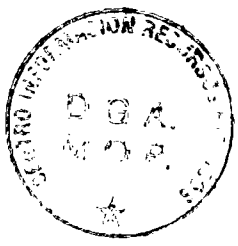
**SEMINARIO**

***EL AGUA UNA PERSPECTIVA SUSTENTABLE***

# SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LOS RECURSOS HIDRICOS Y SU APROVECHAMIENTO

**CARLOS SALAZAR MENDEZ**



*ORGANIZA LA I.MUNICIPALIDAD DE COYHAIQUE Y CAPITULO REGIONAL DE AYSEN DE LA ASOCIACION CHILENA DE MUNICIPALIDADES*

**COYHAIQUE**
**JUNIO-1996**

# SITUACION ACTUAL Y FUTURA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y SU APROVECHAMIENTO

**Carlos Salazar Méndez**

REH-650
c.1

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenido que ha experimentado el país en los últimos años ha generado una fuerte y cada vez mayor presión sobre los recursos naturales a lo largo del país, en particular los recursos hídricos.

El crecimiento demográfico la diversificación y desarrollo de la actividad industrial la consolidación del sector forestal, el incremento de la superficie de riego, el crecimiento del sector hidroeléctrico y de la minera ha venido generando altas demandas sobre el agua, creando o agudizando conflictos entre usuarios, en especial en épocas de escasez.

Por su parte asociado el uso y reuso del agua va produciendo un gradual deterioro de la calidad del recurso a través de la generación de aguas residuales, en la mayoría con poco o nulo tratamiento, por efecto de la denominada contaminación difusa desde áreas agrícolas o agroforestales, el cambio de uso de suelo que trae aparejado incrementos en las tasas de aporte de sedimentos en los cauces, embanques en ríos o efectos de inundaciones.

De lo anterior se desprende que una gestión adecuada del recurso hídrico requiere disponer de un conocimiento de las características del recurso en cuanto a cantidad, calidad distribución, resultando de fundamental importancia contar con antecedentes relativos a su uso y sus proyecciones.

Ambos aspectos resulta esenciales en la perspectiva de la asignación de derechos de aprovechamiento y la administración del recurso hídrico, a objeto de lograr una sustentabilidad en el largo plazo.

## II DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Nuestro país presenta una amplia variabilidad en la distribución del recurso hídrico, pasando de zonas desérticas en los cuales la precipitación media anual es nula a regiones húmedas con precipitaciones promedio anual que superan los 3.000 mm.

A nivel comparativo Chile, en términos globales, presenta una disponibilidad del recurso en términos de precipitación alrededor de dos veces promedio mundial y muy similar al promedio sudamericano; por su parte en términos de escorrentía total la diferencia respecto del nivel mundial se incrementa aproximadamente cuatro veces y respecto de Sudamérica aproximadamente el doble. Sin embargo considerando las regiones extremas del país se puede observar que la diferencia existente es extremadamente alta, variando en más de 50 veces en términos de precipitación y del orden de centenas de veces respecto de la escorrentía.(Fig 1)

Resulta interesante analizar la disponibilidad del recurso por habitante a lo largo del país, a través de lo cúal se puede observar la gran variación existente. La figura 2, muestra en forma comparativa la disponibilidad "per cápita"expresada en ($m^3$/hab/año) entre las regiones I y X, apreciándose un fuerte crecimiento a partir de la VI Región del sur; variando entre aproximadamente 10.000 $m^3$ /hab/año hasta cerca de 170.000 $m^3$/hab/año. Cabe hacer presente que desde la Región Metropolitana al norte la disponibilidad resulta inferior a 1.000 $m^3$/hab/año, incluyendo las regiones del Norte Grande cuya disponibilidad se reduce a la mitad de ese valor.

De la Región de los Lagos (X Región) hacia el Sur la disponibilidad anual per cápita aumenta sustancialmente, llegando a un valor cercano a 380.000 $m^3$/año en la XI Región ( Fig. 3).

Lo anterior configura un cuadro en el cual se puede apreciar que el recurso hídrico puede constituir una fuerte limitante para el desarrollo en tanto que en otras zonas sustenta sistemas hidrologicos actualmente muy poco intervenidos con un enorme potencial y que se constituyen en una reserva natural de la mayor importancia.

## III. RECURSOS HIDRICOS EN LA REGION DE AYSEN

Las cuencas de la zona pueden dividirse en cuencas de la vertiente Pacífico, y que corresponden a aquellas que drenan hacia el Oceáno del mismo nombre. Se caracterizan por ser de pequeño tamaño, corto desarrollo y pendiente fuerte, entre estas se puede señalar las cuencas del los rios Cuervo, Huemules, Exploradores, etc.

Por otra parte existen las denominadas cuencas trasandinas que drenan hacia la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, caracterizándose por cauces caudalosos de gran longitud, baja pendiente y con sistemas lacustres desarrollados. Entre estos se puede mencionar los rios Palena. Cisnes, Aysen, Baker y Bravo.

En la región existe un sistema lacustre bastante desarrollado, el Catastro nacional de Lagos de la Dirección General de Aguas ha identificado mas de 90 lagos con 4.890

km2 de lagos, existiendo 6 de ellos con superficie mayor a 100 km2. Dichos cuerpos sin lugar a dudas son una reserva hídrica de la mayor calidad.

Por su parte las áreas englaciadas son un elemento distintivo de la región, los Campos de Hielo conjuntamente abarcan una superficie del orden de 7.000 km2, constituyéndose en un elemento de reserva y regulación hídrica de la mayor relevancia.

En términos de balance hídrico las principales cuencas de la zona muestran variabilidad espacial; en efecto considerando la precipitación media anual (mm/año) la cuenca del rio Palena, con 9.000 mm/año, supera largamente al resto de las hoyas y al promedio regional, que alcanza del orden de 3.200 mm/año. Es destacable que las cuencas ubicadas en la zona costera y de archipiélago presentan pluviosidades altas, que en general supera en aproximadamente dos veces los valores de la mayoría de las otras cuencas. Respecto de la escorrentía los valores oscilan entre 1700 y 3000 mm/año, siendo los caudales medios proporcionales al tamaño de la cuenca. ( Fig. 4).

## IV.- DEMANDA Y DISPONIBILIDAD

Como se ha señalado el recurso distribuye muy desigualmente a lo largo del país, por tra parte la demanda del recurso asociada a la actividad productiva y los asentamientos humanos presenta una distribución que no coincide con la disponibilidad. En efecto las demandas actualmente se concentran principalmente en la parte central del país (regiones V a VIII), cabe precisar que a pesar de no ser muy altas en cantidad la demanda hídrica existene en la zona norte del país resulta muy fuerte respecto de la disponibilidad.

En términos de caudal total a nivel regional, la disponibilidad crece significamente a partir de la VII Región con valores del orden de 750 $m^3/s$ como caudal medio anual y poco menos 500 $m^3/s$ como caudal anual con probabilidad de excedencia 85 %.

Es posible advertir que las regiones X, XI y XII presentan caudales significativamente superiores al resto del país; la Región de Aysén presenta valores a nivel regional que superan los 10.000 $m^3/s$ como caudal promedio anual y alcanza a unos 8.000 $m^3/s$ de caudal anual con probabilidad de excedencia 85 %. (Figura 5)

Por su parte la demanda actual presenta una notable concentración entre las regiones V y VIII tanto en lo referente a los usos consuntivos como en los usos no consuntivos en la zona central del país el uso consuntivo bordea los 170 $m^3/s$ (regiones Metropolitana, VI y VII). En tanto que los usos no consuntivos en esa zona están bajo los 200 $m^3/s$, a excepción de la VII Región en la cual la Cuenca del río Maule tiene un alto desarrollo hidroeléctrico.

Comparativamente a escala nacional se puede observar que la Región de Aysén no representa para la situación actual una demanda significativa por cuanto la región presenta una densidad demográfica escasa asociada a una actividad productiva que ha sido históricamente baja, fundamentalmente debido a condiciones de inaccesibilidad y lejanía de los polos de desarrollo. (Figura 6).

A nivel nacional puede señalarse que la demanda actual está dividida en un 32% en usos consuntivos y un 68% en usos no consuntivos, de estos últimos el uso hidroelectrico es el mas importante representando mas del 95% del total. La distribución de los usos no consuntivos a nivel de país se concentra principalmente en el riego (84%), siguiendo el industrial con 7%, minería 5% y agua potable 4%

En otro orden de ideas las proyecciones que ha efectuado la Dirección General de Aguas respecto de la evolución en el tiempo de la demanda del recurso hídrico se basan en el análisis de las tendencias de crecimiento de los distintos sectores productivos (minería, industria, agricultura, silvicultura, etc), teniendo tambien en cuenta aspectos vinculados a la incorporación de tecnologías que permiten ser mas eficientes en el uso del agua.

A partir de dichas consideraciones y para un horizonte de 25 años se estima el crecimiento de la demanda en un marco regional a lo largo del país, dicha proyección permite identificar áreas donde la situación se puede tornar critica debido a la escasez de oferta del recurso como tambien conocer cambios significativas que pueden producirse en zonas de poca explotación donde los énfasis se estan dando en temas de protección y preservación como es el caso de la XI Región.

A nivel sectorial en términos relativos, dentro de los usos consuntivos, el sector industrial presenta un crecimiento que duplica su demanda dentro de un horizonte de 25 años ( año 2017), asimismo tanto el sector agua potable como el minero crecen significativamente en términos relativos. Sin embargo el sector riego es el que representa un incremento absoluto mayor, superior a 150 m3/s, sustancialmente mayor al incremento conjunto de los otros sectores indicados.( Fig. 7 )

En términos de usos consuntivos y no consuntivos, a nivel regional se puede observar que la demanda por usos consuntivos se concentra entre las regiones Metropolitana y VIII, donde el crecimiento se distribuye en forma similar siendo la VII Región la que experimenta un mayor aumento.

Respecto de los usos no consuntivos el incremento resulta notable, producto del desarrollo hidroelectrico previsto en el futuro; se puede a preciar que desde la VII región al sur el crecimiento resulta significativo, particularmente las regiones X y XI plantean demandas que superan los 5.000 m3/s a partir de demandas actuales inferiores a 200 m3/s. Cabe hacer notar que tanto en la VIII y IX Regiones el

incremento es importante, superando conjuntamente los 4.000 m3/s. (Fig 8)

Por otra parte en relación a la distribución del uso del recurso las proyecciones indican que la demanda total futura esta constituída en un 94% por usos no consuntivos y en solo un 6% en usos consuntivos. La distribución del uso consuntivo, que también crece pero en una menor medida que los usos no consuntivos, muestra una leve disminución del riego con un 79%, seguido de uso industrial con 11%, agua potable y minería con 5%

## IV. DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

En la zona sur del país se puede señalar lo siguiente respecto de la situación de derechos de aprovechamiento:

- En general el uso no consuntivo resulta significativamente el mas relevante desde el punto de vista de la cantidad de los recursos demandados.

- El uso efectivo de los derechos de aprovechamiento no consuntivos constituídos se da en una proporción muy baja. En efecto a nivel nacional la proporción de los usos no consuntivos no usados representa el 86% respecto de los usos constituidos.

- Los derechos no consuntivos constituidos a nivel nacional representan el 43% del total de recursos hídricos utilizables a nivel nacional. Del total de derechos constituídos a nivel nacional ( 11.200 m3/s), las regiones X y XI cubren el 78%, y la XI Región por si sola alcanza al 33%. En esta última actualmente se encuentran en ejercicio solo alrededor del 0,5% de los derechos no consuntivos constituìdos.

- Los derechos de carácter no consuntivos solicitados que se encuentran en trámite entre las regiones VIII, IX,X y XI alcanzan a aproximadamente 34.200 m3/s, de los cuales 9.000 m3/s corresponden a la XI Región.

- En total para la XI Región la demanda por recursos hídircos considerando los derechos constituídos y los solicitados, supera los 12.000 m3/s, valor que supera la disponibilidad media de recursos totales que indica el balance hídrico nacional. Dicho valor corresponde a un 25% del total nacional de derechos constituídos y solicitados en trámite a nivel nacional.

De lo anterior se puede establecer que los derechos actualmente constituídos superan las demandas previstas dentro de un horizonte de 25 años, y naturalemente los derechos,solicitados en trámite actualmente, de constituirse, en la práctica consumen la totalidad de la disponibilidad hídrica regional.

Sin embargo las proyecciones de demanda esperada del recurso hídrico, especialmente relacionadas con hidroenergía, resultan significativamente menores a los caudales actualmente asignados. Incluso es posible esperar que tales demandas se retrasen en el tiempo por efecto de la entrada del gas natural como fuente energética.

En consecuencia se observa que la asignación de los derechos solicitados equivale a entregar la totalidad de las aguas, permitiendo establecer en la práctica barreras de entrada para futuros desarrollos que pudieran ser mas eficientes.

Resulta fundamental por lo tanto avanzar en la busqueda de alternativas que permitan la gestión del recurso hídrico en una perspectiva integrada dentro de la cual participen conjuntamente los distintos actores relevantes, aplicando criterios que permitan recoger y valorar adecuadamente los efectos economicos, ambientales y sociales que implica el desarrollo tan importante del potencial hídrico de la Región.

En este sentido la Dirección General de Aguas ha estado impulsando el estudio y analisis de aspectos institucionales, a traves de organismos de cuencas donde sea posible desarrollar una gestión integrada y participativa con un enfoque que permita valorizar adecuadamente al recurso hídrico como factor productivo así tambien como bien de uso público en un marco de sustentabilidad de largo plazo.

En este sentido la tarificación del uso del recurso en cantidad y calidad permite recoger elementos que la sociedad valora en forma creciente, tales como la preservación ambiental, contamiencaión, erosión, etc. que los usuarios individualmente no perciben directamente.

FIGURA 1

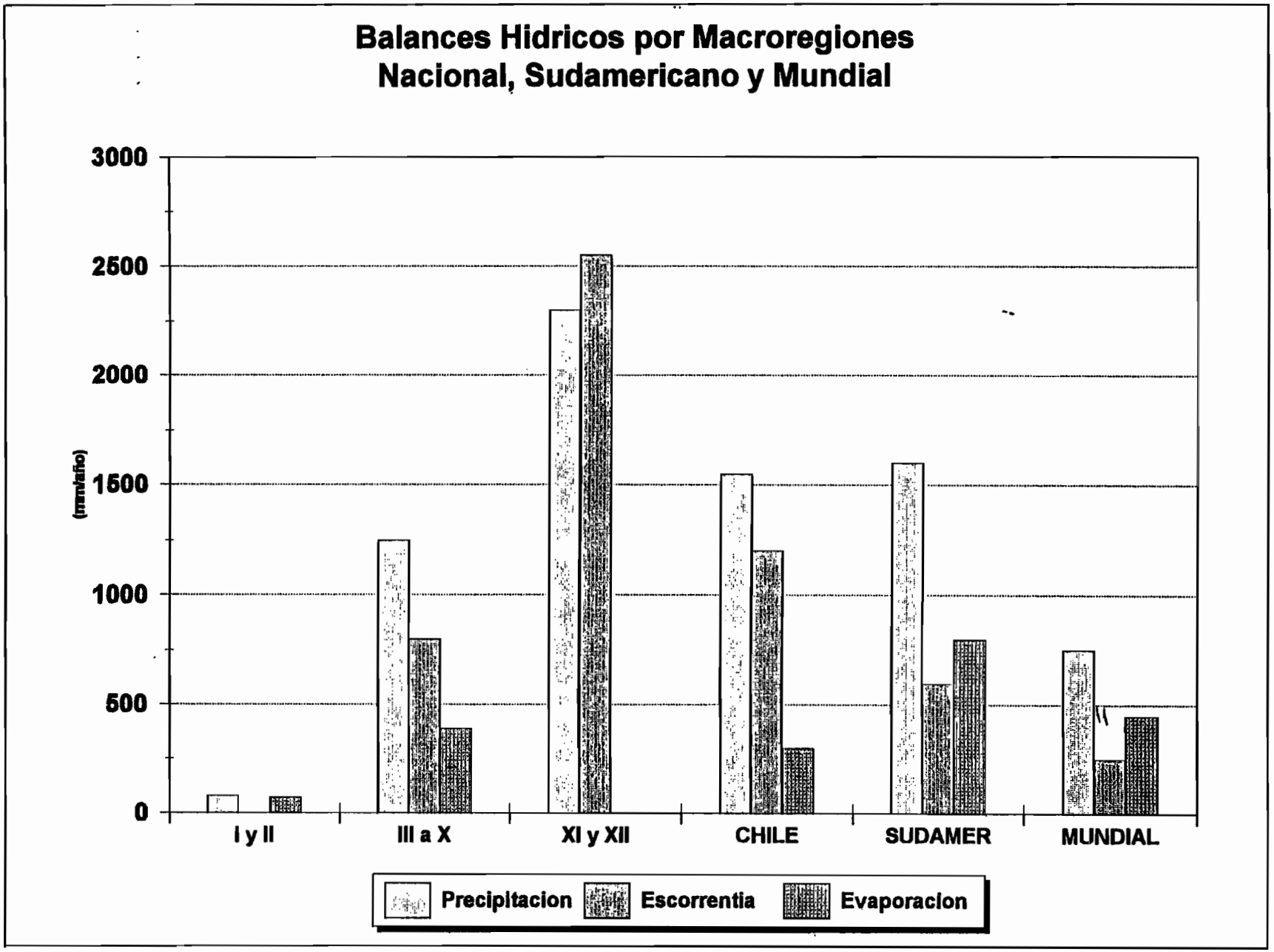

Balances Hidricos por Macroregiones
Nacional, Sudamericano y Mundial
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
(mm/año)
I y II
III a X
XI y XII
CHILE
SUDAMER
MUNDIAL
Precipitacion
Escorrentia
Evaporacion

FIGURA 2

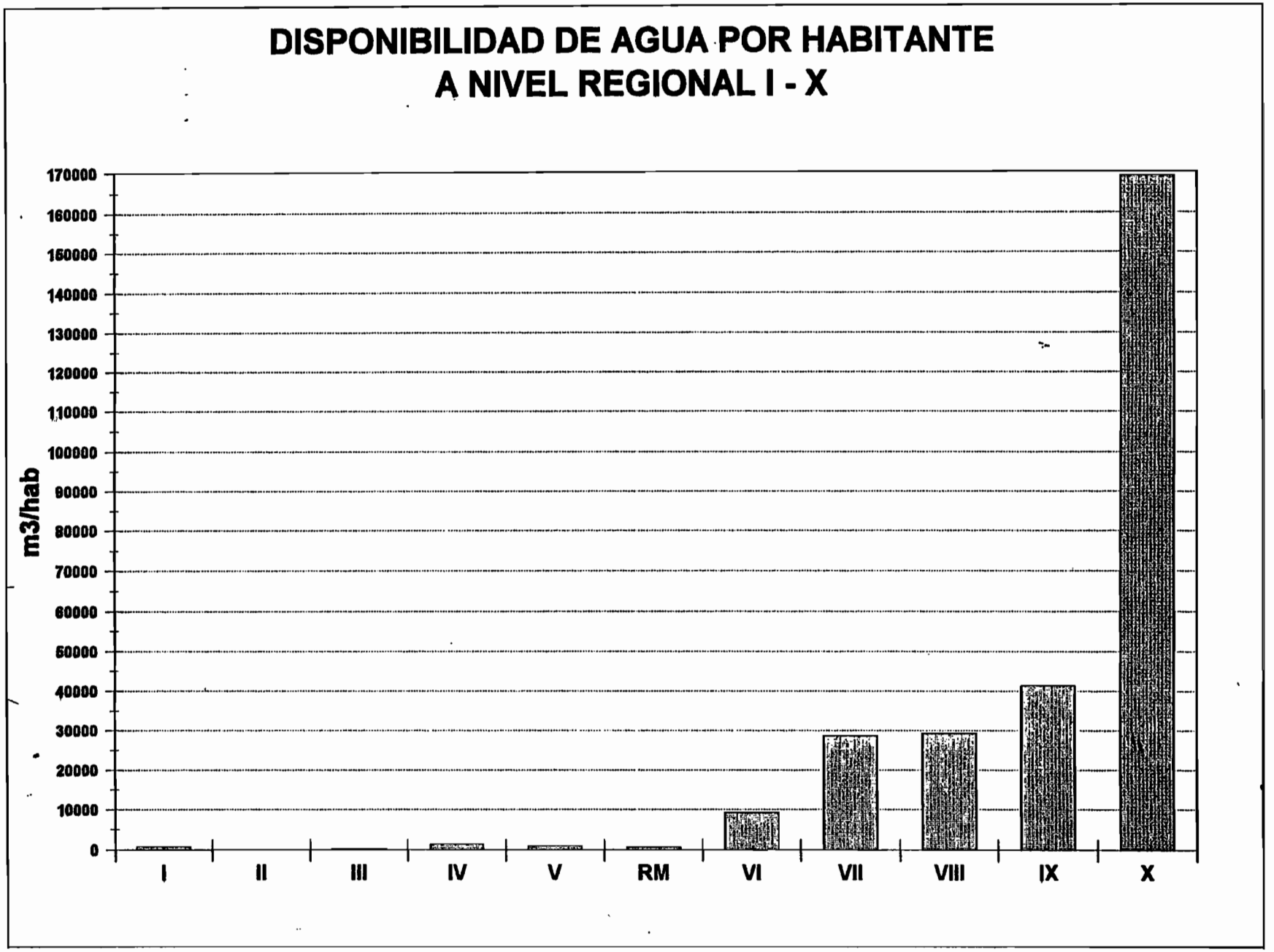

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE
A NIVEL REGIONAL I - X
m3/hab
170000
160000
150000
140000
130000
120000
110000
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
I
II
III
IV
V
RM
VI
VII
VIII
IX
X

FIGURA 3

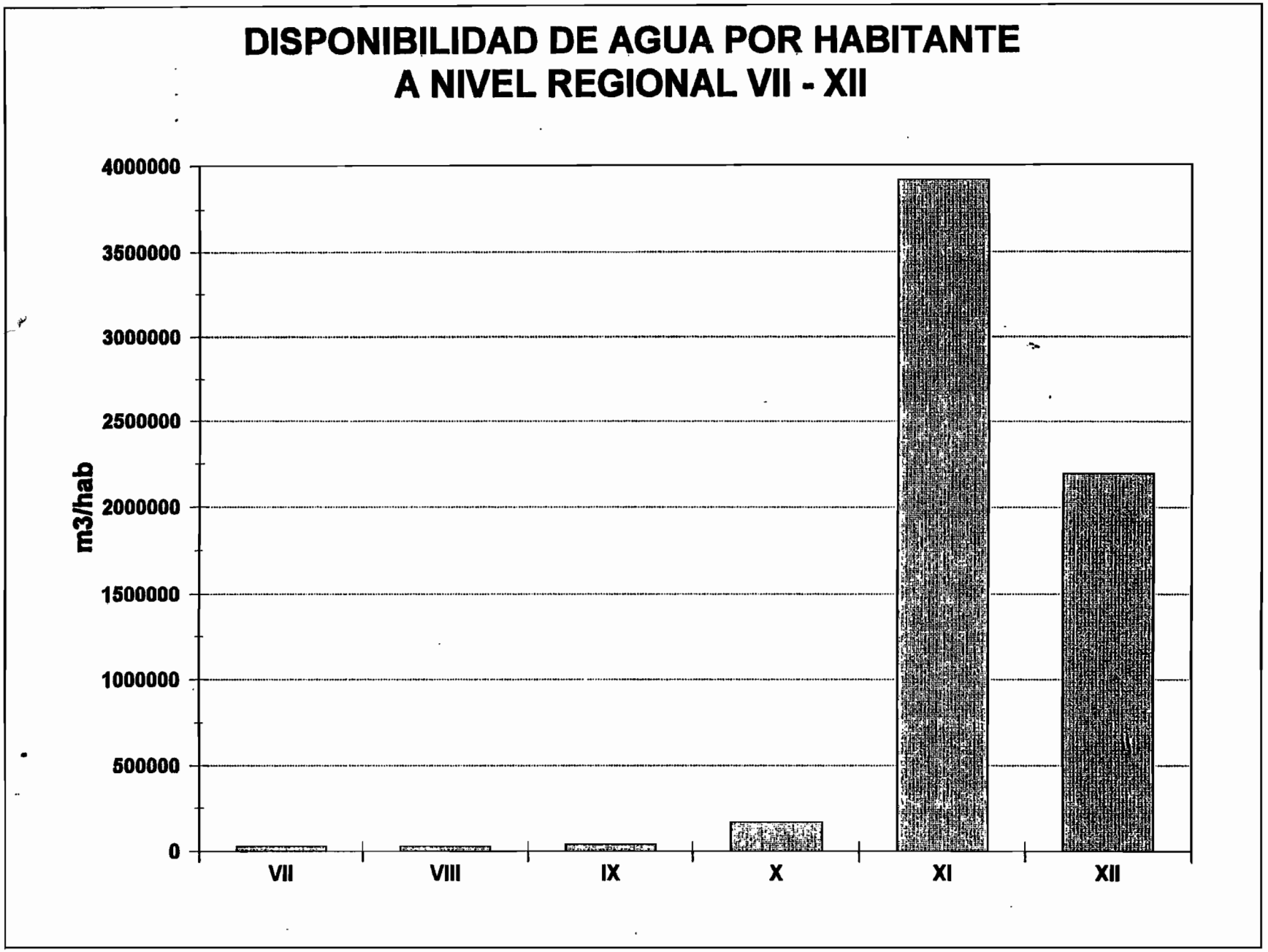

DISPONIBILIDAD DE AGUA POR HABITANTE
A NIVEL REGIONAL VII - XII
m3/hab
4000000
3500000
3000000
2500000
2000000
1500000
1000000
500000
0
VII
VIII
IX
X
XI
XII

**FIGURA 4**

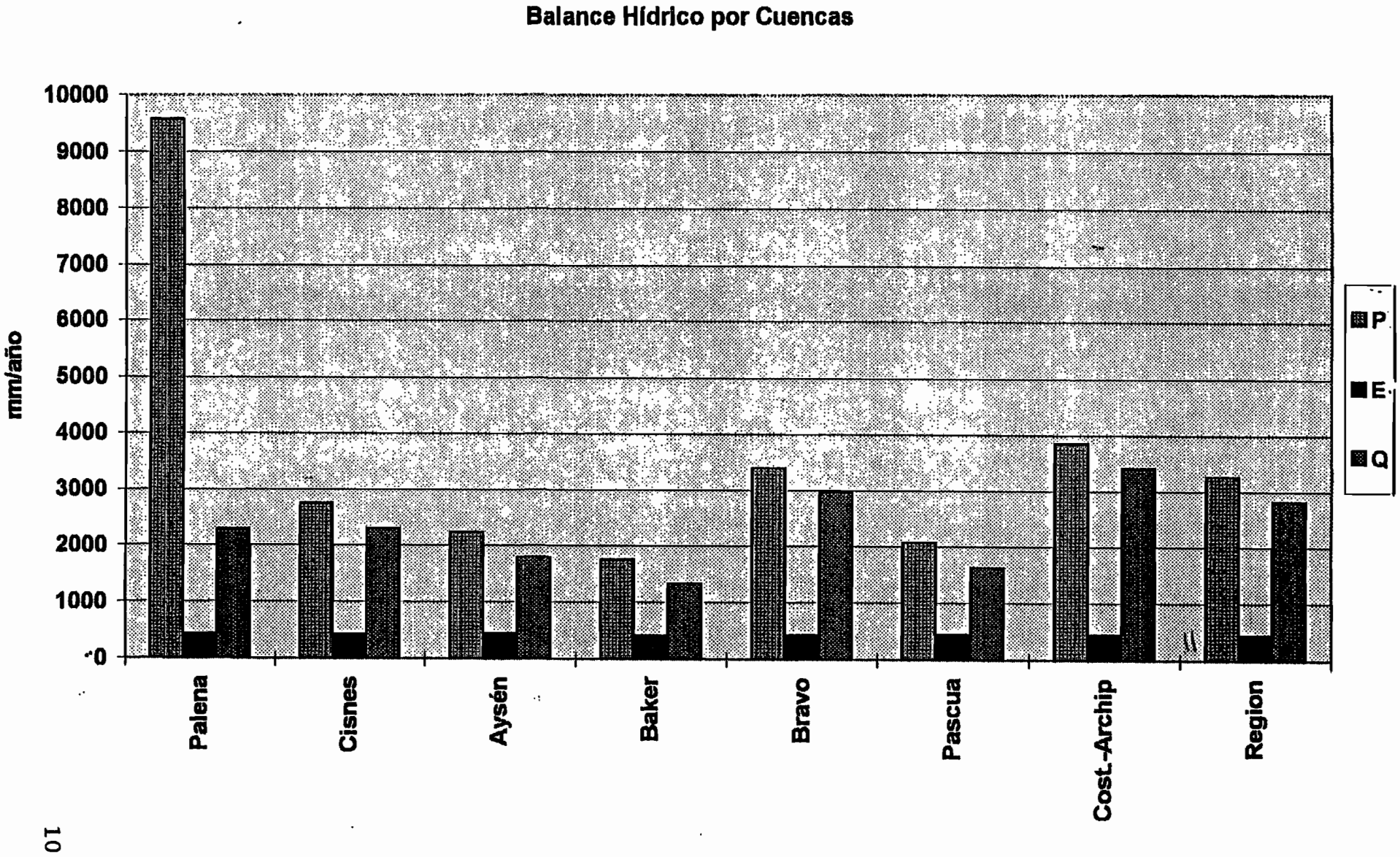

Balance Hídrico por Cuencas
mm/año
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Palena
Cisnes
Aysén
Baker
Bravo
Pascua
Cost.-Archip
Region
P
E
Q

FIGURA 5

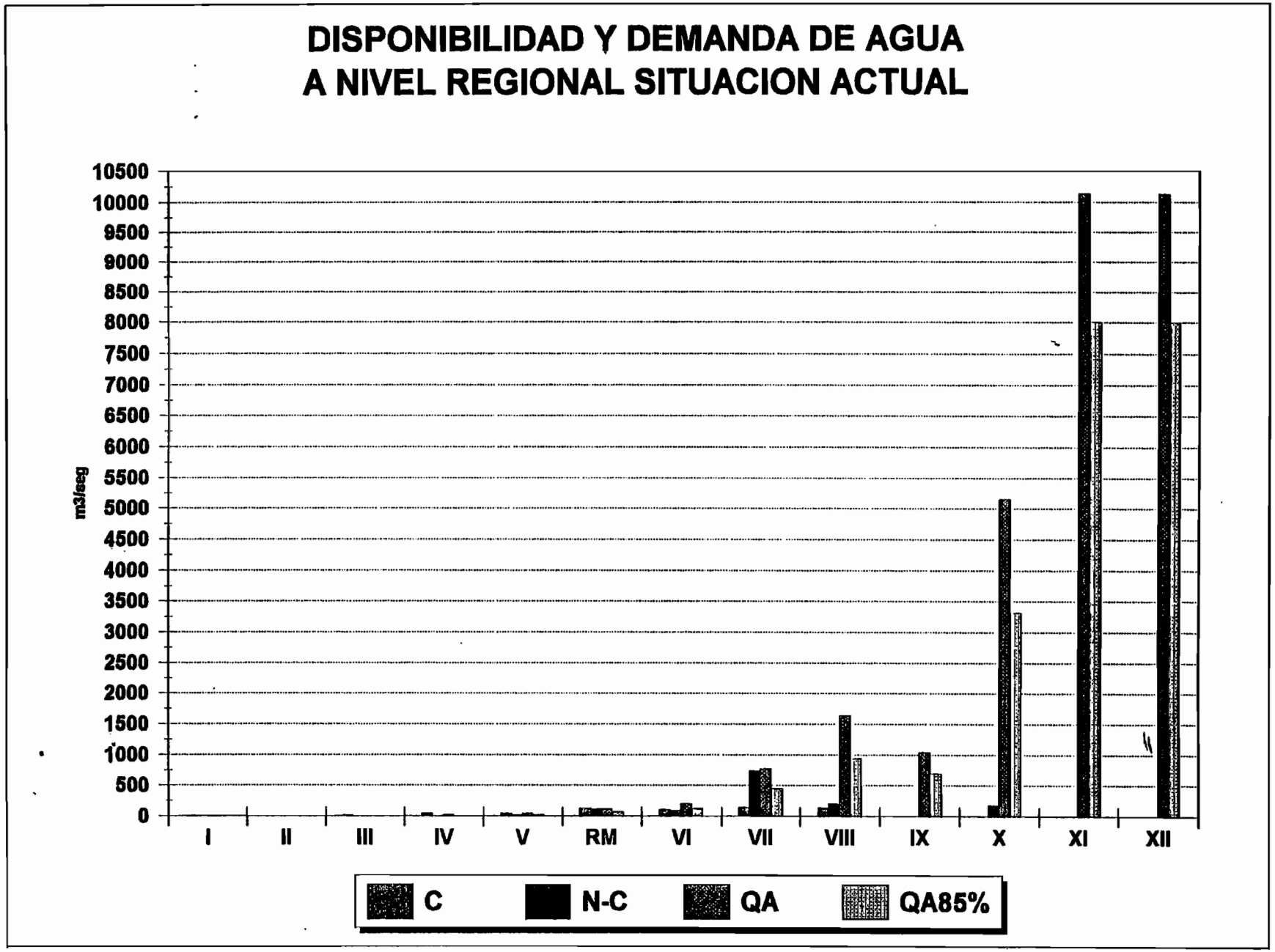

DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DE AGUA
A NIVEL REGIONAL SITUACION ACTUAL
m3/seg
10500
10000
9500
9000
8500
8000
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
I
II
III
IV
V
RM
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
C
N-C
QA
QA85%

FIGURA 6

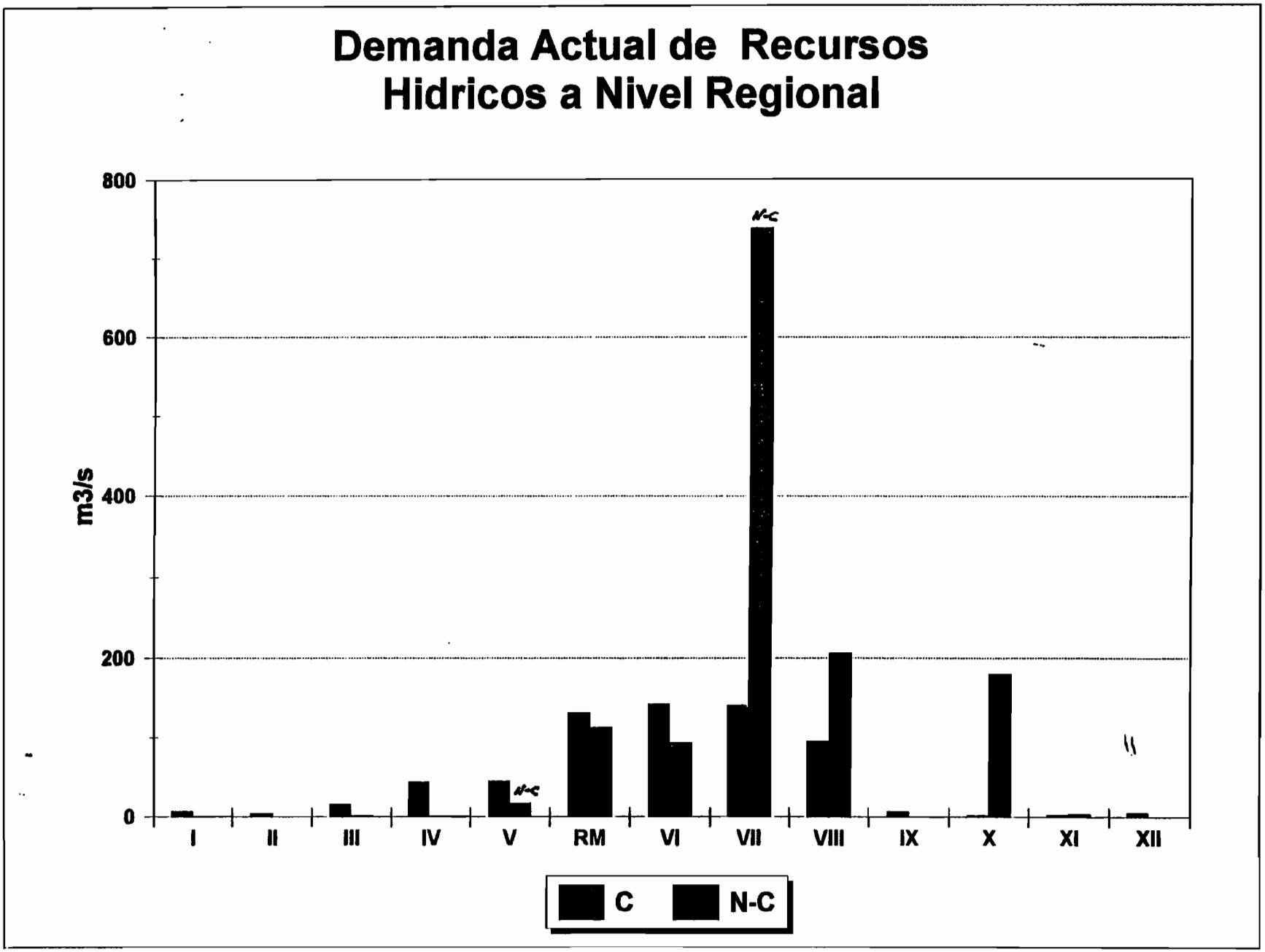

Demanda Actual de Recursos Hidricos a Nivel Regional
m3/s
800
600
400
200
0
I
II
III
IV
V
RM
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
C
N-C

FIGURA 7

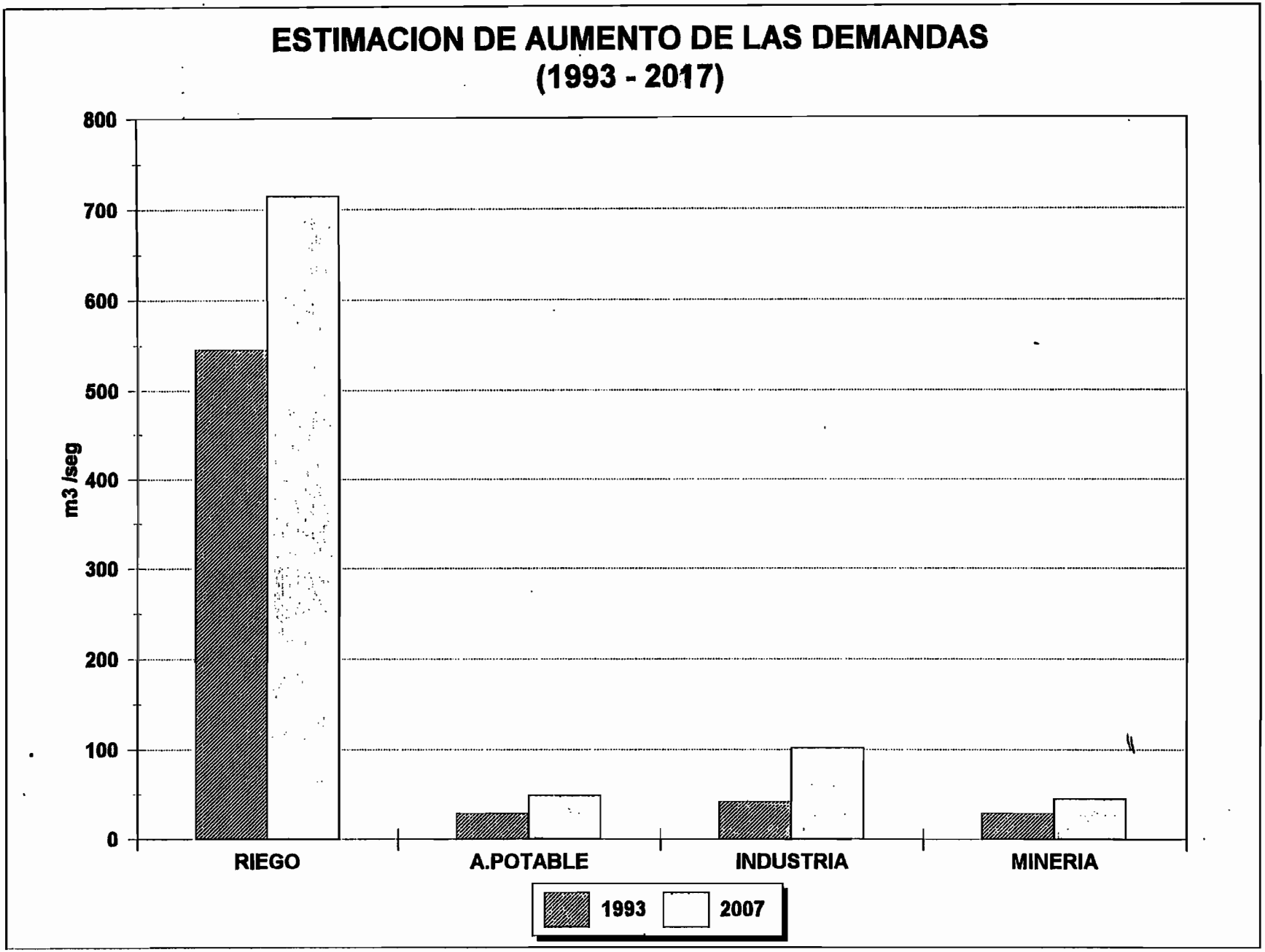
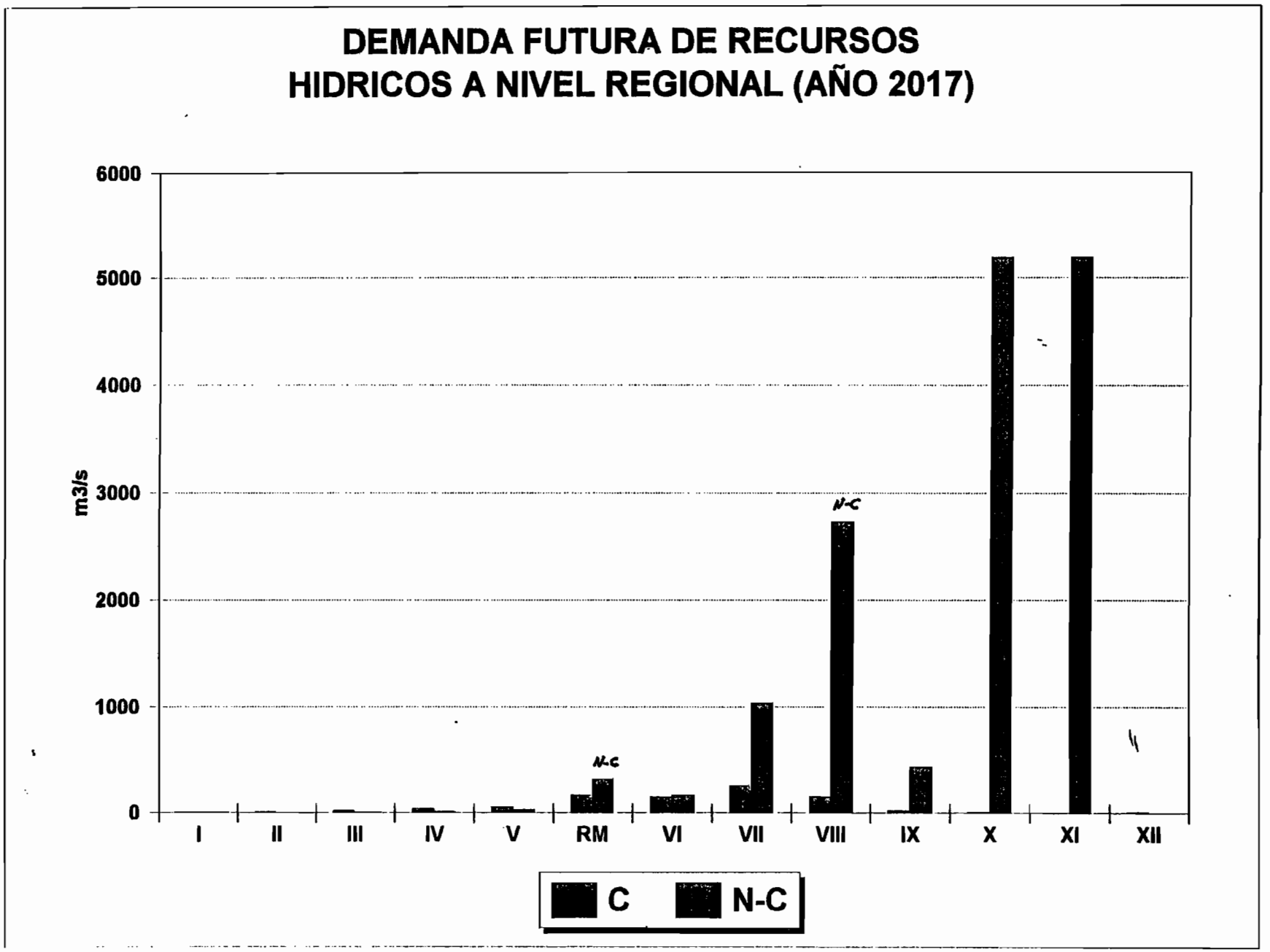

ESTIMACION DE AUMENTO DE LAS DEMANDAS
(1993 - 2017)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
m3 /seg
RIEGO
A.POTABLE
INDUSTRIA
MINERIA
1993
2007

FIGURA 8


DEMANDA FUTURA DE RECURSOS HIDRICOS A NIVEL REGIONAL (AÑO 2017)
m3/s
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
N-C
N-C
I
II
III
IV
V
RM
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
C
N-C

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS
3 5617 00002 3713