

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



CATALOGADO

LIMITADO
ST/ECLA/CONF.7/L.3.7
13 de junio de 1961

ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO LATINOAMERICANO DE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

México, D.F., 31 de julio a 12 de agosto de 1961

PROBABLE DESARROLLO DE LA ENERGIA ELECTRICA DE ORIGEN HIDRAULICO EN LA
REPUBLICA MEXICANA

por Bruno Devecchi

NOTA: Este texto será revisado editorialmente.



Office of the Director of Central Intelligence

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR

DATE: 1/15/54

Subject: [Illegible]

[Illegible body text]

[Illegible text]

[Illegible text]

1. Introducción

Los combustibles fósiles y la energía hidráulica constituyen en la actualidad nuestras principales fuentes de energía.

Los combustibles fósiles no son renovables por lo que a la larga tendrán que agotarse; la energía hidráulica no se enfrenta a este peligro porque el agua empleada se repone a través de la lluvia y otras formas de precipitación; sin embargo, el potencial hidráulico de que disponemos es finito, lo que significa que llegará un momento en que esté completamente desarrollada y ya no sea posible obtener mayor potencia de dicha fuente.

La potencialidad hidráulica del mundo es muy considerable pues se estima en 664 millones de caballos^{1/} de los cuales hasta la fecha sólo se han aprovechado cerca de un 6 por ciento, su distribución es muy irregular y también lo ha sido su utilización, por ejemplo, en Africa, que posee un poco más del 40 por ciento de la potencialidad hidráulica total del mundo, prácticamente no se ha usado, en cambio, en Europa hay muchos países en los que su aprovechamiento ha sido casi total, como en el caso de Alemania, Austria, en otros se prevé que en pocos años ya no quedará nada por desarrollar. Un ejemplo de esta aseveración lo tenemos en un estudio efectuado recientemente en Finlandia^{2/}, en donde se llega a la conclusión de que entre 1970 y 1975 la utilización de la energía hidráulica en ese país será completa.

En México hay todavía muchos recursos hidráulicos que no han sido explotados por lo que la situación está muy lejos de ser crítica, pero como la demanda de energía ha aumentado muy rápidamente en los últimos años, hemos creído conveniente tratar de establecer, aún cuando sea en forma aproximada, cuál será el desarrollo del aprovechamiento de la energía hidráulica en el país.

Queremos hacer notar que el criterio que seguiremos es bastante burdo y que no tomaremos en cuenta algunos factores que eventualmente podrán modificar apreciablemente las conclusiones a que lleguemos. En términos generales el método que emplearemos consistirá en establecer cuál será la demanda de energía eléctrica en el país, en particular la de origen hidráulico y comparar esta última con la potencialidad hidráulica del país.

^{1/} E. Ayres and C. Scarlott, Energy Sources - The Wealth of the World, 1952 pp. 247-249.

^{2/} "Finnish Power Position", Nuclear Engineering, Vol. 5 No.48 mayo de 1960 p. 205.

2. Antecedentes

La primera planta hidráulica se instaló en México en 1889^{3/}, se trataba de una unidad de 22.4 KW que se utilizó para el servicio de las minas de Batepilas que están situadas en un apartado rincón de Chihuahua. No fué ésta, sin embargo, la primera planta eléctrica que operó en el país; este orgullo correspondió a una pequeña unidad de 1.8 KW de tipo térmico que fué instalada por la fábrica textil de Hayser y Portillo, de León, Guanajuato.

El que las primeras plantas fueran térmicas se explica fácilmente si consideramos que en un principio no era posible transmitir la energía eléctrica a grandes distancias y que en general las caídas de agua se encontraban lejos de los centros de consumo; salvo en el caso de algunas minas, en los primeros desarrollos hidroeléctricos fué el centro de consumo, en general una fábrica, la que se construyó cerca de la caída de agua.

La transmisión de la energía eléctrica a distancia se inició en los últimos años del siglo pasado, la longitud de las líneas aumentó rápidamente e hizo posible el aprovechamiento de recursos hidráulicos que antes se encontraban fuera del alcance de los consumidores. A este respecto cabe mencionar que en 1905 hizo época la línea de transmisión que unía la Planta de Necaxa con la Ciudad de México, ya que en aquel entonces era la más larga del mundo; Necaxa fué también sobresaliente por su presa, pues en su tipo era la más grande que se había construido.

A partir de aquella fecha y por muchos años la generación eléctrica de origen hidráulico dominó en el país, especialmente en el renglón de las compañías de servicio público; aún en los primeros años del treinta, alrededor del 80 por ciento de la generación tenía ese origen.

Después de que se firmó la Constitución de 1917 y en los años subsiguientes, las compañías particulares que hasta esa fecha habían controlado a voluntad la industria eléctrica, empezaron a sentir, cada vez con más fuerza, el control del Gobierno sobre sus actividades. Muchas fueron las vicisitudes de la industria eléctrica en aquel tiempo; bástenos decir que poco a poco la situación entre Gobierno y empresas se fué volviendo

^{3/} Oscar R. Enriquez, Cuatro conferencias sobre la industria eléctrica mexicana, México D.F., septiembre de 1960, p. 11.

tensa y que éstas últimas, tanto como medida precautoria como de presión, decidieron reducir a un mínimo sus inversiones. Esto se tradujo en un mal servicio y en escasez de energía, ya que la capacidad instalada era insuficiente para cubrir la siempre creciente demanda de energía eléctrica del país.

Esta política dió también por resultado el que paulatinamente aumentara el número de plantas térmicas en servicio. (Véanse los gráficos I y II y los cuadros 1 y 2). Las razones que influyeron en este cambio fueron varias, entre ellas podemos mencionar en primer lugar, el que la inversión necesaria por kilowatt instalado en plantas térmicas era menor que la correspondiente en plantas hidráulicas. En segundo lugar, las unidades térmicas se podían instalar en un tiempo relativamente corto, lo que permitía a las compañías satisfacer las necesidades a corto plazo sin embarcarse en grandes obras de tipo hidráulico, de cuyo futuro no estaban seguras ya que se cernía sobre ellas el peligro de la expropiación y esto sin contar que en muchos casos únicamente la instalación de unidades térmicas podría evitar o más bien aminorar las crisis de energía que se avecinaban. Finalmente mencionaremos también los continuos aumentos logrados en la eficiencia de las plantas térmicas, lo que las habían puesto en condición de competir económicamente con las hidráulicas, como ejemplo baste decir que en 1910 se necesitaban quemar cerca de 2 litros de petróleo para obtener un kilowatt-hora y que esta cifra se había reducido a 0.6 de litro en 1930.

Para atacar el problema de escasez de energía y la necesidad de potencia adicional, el Gobierno expidió en 1937 la Ley que dió vida a la Comisión Federal de Electricidad. Esta Ley se basaba en el Decreto del Congreso del 29 de diciembre de 1934 que preveía y autorizaba la creación de dicha Comisión.

En un principio las inversiones de la Comisión Federal de Electricidad fueron muy reducidas, tanto por lo pequeño de su presupuesto inicial como por las dificultades de adquirir equipo durante los años que duró la segunda guerra mundial.

A partir de 1944 sus inversiones han aumentado paulatinamente, siendo la Comisión la responsable de la mayor parte del incremento de capacidad en el país de los últimos años. Gran parte de las plantas de propiedad de la

/Comisión

Comisión estaban interconectadas con los sistemas de las compañías particulares a las cuales la Comisión les vendía la energía, encargándose ellas de distribuirla. Esta situación subsiste hasta la fecha con la diferencia de que ahora la mayor parte de las compañías son propiedad de la nación.

3. Capacidad instalada

En el gráfico III y en el cuadro 2 se muestra cómo ha variado la capacidad instalada en México en los últimos años. Puede observarse claramente el estancamiento en que se encontraba la industria eléctrica hasta 1944 y cómo, a partir de esa fecha, se inicia un ascenso de tipo exponencial con un ritmo tal, que la capacidad se duplica aproximadamente cada ocho años. En el gráfico III hemos indicado cómo se espera que aumente la capacidad, tanto total como en plantas hidráulicas, en los próximos cinco años. Para hacer esta estimación hemos recurrido a los datos publicados por la Comisión Federal en su revista Electrificación^{4/}. Se observa claramente que los planes de la Comisión presuponen un aumento a un ritmo mayor que el registrado desde 1944 y que esa situación es aún más notable en el caso de las plantas hidroeléctricas.

En el cuadro 3 se muestra la distribución de la capacidad instalada por entidades y por tipo de planta, tal y como se tenía al 31 de agosto de 1959. La capacidad instalada total era de 2 739 335 KW de los cuales corresponden 1 197 221 KW, o sea el 43.7 por ciento a plantas hidroeléctricas y 1 542 114 KW a plantas térmicas.

En esa misma fecha los estados con mayor capacidad hidroeléctrica instalada eran: el de México con 379 106 KW, el de Puebla con 240 196 KW y el de Michoacán con 165 066 KW. Entre estos tres estados poseían, y podemos decir que aún poseen, las dos terceras partes de los desarrollos hidráulicos del país, lo que muestra que en general sólo se han aprovechado las caídas de agua de la zona central de la República. A estos estados antes mencionados le seguían en importancia: Jalisco, Veracruz y Oaxaca, todos con más de 50,000 KW.

^{4/} "El Lic. Ramón Beteta entrevista al Director de la C.F.E.", Revista Electrificación, No. 4 pp. 46-52.

4. Generación y demanda de energía eléctrica

En el cuadro 2 y en el gráfico IV se muestra la forma en que ha aumentado la generación total y la generación en plantas hidroeléctricas desde 1937 a la fecha. Comparando las curvas de los gráficos III y IV se ve que la generación ha seguido un ritmo muy semejante al de la capacidad instalada.

La demanda de energía eléctrica sería igual a la generación, siempre y cuando la capacidad instalada y la energía disponible hubieran sido siempre suficientes para cubrir las necesidades del servicio, pero como es bien sabido, los márgenes de capacidad han sido siempre bastante exiguos y, especialmente debido a falta de agua, en diversas ocasiones hemos tenido restricciones en varias regiones. A pesar de la gran ayuda prestada en estos casos por las plantas móviles de la Comisión Federal, podemos decir sin lugar a duda, que la generación hubiera podido ser mayor.

Se prevé que la situación en el futuro será mejor ya que como vimos anteriormente, los planes de la Comisión Federal de Electricidad, permitirán aumentar la capacidad a un ritmo mayor que el registrado hasta la fecha. Esta política redundará en un mejor servicio, sin escasez de energía y con un mejor voltaje particularmente a la hora de la demanda máxima. Permitirá, además, una mejor coordinación en el mantenimiento de las unidades, cosa que en la actualidad no es siempre posible debido a la falta de unidades de reserva.

Independientemente de la situación de la demanda total de energía, es indudable que la nueva capacidad hidroeléctrica que se instale en el futuro se aprovechará inmediatamente al máximo. Para nuestro estudio esto es equivalente a considerar que la demanda de energía eléctrica de origen hidráulico crecerá con un ritmo igual a la capacidad que se instale.

5. Disponibilidad hidráulica

El agua es escasa y está distribuida en forma muy irregular en la República, el régimen de los ríos es también muy irregular, produciéndose cerca del 75 por ciento del escurrimiento durante la época de lluvia, en el verano. Un ejemplo de este hecho lo tenemos en el Río Lerma en el cual entre los meses de julio a octubre, se produce el 80 por ciento del escurrimiento, correspondiendo

/el 20 por ciento

el 20 por ciento restante a los otros 8 meses del año. En la Presa de La Laguna, que pertenece al Sistema de Necaxa, en 1949 se dió el caso de que un solo día cayera el 20 por ciento de la precipitación de ese año.

La desigualdad de la distribución de la precipitación a lo largo del año, hace necesaria la construcción de costosas obras hidráulicas de captación y almacenamiento que permiten aprovechar en mejor forma el agua.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos, en su "Informe de Labores de 1957-1958", estima nuestra riqueza hidráulica en 420 mil millones de m. cúbicos anuales. Por la región del Suroeste que representa un 15 por ciento de la superficie del territorio nacional, escurren 205 mil millones de metros cúbicos de agua al año, o sea la mitad del escurrimiento total del país. La otra mitad corresponde a los 170 millones de hectáreas restantes, equivalentes al 85 por ciento de la superficie de México.

Para el cálculo del potencial hidroeléctrico debe considerarse no sólo el caudal aprovechable, sino también las caídas en el curso del río. El cuadro 4 tomado de un trabajo elaborado por el Ing. F. Torres H.^{5/}, muestra el potencial hidráulico con que podemos contar.

Las cifras de ese cuadro se han calculado con un criterio conservador y, en relación a los volúmenes de agua, se tomaron gastos mínimos o los que se obtenían como seguros en los estudios hidrológicos, ya descontando las cantidades para riego y otros usos distintos al de producir energía. Por lo tanto, la capacidad calculada puede considerarse como aprovechable el 100 por ciento del tiempo.

El cálculo efectuado por el Ing. F. Torres H. es el más reciente y está basado en datos proporcionados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Comisión Federal de Electricidad y otras instituciones, por lo que consideramos que es la más exacta de que se dispone. A título de comparación en el cuadro 5 se muestran otras estimaciones.

^{5/} "Disponibilidad de Energía en México", publicado internamente por la C.F.E. en 1958 y posteriormente en 1960 en la Revista Técnica IEM, Volumen 4 No.27 - Marzo 1960 p.3

El cálculo del Ing. Andrés García Quintero —el que da la cifra más elevada— fue hecho considerando los volúmenes de agua caídos y los desniveles entre las partes altas de las cuencas de los ríos y su desembocadura, por lo que da una cifra necesariamente exagerada. La estimación de la Secretaría de Agricultura es la más antigua y es indudable que subestima el potencial hidráulico del país.

Vemos pues, que la cifra de 6 500 Megawatts representa una estimación aceptable de nuestro potencial. El valor no se puede comparar directamente con el de nuestra capacidad instalada, ya que, correspondiendo a los 6 500 Megawatts de potencial, se instalarán de 2 a 3 veces esa cifra, es decir, de 13 000 a 19 500 MW.

En base a los datos del cuadro 4 hemos elaborado el gráfico V que muestra claramente la distribución geográfica del potencial hidráulico. La mayor parte de él está concentrado en el Sureste y en la zona central, en particular en cuatro ríos: el Balsas, el Grijalva, el Usumacinta y el Lerma-Santiago poseen el 60 por ciento del total; al Lerma por sí solo corresponde el 25 por ciento.

La generación total correspondiente a los 6 500 MW, sin contar pérdidas, es de 57 000 millones de kwh anuales, la eficiencia promedio de las plantas hidráulicas es del orden de 75 a 80 por ciento; este último valor se puede obtener sobre todo si se tiene la precaución de distribuir la carga entre las diferentes máquinas de tal manera de operar siempre an la forma óptima. Suponiendo una eficiencia del 80 por ciento, la generación sería de 45,600 millones de KWH anuales.

6. Desarrollo futuro

Para obtener algunas conclusiones sobre el futuro de la energía eléctrica de origen hidráulico, haremos las siguientes suposiciones que se basan en lo antes expuesto:

a) Aceptaremos que la generación de origen hidráulico, partiendo de los valores de los últimos años, crezca al mismo ritmo a que aumentará la capacidad instalada en plantas hidroeléctricas.

/b) Estimaremos

b) Estimaremos la generación anual posible en la República en 45 600 millones de KWH.

Dada la incertidumbre que hay en el futuro, nos conformaremos con obtener una solución gráfica del problema.

En el gráfico VI hemos trazado, en primer lugar, el valor de la generación de origen hidráulico de los últimos años y una recta que representa el incremento especificado en la primera suposición.

En segundo lugar hemos trazado una recta a la altura de los 45 600 millones de KWH. Finalmente, hemos unido con un trazo continuo las dos rectas. Esto se justifica ya que es lógico suponer que el paso de una a otra se hará en forma gradual.

Es claro que la línea que hemos trazado es arbitraria y que podríamos unir las dos rectas con otras curvas diferentes. Sin embargo, las conclusiones que obtendríamos en cada caso serían muy semejantes. En primer lugar, creemos difícil que el ritmo impuesto actualmente por la Comisión pueda conservarse más allá del año 1970. En segundo, podemos prever que para el año 2 000 o quizá antes, habremos llegado a la saturación y sólo queden por desarrollar algunos aprovechamientos hidráulicos marginales.

Antes de terminar, creemos conveniente mencionar algunos factores que podrían alterar sensiblemente nuestros resultados.

i) Sin lugar a duda, uno de los factores que más modificaría el desarrollo previsto, sería una nueva guerra mundial ya que, como no producimos ni turbinas ni generadores, estamos expuestos a las repercusiones que dicho evento tuviera en otros países, aún en el caso de que nosotros no tomáramos parte activa en ella.

ii) Es posible que la cifra que representa nuestro potencial hidráulico, a pesar de que comparándola con estimaciones anteriores parece razonable, se vea reevaluada y aumentada, ya que muchos expertos en la materia opinan que las estimaciones efectuadas pecan de conservadoras. La influencia de esta reevaluación en nuestras conclusiones es pequeña, aún en el caso de que el factor de error resultare ser relativamente grande.

/iii) En lo antes

iii) En lo antes expuesto, no se ha tomado en cuenta ni la localización, ni el costo de las obras necesarias para desarrollar cada caso individual. Es probable que algunos ríos tarden mucho o no lleguen a ser aprovechados; ya sea por su lejanía respecto a los centros de consumo, o bien por el costo elevado de las obras en los casos en que no existen lugares adecuados para construir las presas necesarias.

En lo que se refiere al costo de las obras, hay que tener en cuenta que la adquisición de las compañías eléctricas por parte del Estado, modifica grandemente el criterio económico a seguir; las compañías privadas al pensar en el aprovechamiento de una caída únicamente tenían en cuenta la producción de electricidad, en cambio, tratándose de propiedad gubernamental, es posible y de hecho así sucede frecuentemente, que la generación sea simplemente un subproducto y que sean factores como el desarrollo económico integral de una región, el control de inundaciones y de erosión, el riego, la navegabilidad de un río, etc. los que determinen la conveniencia de emprender un desarrollo hidráulico. Esto quiere decir que, con la nueva estructura de la industria eléctrica, pocos serán los lugares que dejen de aprovecharse.

iv) Finalmente mencionaremos que al trazar el gráfico VI hemos supuesto y nos ha parecido razonable, que después de 1965 la instalación de nuevas plantas hidroeléctricas se seguirá efectuando al mismo ritmo que muestran los programas de construcción de los próximos 5 años. Conviene aclarar que no hay seguridad de que así suceda, ya que no se han hecho planes definitivos para más allá de 1965. Si nuestra suposición no es correcta, lo más probable es que el ritmo disminuya, lo que desplazaría la rodilla de la curva hacia la derecha, pero sin alterar sensiblemente nuestros resultados.

7. Conclusiones

La generación de electricidad de origen hidráulico, que en los últimos años ha**ba** ido paulatinamente perdiendo su importancia relativa, tendrá en el futuro próximo un resurgimiento. Sin embargo, este cambio de tendencia será de corta duración, ya que alrededor del año 1970 empezarán a dejarse sentir los primeros efectos del agotamiento de nuestros recursos hidroeléctricos más económicos.

Entre los años 1990 y 2000, el desarrollo hidráulico de México será prácticamente completo y sólo quedarán por aprovechar algunos recursos marginales.

Cuadro 1

GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN EL PAIS
 CLASIFICADA POR TIPO DE PLANTA

Año	TOTAL	HIDRAULICAS		TERMICAS	
	Millones de Kilowatt-hora	Millones de Kilowatt-hora	%	Millones de Kilowatt-hora	%
1937	2 479.9	1 822.1	73.5	657.8	26.5
1938	2 511.8	1 871.1	74.5	640.7	25.5
1939	2 462.0	1 617.7	65.7	844.3	34.3
1940	2 528.9	1 698.4	67.2	830.5	32.8
1941	2 524.2	1 652.5	65.5	871.7	34.5
1942	2 625.1	1 937.7	73.8	687.4	26.2
1943	2 738.6	1 891.5	69.1	847.1	30.9
1944	2 750.3	1 721.2	62.6	1 029.1	37.4
1945	3 068.5	2 091.8	68.2	976.7	31.8
1946	3 317.3	2 121.1	63.9	1 196.3	36.1
1947	3 598.5	2 077.8	57.7	1 520.7	42.3
1948	3 968.7	2 329.4	58.7	1 639.3	41.3
1949	4 328.4	2 085.2	48.2	2 243.2	51.8
1950	4 423.5	1 949.5	44.1	2 474.0	55.9
1951	4 903.3	2 332.1	47.5	2 576.2	52.5
1952	5 336.9	2 709.7	50.8	2 627.2	49.2
1953	5 702.8	2 622.0	46.0	3 080.8	54.0
1954	6 282.4	2 754.8	43.9	3 527.6	56.1
1955	7 001.6	3 446.7	49.2	3 554.9	50.8
1956	7 826.8	4 150.7	53.0	3 676.1	47.0
1957	8 451.0	3 667.0	43.4	4 784.0	56.6
1958	9 098.2	4 457.8	49.0	4 640.4	51.0
1959	9 774.5	5 562.6	56.9	4 211.9	43.1

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, Departamento de Estadística y Relaciones Públicas.

Cuadro 2

CAPACIDAD INSTALADA EN LA REPUBLICA MEXICANA
CLASIFICADA POR TIPO DE PLANTA

AÑO	TOTAL	HIDRAULICA		TERMICA	
	MW	MW	%	HW	%
1937	629	372	59.1	257	40.9
1938	629	372	59.1	257	40.9
1939	680	389	57.2	291	42.8
1940	681	389	57.2	292	42.8
1941	681	389	57.2	292	42.8
1942	682	389	57.0	293	43.0
1943	680	397	58.4	283	41.6
1944	709	426	60.1	283	39.9
1945	720	428	59.5	292	40.5
1946	893	483	54.1	410	45.9
1947	958	515	53.8	443	46.2
1948	1 040	520	50.0	520	50.0
1949	1 097	518	47.2	579	52.8
1950	1 235	607	49.2	628	50.8
1951	1 400	705	50.4	695	49.6
1952	1 572	733	46.6	839	53.4
1953	1 701	734	43.1	967	56.9
1954	1 850	845	45.7	1 005	54.3
1955	1 930	922	47.8	1 008	52.2
1956	2 069	979	47.3	1 090	52.7
1957	2 270	1 118	49.2	1 152	50.8
1958	2 560	1 159	45.3	1 401	54.7
1959	2 739	1 197	43.7	1 542	56.3

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, Departamento de Estadística y Relaciones Públicas.

Cuadro 3

CAPACIDAD INSTALADA EN LA REPUBLICA MEXICANA
AL 31 DE AGOSTO DE 1959, CLASIFICADA
POR ENTIDADES Y TIPO DE PLANTA

ENTIDAD	PLANTAS HIDRAULICAS KW	PLANTAS TERMICAS KW	TOTAL KW
Aguascalientes	156	13 049	13 205
Baja California	—	6 901	6 901
Terr. Baja California	—	8 419	8 419
Campéche	—	6 890	6 890
Coahuila	687	76 215	76 902
Colima	860	4 046	4 906
Chiapas	7 792	5 948	13 740
Chihuahua	38 278	96 053	134 331
Distrito Federal	2 470	161 620	164 090
Durango	2 234	132 924	135 158
Guanajuato	3 845	57 440	61 285
Guerrero	8 326	19 508	27 834
Hidalgo	13 995	334	14 329
Jalisco	97 832	33 158	130 990
México	379 106	158 462	537 568
Michoacán	165 066	12 124	177 190
Morelos	3 794	10 676	14 470
Nayarit	2 100	7 877	9 977
Nuevo León	1 852	170 804	172 656
Oaxaca	78 791	28 831	107 622
Puebla	240 196	47 595	287 791
Querétaro	2 960	5 385	8 345
Terr. de Q. Roo	—	1 097	1 097
San Luis Potosí	1 680	30 836	32 516
Sinaloa	31	57 559	57 590
Sonora	28 800	90 111	118 911
Tabasco	—	12 907	12 907
Tamaulipas	31 538	82 243	113 781
Tlaxcala	726	315	1 041
Veracruz	83 794	149 639	233 433
Yucatán	—	24 111	24 111
Zacatecas	312	29 037	29 349
TOTAL	1 197 221	1 542 114	2 739 335

Fuente: Empresas y Plantas Eléctricas en la República Mexicana, Boletín
1-H Comisión Federal de Electricidad, diciembre de 1959.

Cuadro 4

POTENCIALIDAD HIDROELECTRICA EN MEXICO

CUENCA	TOTAL ESTIMADO EN MILES KW	ACTUAL APROVE- CHADA EN MILES KW <u>a/</u>	% APROVE- CHAMIENTO ACTUAL
I. VERTIENTE DEL PACIFICO			
Río Yaqui	220	10	5
Río Mayo	5		
Río Fuerte	200	10	5
Río Sinaloa	21		
Río Culiacán	27		
Río San Lorenzo	7		
Río Elota	7		
Río Plaxtla	10		
Río Presidio	83		
Río Baluarte	7		
Río Mezquital	50		
Lerma Santiago	667	80	12
Río Tepic	1	.5	50
Río Ingenio	1	.5	50
Río Ameca	11		
Río Armería	2		
Río Coahuayana	15		
Río Balsas	1 671	300 <u>b/</u>	18
Río Atoyac, Gro.	5		
Río Omitalan	89.5	6	7
Río Santa Catarina	10.5		
Río Atoyac, Oax.	45.5		
Río Tehuantepec	20		
Río Coatán	<u>5.5</u>		
	3 181		
Otros	<u>300</u>		
Total Vertiente del Pacífico	3 481	407	11.7

/II. VERTIENTE DEL

Cuadro 4 (Conclusión)

CUENCA	TOTAL ESTIMADO EN MILES KW	ACTUAL APROVE- CHADA EN MILES KW	% APROVE- CHAMIENTO ACTUAL
II. VERTIENTE DEL PACIFICO			
Río Bravo	49	10	20
Río Soto La Marina	13.5		
Río Pánuco	108.5	10	9
Río Tuxpan	100		
Río Cazores	20		
Río Tecolutla	330	100	30
Río Nautla	100		
Río Actopan	10		
Río Antíguo	20		
Río Blanco	65	20	31
Río Papaloapan	260		
Río Coatzacoalcos	50		
Río Grijalva	851	2	.2
Río Usumacinta	750		
	<u>2 727</u>		
Otros	300		
	<u>3 027</u>	<u>142</u>	<u>5</u>
Vertiente del Golfo			
Total en la República Mexicana	6 508	549	8.5

Fuente: Francisco Torres H., Disponibilidad de Energía en México, octubre de 1958.

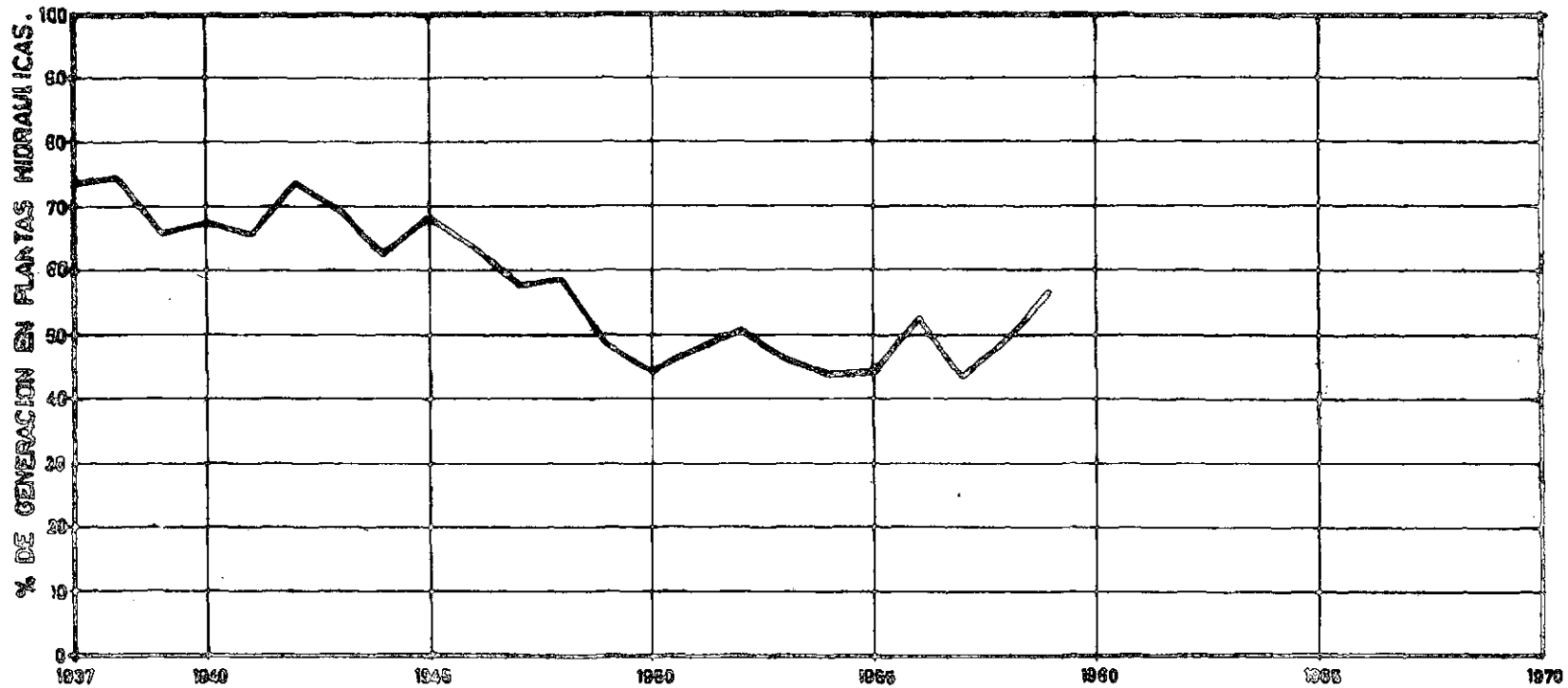
a/ La potencia instalada hidroeléctrica fué, al 31 de diciembre de 1957, de 1 117 740 KW.

b/ Está incluida la planta de Tingambato, la cual entró en operación con tres unidades y 85 000 KW efectivos, entre septiembre y diciembre de 1957. Capacidad calculada con el gasto mínimo.

Cuadro 5

ESTIMACIONES DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO DE MEXICO

Autor	Miles de HP	Miles de KW	Fecha de la estimación año
A. García Quintero	13 176	9 830	1948
Ernesto Galarza	10 000	7 460	1941
Francisco Torres H.	8 720	6 508	1958
U.S. Geological Survey	8 500	6 340	1948
T. Guzman Cantú	7 744	5 780	1948
Secretaría de Agricultura	6 374	4 750	1939



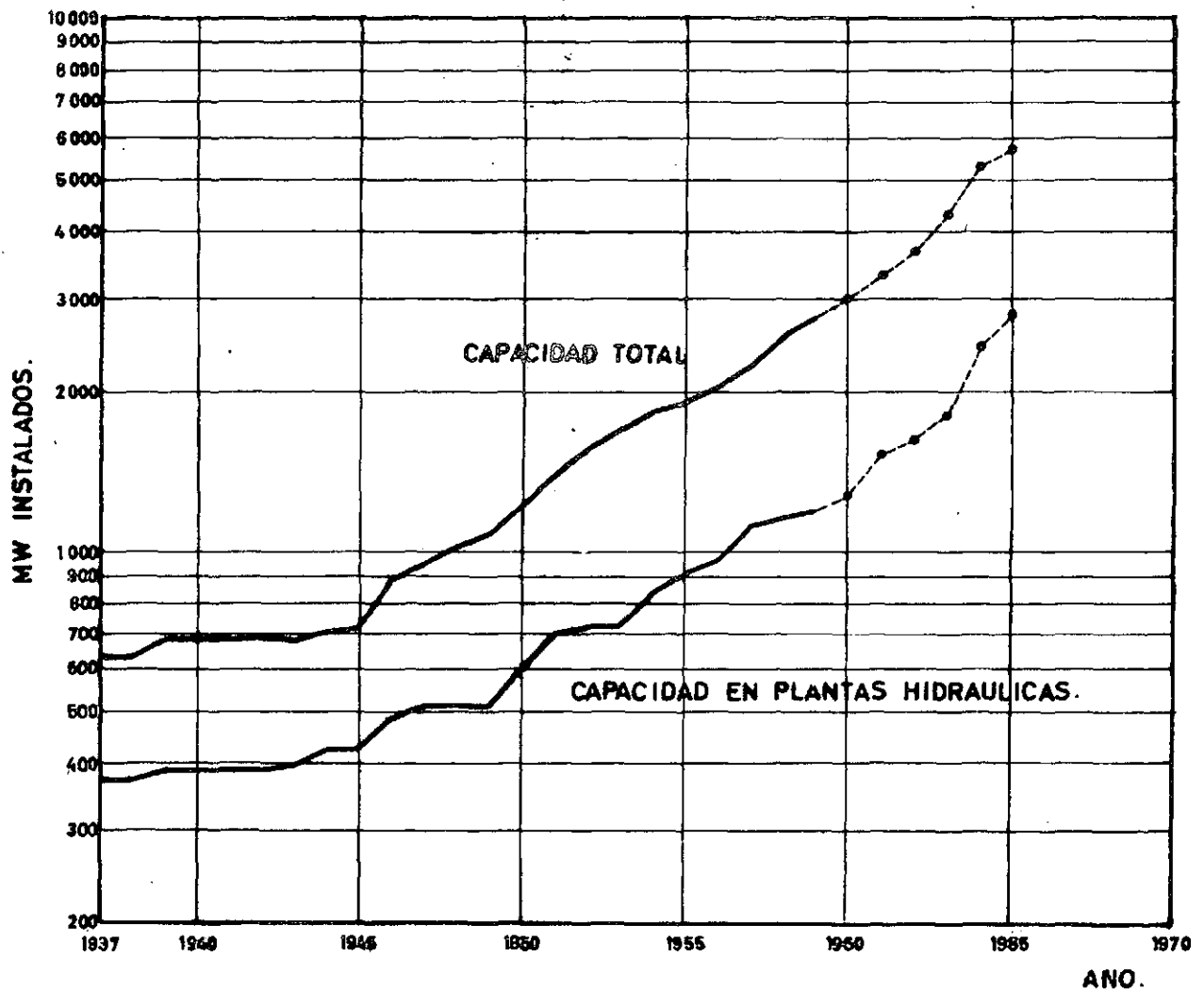
GRAFICA Nº I.

PORCIENTO DE LA GENERACION EN PLANTAS HIDRAULICAS,
EN RELACION AL TOTAL EN LA REPUBLICA MEXICANA.



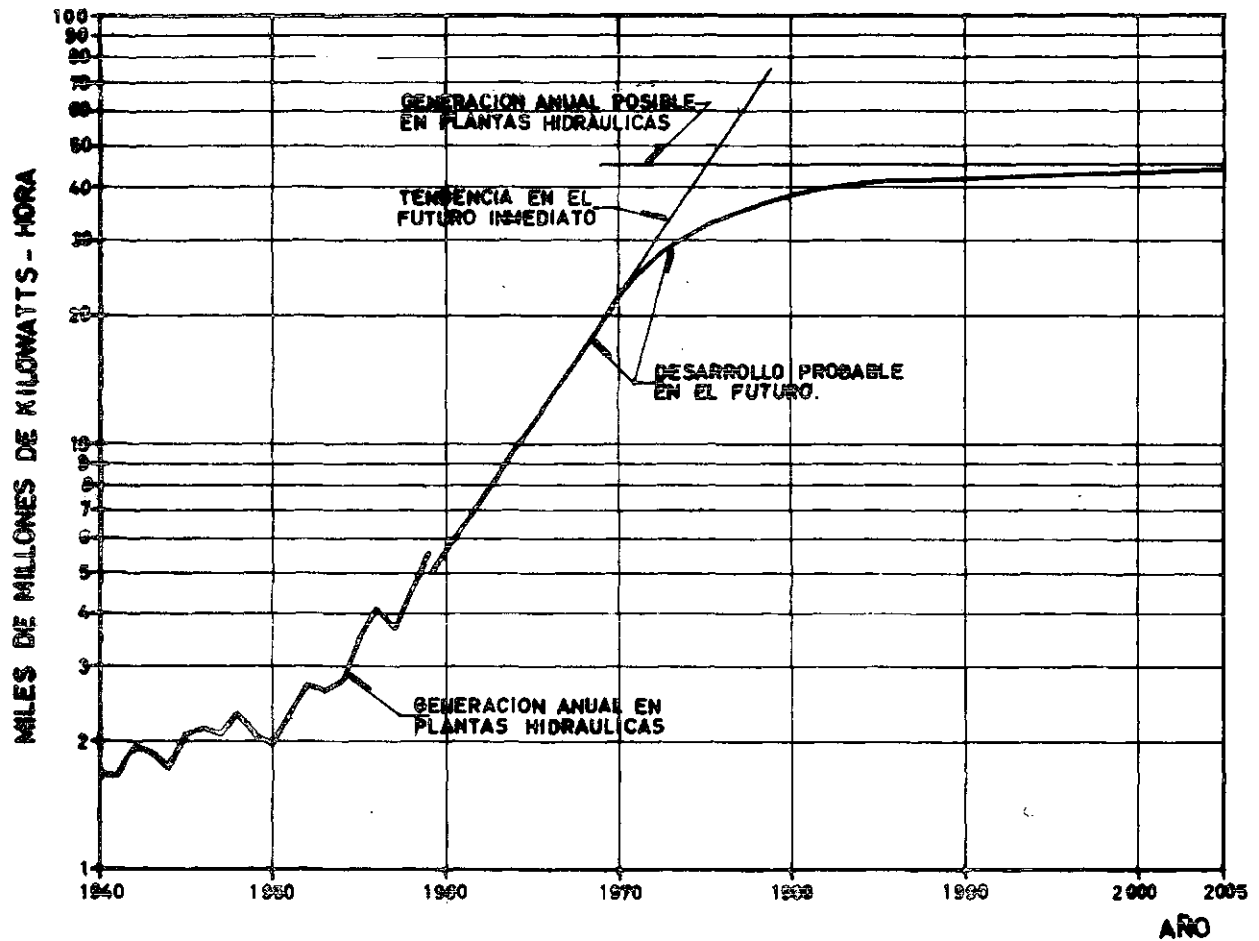
GRAFICA NO. II

PORCIENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTAS HIDRAULICAS EN RELACION AL TOTAL EN LA REPUBLICA MEXICANA.



GRAFICA N° III

CAPACIDAD INSTALADA Y CAPACIDAD EN PLANTAS HIDRAULICAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.



GRAFICA No VI
DESARROLLO PROBABLE DE LA GENERACION EN
PLANTAS HIDRAULICAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.