mantención, las características esenciales de los parámetros meteorológicos que conciernen directamente a los problemas hidrológicos; dichas características principales se refieren a todos los valores promedios y extremos que definen la distribución estadística de las variables.

El análisis crítico de la red hidrometeorológica se realiza considerando principalmente las estaciones pertenecientes a la Dirección General de Aguas (DGA), Dirección Meteorológica de Chile (DMC), Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG); adicionalmente, el análisis de diversos estudios anteriores relativos a la evaluación y aprovechamiento de los recursos hídricos, permite enjuiciar la red existente desde el punto de vista de la detección de zonas en las que existen déficits manifiestos de información.

Por otra parte, debe considerarse que una red hidrometeorológica corresponde a un sistema organizado de estaciones meteorológicas, interrelacionadas espacial y temporalmente, destinadas a recolectar conjuntos de datos para que, junto a la información que entrega la red fluviométrica, puedan satisfacerse

los distintos requerimientos de información que plantean los diferentes sectores del país. De acuerdo a esto los mejoramientos propuestos deben considerar algunos aspectos de carácter general, que a su vez permiten diseñar una metodología de trabajo, que dicen relación con la definición de una densidad de estaciones apropiada, con la adecuada caracterización de los diferentes regímenes hidrometeorológicos y con la maximización del aprovechamiento de la red existente tanto en cuanto a las estaciones como al instrumental en operación.

En lo que sigue de esta separata, se exponen las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan del estudio realizado. Estas conclusiones y recomendaciones constituyen también, las proposiciones globales formuladas para lograr el mejoramiento del proceso de recopilación de información hidrometeorológica para cumplir con las necesidades hidrológicas; dichas conclusiones y recomendaciones se encuentran avaladas por los análisis y considerandos que se presentan en los tomos I, II y III que constituyen el informe del trabajo realizado; además, en los tomos señalados pueden encontrarse todas las proposiciones y recomendaciones mas específicas relativas a cada estación hidrometeorológica individual.

Al final de esta separata, se presentan algunas consideraciones de carácter mas general que atañen a la red en su conjunto; estas se derivaron del conocimiento general sobre el problema que el grupo consultor adquirió durante el estudio y, parece de interés dejarlas puntualizadas.

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan del estudio realizado pueden resumirse como sigue:

A. En relación a la red hidrometeorológica existente.

1. La red hidrometeorológica existente en las diferentes regiones del país, que incluye desde la más simple configuración, un pluviómetro, hasta estaciones más completas, está constituida fundamentalmente por estaciones operadas por la D.G.A. y D.M.C., presentando las características generales señaladas en la Tabla I.
2. De acuerdo a lo consignado en la Tabla I, un total de 703 estaciones se encuentra en operación en la actualidad. De este total, 226 se ubican entre las regiones I y IV (sector norte); 244 entre las regiones V y VII (sector central) y 233 entre las regiones VIII y XII (sector sur).

TABLA I

DISTRIBUCION Y COBERTURA ESPACIAL MEDIA DE LAS ESTACIONES
HIDROMETEOROLOGICAS DE LA RED EXISTENTE

REGION	AREA (km ²)	NUMERO DE ESTACIONES				COBERTURA ESPACIAL MEDIA (km ² /estación)
		D.G.A.	D.M.C.	OTROS	TOTAL	
I	54.400	43	17	2	62	877
II	128.550	34	3	-	37	3.474
III	52.600*	19	14	-	33	1.593
IV	34.000*	55	36	3	94	361
SUBTOTAL 1	269.550	151	70	5	226	1.193
V	12.433*	34	44	4	82	152
Metrop.	11.455*	19	24	2	45	255
VI	11.950*	24	26	7	57	210
VII	23.225*	29	20	11	60	387
SUBTOTAL 2	59.063	106	114	24	244	242
VIII	29.250*	25	16	5	46	636
IX	29.480*	25	24	3	52	567
X	65.260*	7	31	30	68	960
XI	99.750*	10	12	19	41	2.433
XII	103.380*	11	15	-	26	3.976
SUBTOTAL 3	327.120	78	98	57	233	1.404
TOTAL	655.733	335	282	86	703	933

(*) Nota.- La superficie considerada no incluye la zona en la cual la precipitación es fundamentalmente de tipo nival.

3. La red existente está configurada por 336 estaciones operadas por la D.G.A., 282 por la D.M.C. y 85 por otras instituciones; de estas últimas, la mayoría pertenecen a ENDESA.
4. Para efectos del análisis de la red existente se jerarquizaron las estaciones asimilándolas al tipo más aproximado dentro de las categorías definidas, a saber:
 - Estación Hidrometeorológica completa (tipo A): mide precipitación, temperatura, humedad, evaporación, radiación solar, viento y estado del tiempo.
 - Estación termopluvioevaporimétrica (tipo B): mide precipitación, temperatura, evaporación y estado del tiempo.
 - Estación Termopluviométrica (tipo C): mide precipitación, temperatura, y estado del tiempo.
 - Estación Pluviométrica (tipo D): mide precipitación y estado del tiempo.

En la Tabla II se presenta la distribución regional de la red hidrometeorológica existente, según el tipo de estación señalado.

TABLA II

DISTRIBUCION DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA EXISTENTE
SEGUN TIPO DE ESTACIONES

REGION	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TOTAL
I	7	11	6	38	62
II	7	13	2	15	37
III	4	5	-	24	33
IV	10	13	6	65	94
SUBTOTAL 1	28	42	14	142	226
V	11	6	2	63	82
Metrop.	15	2	3	25	45
VI	7	3	5	42	57
VII	13	3	5	39	60
SUBTOTAL 2	46	14	15	169	244
VIII	4	5	6	31	46
IX	4	8	5	35	52
X	11	13	12	32	68
XI	4	10	4	23	41
XII	5	8	3	10	26
SUBTOTAL 3	28	44	30	131	233
TOTAL	102	100	59	442	703

5. La cobertura espacial de la red existente al considerar sólo los principales sistemas hidrográficos de las grandes zonas consideradas para el sector norte del país, se consigna en las Tablas III y IV, por subzonas que pueden considerarse razonablemente homogéneas desde el punto de vista hidrometeorológico.

TABLA III

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA
EXISTENTE PARA SISTEMAS HIDROGRAFICOS PRINCIPALES
DEL NORTE GRANDE

SECTOR	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Cuencas con drenaje al océano	388	4.900	552	721
Cuencas Altiplánicas	-	-	708	708
Cuenca del río Loa	-	1.842	760	1.268
Salar de Atacama	-	2.993	1.660	2.231

TABLA IV

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA
EXISTENTE PARA CUENCAS HIDROGRAFICAS
PRINCIPALES DEL NORTE CHICO

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Copiapó	-	591	2.030	1.027
Huasco	297	343	247	279
Elqui	98	254	254	237
Limarí	869	206	233	235
Choapa	370	216	353	280

6. La cobertura espacial existente al considerar sólo las principales hoyas hidrográficas de la zona central del país se consigna en la Tabla V, por subzonas que pueden considerarse razonablemente homogéneas desde el punto de vista hidrometeorológico.

TABLA V

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA
EXISTENTE PARA CUENCAS HIDROGRAFICAS PRINCIPALES
DEL SECTOR PETORCA-MAULE

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Petorca	67	97	238	116
Ligua	-	81	183	121
Aconcagua	303	108	187	130
Maipo	730	278	233	286
Rapel	230	200	163	192
Mataquito	244	314	225	264
Maule	-	423	301	406

7. La cobertura espacial existente al considerar sólo las principales hoyas hidrográficas de la zona Itata-Petrohué se consigna en la Tabla VI, por subzonas que pueden considerarse razonablemente homogéneas desde el punto de vista hidrometeorológico.

TABLA VI

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA POR ZONAS
EXISTENTE PARA CUENCAS HIDROGRAFICAS PRINCIPALES DEL SECTOR
ITATA - PETROHUE

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Itata	780	1.047	542	700
Bíobío	-	402	1.028	545
Imperial	610	430	455	440
Toltén	-	463	416	482
Valdivia	447	788	650	708
Bueno	-	688	-	1.134
Mauñín	-	591	-	900
Petrohué	-	463	1.149	610

8. Para aquellas zonas y cuencas más importantes que se ubican al sur del río Petrohué, la cobertura espacial de la red existente se presenta en la Tabla VII.

TABLA VII

COBERTURA ESPACIAL DE LA RED EXISTENTE AL SUR DEL RIO PETROHUE

CUENCA O SECTOR	COBERTURA ESPACIAL km ² /estación
Isla Grande de Chiloé	1.620
Puelo	454
Yelcho	582
Palena	1.055
Cisnes	1.299
Aysén	1.174
Baker	1.593
Pascua	2.725
Gallegos	1.887
Serrano	1.927
Tierra del Fuego	8.950

B. En relación a la información registrada.

1. Como apreciación general acerca de la calidad y extensión de los registros, se puede decir que gran parte de las estaciones existentes cuentan con una longitud inferior a 30 años; además, una cantidad significativa de estaciones presenta discontinuidades en su control.

2. En el sector norte del país, comprendido entre las Regiones I y IV, se aprecia gran discontinuidad en los registros, lo que se agrava más dado que la longitud de las estadísticas normalmente es pequeña; esta situación se observa principalmente en las Regiones I y II.
 3. Para la Zona Central, Regiones V a IX, la situación, en cuanto a continuidad y extensión de los registros es bastante mejor, comparativamente a la zona norte. Sin embargo también se aprecian muchas estaciones cuya estadística presenta frecuentes interrupciones.
 4. En el sector sur, que comprende las Regiones X a XII, se puede apreciar que, principalmente, en las Regiones XI y XII existe un número importante de estaciones cuya instalación es relativamente reciente. Adicionalmente, es posible detectar que una gran cantidad de estos registros presenta interrupciones
- C. En relación a la red hidrometeorológica propuesta.
1. La red hidrometeorológica ha sido concebida como la red mínima de control destinada a satisfacer los requerimientos básicos de información para el desarrollo y planificación de los recursos hídricos del país.
 2. La red propuesta está constituida por un total de 622 estaciones, cuya nómina se incluye en el Anexo II de los tomos I, II y III del informe y en los planos adjuntos. Del total de estaciones que integran la red mínima propuesta, 438 son estaciones existentes y 184 corresponden a estaciones nuevas. Las características generales de la red se presentan en la Tabla VIII.

TABLA VIII

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA

REGION	AREA (km ²)	ESTACIONES EXISTENTES				ESTAC. NUEVAS	TOTAL	COBERTURA ESPACIAL MEDIA (km ² /estac.)
		D.G.A.	D.M.C.	OTROS	TOTAL			
I	54.400	32	3	1	36	17	53	1.026
II	128.550	26	1	-	27	10	37	3.474
III	52.600*	17	7	-	24	12	36	1.461
IV	34.000*	38	11	1	50	12	62	548
SUBTOTAL 1	269.550	113	22	2	137	51	188	1.434
V	12.433*	31	16	-	47	12	59	211
Metrop.	11.455*	16	15	-	31	9	40	286
VI	11.950*	15	12	5	32	5	37	323
VII	23.225*	22	11	6	39	21	60	387
SUBTOTAL 2	59.063	84	54	11	149	47	196	301
VIII	29.250*	20	7	3	30	21	51	574
IX	29.480*	19	6	1	26	12	38	627
X	65.260*	5	19	19	43	25	68	960
XI	99.750*	9	8	14	31	14	45	2.217
XII	103.380*	10	12	-	22	14	36	2.872
SUBTOTAL 3	327.120	63	52	37	152	86	238	1.374
TOTAL	655.733	260	128	50	438	184	622	1.054

(*) Nota: La superficie considerada no incluye la zona en la cual la precipitación es fundamentalmente de tipo nival.

3. De acuerdo a los valores indicados en la tabla señalada se advierte que a nivel regional los valores de cobertura espacial de la red propuesta para las regiones II, III, VII, X y XI resultan similares a la situación actual. En cambio, para las regiones I, IV, V, Metropolitana, VI y IX la cobertura espacial de la red propuesta es mayor (densidad mayor) en relación a la red existente; finalmente para las regiones VIII y XII la densidad de la red propuesta es mayor (cobertura espacial mas baja) que la actual. Cabe señalar que a pesar de que el número de estaciones, que constituyen la red mínima propuesta, es menor al actual; la distribución espacial de estaciones es más racional en la red propuesta.

4. Un resumen comparativo entre la situación actual y la situación propuesta, a nivel global, en cuanto a número de estaciones, según los valores de las Tablas I y VIII, señala lo siguiente:

- Estaciones Existentes en la Red Actual : 703
- Estaciones de la Red Mínima Propuesta : 622

- Actualmente Existentes : 438
- Estaciones Nuevas : 184

Total 622

- Estaciones Existentes No Consideradas : 265

- Estaciones DGA no consideradas : 75
- Estaciones de otras instituciones : 190

Total 265

5. A continuación se presenta una relación de la distribución de las estaciones que constituyen la red propuesta; en las Tablas IX y X se presenta la situación general para las zonas del Norte Grande y del Norte Chico, respectivamente.

TABLA IX

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA
PARA EL NORTE GRANDE

SECTOR	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Cuencas con drenaje al océano	388	2.450	735	756
Cuencas Altiplánicas	-	-	1.097	1.097
Cuenca del río Loa	-	3.157	844	1.743
Cuenca del Salar de Atacama	-	2.993	1.660	2.231

TABLA X

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA
PROPUESTA PARA EL NORTE CHICO

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Copiapó	-	945	870	941
Huasco	594	457	371	419
Elqui	195	508	285	347
Limarí	869	375	336	382
Choapa	555	396	352	399

6. En la Tabla XI se presenta una relación de las estaciones para las cuencas más importantes entre las regiones V y VII; en ella se puede apreciar que la cobertura a nivel de cuenca varía aproximadamente en sentido norte-sur, entre 180 y 406 km²/estación.

TABLA XI

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA
PARA CUENCAS HIDROGRAFICAS PRINCIPALES

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Petorca	134	155	238	180
Ligua	-	163	183	197
Aconcagua	303	207	140	186
Maipo	365	345	150	279
Rapel	230	397	193	302
Mataquito	366	471	270	360
Maule	(*)	494	237	406

7. En las Tablas XII y XIII se presenta una relación de las estaciones propuestas para las cuencas más importantes de la zona sur del país; en ellas se puede apreciar, para el sector norte de esta zona (Itata-Petrohué), una cobertura espacial relativamente homogénea entre 500 y 750 km²/estación. Cabe señalar que para la cuenca del río Bueno resulta un valor de 992 km²/estación, dado que algunas estaciones destinadas a cubrir esta cuenca se ubican en el sector limítrofe de las hoyas vecinas.

(*) Nota.: Valor no considerado por no resultar representativo de la situación descrita dada las condiciones particulares del sector.

TABLA XII

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA
PARA CUENCAS HIDROGRAFICAS PRINCIPALES DEL SECTOR ITATA-PETROHUE

CUENCA	SUB ZONA			TOTAL (km ² /estación)
	COSTERA (km ² /estación)	INTERMEDIA (km ² /estación)	ALTA (km ² /estación)	
Itata	780	664	464	516
Bíobío	-	728	598	701
Imperial	610	761	455	699
Toltén	550	740	499	613
Valdivia	447	700	813	680
Bueno	360	740	5.525	992
Mauñín	772	739	-	750
Petrohué	-	-	766	610

De lo consignado en la Tabla XIII se aprecia que para el sector sur (Puelo-Gallegos) la cobertura espacial, a nivel de cuenca, varía aproximadamente entre 800 y 1.500 km²/estación, a medida que aumenta la latitud.

TABLA XIII

COBERTURA ESPACIAL RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA
AL SUR DEL RIO PETROHUE

CUENCA O SECTOR	COBERTURA ESPACIAL km ² /estación
Isla Grande de Chiloé	1.157
Puelo	625
Yelcho	816
Palena	924
Cisnes	1.299
Aysén	1.064
Baker	1.593
Pascua	1.863
Serrano	1.445
Gallegos	1.415
Tierra del Fuego	3.356

8. La red propuesta, según el tipo de estaciones señalado anteriormente se consigna en la Tabla XIV. Cabe señalar que algunas estaciones operan actualmente con una categoría diferente a la asignada en la red mínima, como se desprende del análisis detallado que se presenta en los Anexos I y II de los Tomos I, II y III del informe. Esta situación generaría una eventual reasignación del instrumental liberado, entre aquellas estaciones que bajarían de categoría y aquellas que operarían como estaciones más completas; o bien, dicha transferencia podría realizarse hacia aquellas instalaciones nuevas si fuera más apropiado.

TABLA XIV

DISTRIBUCION DE LA RED HIDROMETEOROLOGICA PROPUESTA
SEGUN TIPO DE ESTACION

REGION	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TOTAL
I	13	9	13	18	53
II	11	7	13	6	37
III	6	9	11	10	36
IV	10	12	15	25	62
SUBTOTAL 1	40	37	52	59	188
V	9	6	4	40	59
Metropolitana	7	2	4	27	40
VI	5	5	1	26	37
VII	6	9	4	41	60
SUBTOTAL 2	27	22	13	134	196
VIII	6	5	5	35	51
IX	3	6	4	25	38
X	13	8	9	38	68
XI	7	7	6	25	45
XII	4	6	9	17	36
SUBTOTAL 3	33	32	33	140	238
TOTAL	100	91	98	333	622

9. A partir de lo señalado en las Tablas II y XIV se puede apreciar que la red propuesta muestra un número total similar de estaciones de tipo A y B, en relación a la red existente. En efecto, las estaciones de tipo A pasan de 102 a 100 y las de tipo B de 100 a 91; a pesar de lo anterior se puede apreciar que existe un claro mejoramiento en la distribución de dichas estaciones. En relación a las estaciones de tipo C se observa un claro aumento de 59 a 98, mientras que para las estaciones de tipo D se advierte una disminución de 442 a 333; cabe señalar que a nivel de cada región, en la situación propuesta, se aprecian tanto aumentos como disminuciones del número de estaciones de acuerdo a cada situación en particular.
10. En la Tabla XV se presenta, en términos globales, un panorama general de la situación que resulta, desde el punto de vista de los instrumentos, de la proposición de la red mínima. En ella se puede apreciar la cantidad total de instrumentos que consulta la red, además se entregan los totales correspondientes tanto a estaciones D.G.A. como a estaciones nuevas. En forma adicional se entrega el número de instrumentos no incluidos en la red, considerando el total de estaciones y las estaciones D.G.A. solamente.
11. Una comparación entre la situación existente y la propuesta, en cuanto al número de instrumentos, a partir de la información proporcionada por la Tabla XV, señala lo siguiente:

- Total de instrumentos que componen la red existente:	1.848.-
- Número de instrumentos D.G.A. de la red existente:	867
- Número de instrumentos de otras instituciones en la red actual:	981
Total	1.848
- Total de instrumentos que componen la red propuesta:	2.484
-Total de instrumentos actualmente existentes:	1.224
- Número de instrumentos D.G.A. existentes:	709
- Número de instrumentos existentes de otras instituciones:	515
Total	1.224
-Total de instrumentos que se agregan a la red:	1.260
- Número de instrumentos correspondientes a estaciones nuevas:	441
- Número de instrumentos que se agregan a estaciones D.G.A. :	470
- Número de instrumentos que se agregan a estaciones de otras instituciones:	349
Total	1.260
TOTAL	2.484

- Total de instrumentos no considerados en la red propuesta:	624
- Número de instrumentos D.G.A. no considerados:	158
- Número de instrumentos de otras instituciones no considerados:	466
Total	624

12. A continuación se presenta un esquema general, en el cual se visualiza, desde el punto de vista de los instrumentos, la situación que presenta la red mínima propuesta. Dicha red está constituida por un total de 2.484 instrumentos, de estos un 49% corresponde a instrumentos existentes y un 51% a instrumentos nuevos. Adicionalmente se puede apreciar que del total de instrumentos existentes que componen la red propuesta, un 29% corresponde a estaciones D.G.A. y el 20% restante a estaciones pertenecientes a otras instituciones. Con respecto a los instrumentos nuevos un 18% corresponde a estaciones nuevas, un 19% a estaciones D.G.A. ya existentes y un 14% a estaciones operadas por otras instituciones.

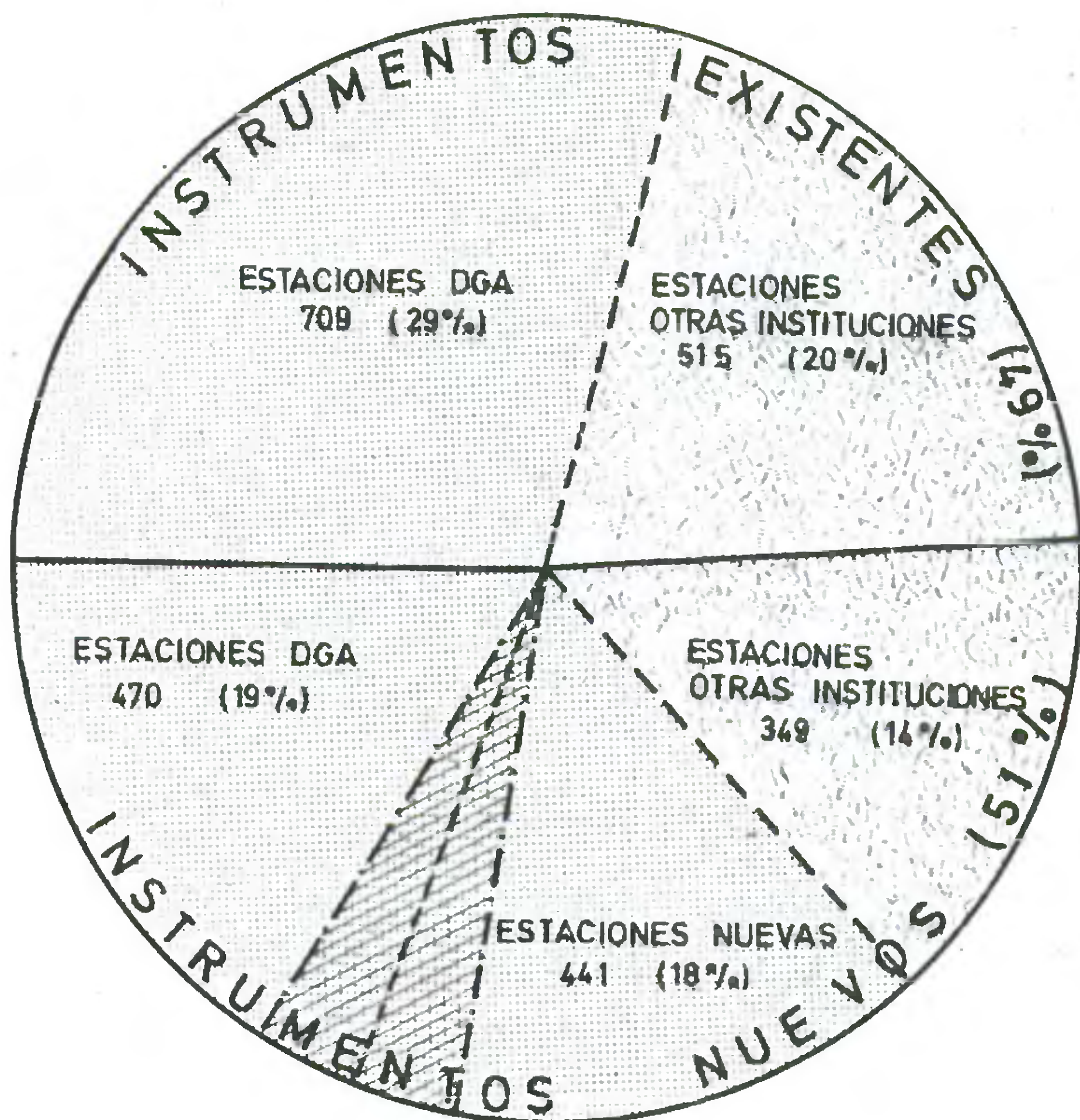
Cabe señalar que en la red propuesta no se incluye una cantidad apreciable de instrumentos existentes, los cuales eventualmente podrían ser reubicados. En el esquema aludido se señala el porcentaje de instrumentos D.G.A. que podrían ser reubicados, con respecto al número de instrumentos nuevos que se incorporan, ya sea en las estaciones nuevas o en las estaciones D.G.A.; es necesario enfatizar que para las estaciones D.G.A., a lo largo del país, todo el instrumental no considerado en la red propuesta puede ser reubicado.

TABLA XV

NUMERO DE INSTRUMENTOS DE LA RED EXISTENTE Y PROPUESTA

REGION	N° DE INSTRUMENTOS DE LA RED EXISTENTE	N° DE INSTRUMENTOS D.G.A. DE LA RED EXISTENTE	N° DE INSTRUMENTOS EXISTENTES NO CONSIDERADOS EN LA RED PROPUESTA	N° DE INSTRUMENTOS D.G.A. NO CONSIDERADOS EN LA RED PROPUESTA	N° DE INSTRUMENTOS NUEVOS DE LA RED PROPUESTA	N° DE INSTRUMENTOS NUEVOS EN ESTACIONES D.G.A.	N° DE INSTRUMENTOS CORRIENTES A ESTACIONES NUEVAS	TOTAL INSTRUMENTOS DE LA RED PROPUESTA
I	161	113	50	25	156	86	54	267
II	154	132	36	21	116	57	53	234
III	88	43	22	2	111	43	59	177
IV	211	147	62	25	124	57	36	273
SUBTOTAL 1	614	435	170	73	507	243	196	951
V	162	79	52	7	105	51	22	215
Metrop.	155	66	66	13	55	34	16	144
VI	119	40	51	14	40	19	7	108
VII	170	88	47	23	85	15	45	208
SUBTOTAL 2	606	273	216	57	285	111	90	675
VIII	107	54	38	7	87	23	43	156
IX	103	51	46	12	63	30	22	120
X	205	8	84	4	156	16	48	277
XI	122	14	31	3	95	24	18	186
XII	91	32	39	2	67	23	24	119
SUBTOTAL 3	628	159	238	28	468	116	155	858
TOTAL	1.848	867	624	158	1.260	470	441	2.484

ESQUEMA GLOBAL DE LA RED PROPUESTA



AREA ACHURADA: Fracción de instrumentos nuevos correspondiente a estaciones nuevas y estaciones DGA que podría ser cubierta por instrumentos DGA existentes no considerados en la Red Propuesta.

13. En relación a aquellas zonas consideradas remotas, caracterizadas por sus difíciles condiciones de acceso, se ha considerado la ubicación de estaciones, de tipo automático de manera de satisfacer en parte los requerimientos de información de dichos sectores. Para el sector norte del país, Regiones I a IV, se propone la ubicación de este tipo, de estaciones en los sectores altos de las cuencas de los ríos Loa, Copiapó y Huasco. También se consulta la ubicación de estaciones automáticas en el sector de la Puna de Atacama y en la vertiente oriental de la Cordillera de Domeyko. Para la zona central, que comprende las regiones V a VII, se han considerado las hoyas altas de los ríos Aconcagua y Rapel. Finalmente para el sector sur, Regiones VIII a XII se ubicarían estaciones automáticas en las cuencas de los ríos Baker y Pascua, en los sectores correspondientes a los Campos de Hielo Norte y Sur respectivamente.
14. En relación a los costos que significa para la D.G.A. la implementación y mantención de la red propuesta, señalados en el Tomo IV del informe, se puede señalar lo siguiente:
- Los costos totales de inversión resultan del orden de \$76 millones; esta cifra podría reducirse a \$62 millones si se considera reubicación de instrumentos.
 - Los costos totales de mantención en los que incurriría la D.G.A., considerando estaciones nuevas y D.G.A. existentes integrantes de la red mínima, resultan del orden de \$6,4 millones. En relación a la situación actual el aumento de los costos de mantención, considerando los en función del porcentaje del capital instalado, resulta del orden de \$2,3 millones.

- En relación a los costos de operación en que incurriría la D.G.A. corresponden a aproximadamente \$12,5 millones. Siendo el costo marginal resultante del orden de \$6,6 millones.

3. COMENTARIOS GENERALES

Sobre la base del análisis de la red hidrometeorológica existente, y según las necesidades de información para fines hidrológicos, que se dan y se pueden prever en las distintas zonas geográficas del territorio nacional, en este estudio se realizó una proposición de red hidrometeorológica mínima, pretendiendo compatibilizar los tres objetivos principales que se señalan a continuación:

- cuantificar en forma apropiada las variables hidrometeorológicas principales del régimen hidrológico, en las distintas zonas del territorio nacional. Esto, en términos de lograr una cobertura espacial apropiada, y, concibiendo que la red de estaciones provea de información suficiente, como para poder estimar valores medios y extremos de las variables, además de su comportamiento como serie de tiempo.
- aprovechar en la mejor forma posible las instalaciones e instrumental existente en la actual red hidrometeorológica.
- incurrir en costos de inversión, mantención y operación razonables de acuerdo a los objetivos anteriormente planteados.

El análisis de la proposición realizada y su comparación con la red actualmente existente, además del análisis de diversos antecedentes que los consultores tuvieron a su disposición para este estudio y que permitieron mejorar su conocimiento general sobre esta materia, llevan a la formulación de los siguientes comentarios:

- 1) El número total de estaciones que componen la red no varía significativamente en relación a la red existente, a pesar de que la distribución geográfica de las estaciones permite mejorar en forma importante la cobertura espacial.
- 2) Hay un número significativo de estaciones actualmente existentes que no quedan consideradas en la red hidrometeorológica propuesta. Si estas estaciones se dejan de operar, se liberarán algunos instrumentos que podrían utilizarse en las nuevas estaciones propuestas. Sin embargo, al respecto, cabe recordar que la red hidrometeorológica propuesta tiene como objetivo fundamental recopilar información para fines hidrológicos, y algunas de las estaciones no consideradas pueden tener finalidades distintas muy justificadas (principalmente aquellas pertenecientes a instituciones distintas a la D.G.A.). En consecuencia, las instituciones a cargo, en muchos casos, podrán decidir mantener en operación dichas estaciones, con lo que los instrumentos no quedarán liberados. Por otro lado, la información que se continúe recopilando en estas estaciones, podría no ser de interés superfluo para fines hidrológicos; por lo tanto, una vez tomada la decisión de continuar la operación de alguna estación no incorporada a la red mínima, la D.G.A. debería evaluar, caso por caso, la conveniencia de integrar esa información a su Banco de Datos, con el fin de mejorar el nivel de información proporcionado por la red mínima.
- 3) Existe un número significativo de estaciones nuevas que es necesario incorporar a la red para constituir la red mínima, en el menor plazo posible compatible con los

recursos económicos disponibles. Partiendo de la base que los recursos económicos son limitados, es necesario establecer un programa de implementación de estaciones que permita cubrir primero aquellas zonas con mayores necesidades de información.

- 4) Dado que la red hidrometeorológica es operada por diferentes instituciones, siendo las principales la D.G.A. y la D.M.C., es necesario establecer los mecanismos de coordinación y programas de cooperación, que permitan llevar adelante una acción coordinada, de modo de poder aprovechar en forma adecuada la información recopilada, para satisfacer los objetivos básicos de la red, sin perjuicio de los objetivos específicos de cada institución en particular.
- 5) Habiéndose detectado en los análisis realizados durante el estudio, que resultan frecuentes las interrupciones en los registros de algunas estaciones o la discontinuidad de las instalaciones, parece importante hacer presente que, para estaciones que integran una red con fines hidrológicos, resulta fundamental mantener la continuidad, tanto en los registros como en la ubicación. Esto, considerando que en muchas aplicaciones hidrológicas, las variables registradas son utilizadas como índice de distintos eventos, y se requiere que estos índices sean homogéneos, para extraer conclusiones válidas de los análisis probabilísticos y estadísticos que con ellos se realizan. Además, la necesidad de mantener la continuidad, tanto de los registros como de la ubicación de las estaciones, posibilita, a través de evaluaciones periódicas, determinar el comportamiento de la red, tanto en cuanto a su representatividad como en cuanto a las decisiones relativas a su evolución.