

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
ST/ECLA/CONF.7/L.3.11
21 de julio de 1961
ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE 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, 31 de julio a 12 de agosto de 1961

CATALOGADO

POSIBILIDADES DE GENERACION DE ENERGIA HIDROELECTRICA
EN LA CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

Presentado por la Comisión Lerma-Chapala-Santiago de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México

NOTA: Este texto será revisado editorialmente

POSIBILIDADES DE GENERACION DE ENERGIA HIDROELECTRICA EN
LA CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

De acuerdo con los recursos disponibles, la planeación del aprovechamiento integral del agua, en la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago, tiende a lograr las siguientes metas:

- I. Abastecer de agua potable a 8 000 000 de habitantes, en el futuro. Actualmente la reciben correctamente 1 500 000 habitantes. Se planean obras para el abastecimiento de las 1 500 poblaciones que cuentan con más de 500 habitantes.
- II. Mejorar los rendimientos en las 280 000 hectáreas actualmente bajo riego. Aumentar la superficie de riego a 600 000 hectáreas.
- III. Zonificar las tierras de temporal para implantar los cultivos más adecuados, según la eficiencia termoplumiométrica.
- IV. Promover la conservación del suelo y el agua, mejorando las condiciones de las regiones que deban ser de bosques y pastizales.
- V. Desarrollar todas las posibilidades de generación hidroeléctrica, para pasar de los 200 000 KW. instalados hoy, a un total de 1 500 000 KW. Se generarán 6 700 millones de kilowatts hora al año, en lugar de los 700 millones que se producen actualmente.
- VI. Abastecimiento del agua suficiente y adecuada, a las diversas zonas industriales en desarrollo actual o que se proyecten para el futuro. Concretaremos esta exposición a la meta V, anteriormente señalada, reñando lo que hasta hoy se ha realizado y planteando las posibilidades de futuros desarrollos.

ANTECEDENTES

La primera Planta Hidroeléctrica contruida en la cuenca, aprovechó, desde antes de 1890, el gasto permanente de los manantiales de Jacona, Mich. para generar algo así como 300 KW. que abastecieran dicha población y la de Zamora Mich., a donde se llevaba la energía por la más primitiva línea sobre torrecillas metálicas, contruida en México.

Dos o tres años después se construía la Planta de "El Salto" de Juanacatlán, sobre el Río Santiago, para abastecer a Guadalajara con 1000 KW. utilizando una caída de 20 metros y el gasto variable que salía del Lago de Chapala sin control alguno, por lo que dicho gasto se redujo a cero en algunos meses de 1897. Esto hizo necesario construir, en los primeros años de este siglo, la Presa de Poncitlán para regular las extracciones al Lago.

Al mismo tiempo se construía, sobre el Río Duero, la planta de "Platanar" para 5000 KW., cercana a Zamora, con un gasto permanente superior a 7 metros cúbicos por segundo, proporcionado por los manantiales constantes de "Carapan", "Chilchota", "Tangancicuaro" y "Camécuaro", aprovechando los 100 metros de desnivel entre el último de dichos manantiales y el Valle de Zamora.

La desecación de 12 000 Has. de la Ciénega de "Cantabria" aseguró un gasto permanente por el Río Angulo, superior a 6000 litros por segundo, producto de los manantiales de "Zacapu", "Bellas Fuentes" y otros, propiciando el establecimiento de las plantas de "Botello" para 8 000 KW. y "Sabino" con 3 000 KW.

Con estas 3 últimas plantas se abasteció, desde 1910, las zonas mineras de Guanajuato, Pozos y San Luis Potosí y la región agrícola del Bajío, desde León hasta Querétaro.

Contando ya con los almacenamientos del Lago de Chapala y un gasto regulado superior a 15 metros cúbicos por segundo, por el Río Santiago, se construyeron de 1905 a 1912, las plantas de "Juntas" con capacidad actual de 13 000 KW. y la de "Puente Grande" para 24 000 KW.

Con estas plantas se abasteció por 40 años la zona cercana a Guadalajara y se ayudó desde 1925 al sistema de Guanajuato, mediante una línea de interconexión para 10 000 KW., de Ocotlán, Jal. a Pénjamo, Gto.

En 1935 se terminó, en su segunda etapa, la primera gran presa de almacenamiento sobre el Río Lerma, y gracias a ella se instaló la Planta de Tepuxtepec, con 80 000 KW., instalados, utilizándose su energía fuera de la cuenca en su mayor parte, interconectándola con los sistemas que abastecen a las ciudades de México y Querétaro.

/Las necesidades

Las necesidades crecientes en Guadalajara y Guanajuato obligaron la construcción de la Planta de Colimilla, en 1950, para 50 000 KW. instalados.

Existen además 5 pequeñas plantas sobre la corriente principal y 15 sobre diversos afluentes, con una capacidad total instalada de 15 000 KW., que proporcionan servicios públicos locales.

Otras 10 plantas que generan energía para usos industriales propios, no se consideran para los fines de esta exposición.

Ayudan en el suministro de energía para servicio público 44 plantas Diesel o de vapor, con una capacidad total instalada cercana a los 70 000 KW.

Con las 8 plantas hidroeléctricas principales del sistema interconectado Tepuxtepec-Guanajuato-Michoacán-Chapala, se generan en la actualidad 650 000 000 de kilowatts hora anuales, y 50 000 000 más son producidos por las otras 20 pequeñas plantas que funcionan en diversos lugares de la cuenca.

POSIBILIDADES

RIO LERMA

La cuenca del Río Lerma, desde el Nevado de Toluca hasta el Lago de Chapala, está formada por una sucesión de valles escalonados, pudiendo aprovecharse entre unos y otros los desniveles brutos que existen entre la cota necesaria para el drenaje del valle superior, y la que conviene para el riego por gravedad en el inferior.

Todos los aprovechamientos hidroeléctricos futuros quedarán sobre la corriente principal, ya que en los afluentes, como el Angulo y El Duero, están ya instaladas las plantas convenientes y en los otros afluentes de menor importancia, no existen realmente posibilidades.

El desarrollo futuro de energía se ha planeado como sigue:

El Valle de Toluca, que es el más alto, tenía en su fondo 3 lagunas conocidas como "Lagunas de Lerma".

La número uno deberá conservarse como vaso, con el agua a la elevación 2573 sobre el nivel del mar.

Las lagunas 2 y 3 se han venido drenando para dedicar al cultivo algo más de 7 500 hectáreas, siendo necesario para el efecto, abatir los niveles freáticos entre las cotas 2567 y 2568.

/Para regular

Para regular los escurrimientos se está construyendo la presa de San Bernabé, con su embalse a la elevación 2565, en el extremo inferior del Valle de Toluca. Esta presa evitará inundaciones en el valle siguiente que es el de Ixtlahuaca y permitirá el riego de algunas de sus tierras, que tienen una elevación media de 2525. Su capacidad es de 60 000 000 de metros cúbicos, pudiendo considerarse un escurrimiento medio de 72 millones de metros cúbicos al año.

Una planta al pie de esta presa podría aprovechar una caída de 20 metros, entre las cotas 2563 y 2543 y operándose con régimen de riego produciría unos 3 000 000 de kilowatts hora al año, con una capacidad instalada de 2 000 KW.

Como esta planta es pequeña, la señalamos sólo como una posibilidad, sin incluirla en el programa general.

Tampoco incluiremos la que pudiera instalarse al pie de la presa de Tepetitlán, en construcción actualmente, de la que podrían esperarse unos 2 000 000 de kilowatts hora al año.

1. Planta de Espejel

En el extremo inferior del Valle de Ixtlahuaca, donde se regarán en el futuro unas 9 000 Has., existe la boquilla y caída de Espejel y en ella se ha proyectado una presa reguladora con 40 millones de capacidad y su embalse a la 2511 para no entorpecer el drenaje hacia aguas arriba, que requiere para las aguas máximas una cota no mayor de la 2514.

Inmediatamente aguas abajo de esta presa existen rápidas que permiten aprovechar 48 metros de caída hasta la elevación 2463.

Operando coordinadamente las diversas presas, se contaría con 300 millones de metros cúbicos anuales, con los que podrían generarse en promedio 30 millones de KWH. al año, con capacidad instalada en esta planta de 10 000 KW.

El desfogue de esta planta quedaría al nivel adecuado para el riego del pequeño Valle de Toshi, que tiene sus terrenos a una elevación media de 2460, con una extensión de 2 000 Has.

/2. Planta

2. Planta San Pedro Potla

A la salida del Valle de Toshi se planea una presa reguladora y de derivación que entre las elevaciones 2448 y 2452 almacenaría 4 millones de metros cúbicos, saliendo de ella un canal de 4 kilómetros, por la margen izquierda, para obtenerse una caída de 52 metros, aprovechando el salto de "San Pedro Potla".

Con una planta de 10 000 KW. de capacidad instalada podrían obtenerse en promedio 35 millones de KWH. al año.

3. Planta Temascalzingo

En el futuro convendría construir en la derivación de los canales que riegan 6 000 hectáreas en el Valle de Temascalzingo, con elevación 2365, una presa de 30 metros de altura que, almacenando 5 millones de metros cúbicos, aumenta la protección contra inundaciones en ese valle muy plano. Una planta al pie de dicha presa podría producir 25 millones de KWH. anuales en promedio.

Aguas abajo del valle mencionado queda el embalse de Tepuxtepec, cuyo vertedor está a la elevación 2345, almacenando 370 millones de metros cúbicos.

4. Planta Tepuxtepec Dos

La actual planta de Tepuxtepec aprovecha una caída bruta de 195 metros y de su desfogue a la elevación 2150, hasta la presa de derivación de canales de riego del Valle de Maravatio, con su corona a la 2036, se tiene una caída bruta de 114 metros, donde se ha proyectado la Planta Tepuxtepec Número Dos, que con un volumen medio anual de 504 millones de metros cúbicos podría producir 118 millones de KWH., con una capacidad instalada de 40 000 KW.

Abajo de esta planta recibe el Lerma las aportaciones del Río de "El Oro".

5. Planta de Ziritzicuaro

Entre el Valle de Maravatio, donde se riegan cerca de 6 000 hectáreas con agua del Lerma, y el embalse de la Presa Solís, a la cota 1890.75, se ha proyectado la Planta de Ziritzicuaro, que tendrá 98 metros de caída bruta para generar 140 millones de KWH. al año con una capacidad instalada de 30 000 KW.

/6. Planta

6. Planta Solís

La Presa de Solís almacena 800 millones de metros cúbicos y recibe en su vaso las aportaciones del Río "Coroneo". Una planta de pie de presa que funcione con régimen de riego, aprovecharía una caída bruta de 40 metros y podría generar 60 millones de kilowatts hora al año, con una capacidad instalada de 16 000 KW.

Esta energía se generaría en su mayor parte en los meses más secos y sería valiosa.

7. Planta San Antonio

Al pie de la presa de Solís se extiende, a una elevación media de 1845, el Valle de Acámbaro, donde se riegan algo más de 8 000 hectáreas, viniendo después una serie de rápidas entre la presa derivadora de Chamácuaro y los canales de riego para la zona de Salvatierra.

Este desnivel mayor de 80 metros se ha proyectado aprovecharlo con dos plantas que, con régimen de riego, generen energía en los meses más secos, con el agua que pasa para los cultivos de los valles inferiores.

La primera de dichas plantas, conocida con el nombre de "San Antonio", tendría una caída bruta de 36 metros y una capacidad instalada de 14 000 KW. para producir 60 millones de kilowatts hora al año, con un volumen medio que pasaría por ella de 800 millones de metros cúbicos.

8. Planta Salvatierra

La segunda planta quedaría en la población de Salvatierra y generaría 60 millones de kilowatts hora al año, con una caída bruta de 45 metros y un volumen anual de 650 millones de metros cúbicos.

Con el agua que salga de esta planta se seguirán regando las unidades de Salvatierra, Valle de Santiago y Salamanca, Gto., con una superficie total de 82 000 Has. y se dejarán pasar los volúmenes necesarios para los valles de La Piedad, Mich., y la Barca, Jal.

Desde Salvatierra, Gto., hasta Corrales, Mich., el Río Lerma recorre, por más de 300 kilómetros, la extensa planada conocida por "El Bajío", recibiendo en este tramo, por la margen izquierda, las aportaciones de las cuencas de los lagos de Cuitzeo y Yuriria, así como el Río Angulo. Por la margen derecha recibe las aguas de los ríos de "La Laja", "Guanajuato", "Silao" y "Turbio".

/Para proteger

Para proteger contra las avenidas de estos ríos las 70 000 hectáreas de los valles de la Piedad, la Barca y Ciénega de Chapala, se planea la construcción de un vaso regulador de la Boquilla de "corrales", para 400 000 000 metros cúbicos de capacidad, el que funcionando como un gran entarquinamiento reducirá a 50 metros cúbicos por segundo, en los años normales, los escurrimientos aguas abajo de ella en los meses de lluvias, y hará posible siembras seguras de invierno a tierra venida en las 15 000 Has. de su vaso.

Servirá también como derivadora para el riego de 15 000 hectáreas en el Valle de La Piedad, inmediatamente abajo de ella, con la obra de toma a la 1681.50 sobre el nivel del mar, instalando compuertas para excedencias, que permitan mantener en el vaso la cota 1685 como máximo.

9. Planta de El Zoró

En el extremo inferior de la futura zona de riego de La Piedad y a la elevación 1668, se proyecta derivar las aguas regularizadas en "Corrales", en época de lluvias, y las que en las secas pasen para los riegos del Valle de La Barca y Ciénega de Chapala, por un canal en la margen izquierda del Lerma, para aprovechar una caída de 105 metros dentro del desnivel que existe entre los dos valles mencionados.

La presa de "El Mezquite", en construcción actualmente, para regar 20 000 hectáreas en el Valle de La Barca, tendrá su vertedor a la elevación 1553.50.

El volumen medio anual aprovechable sería del orden de 800 millones de metros cúbicos y la generación en esta planta sería de 160 millones de kilowatts hora al año, con capacidad instalada de 42 000 KW.

En el extremo inferior del Valle de La Barca queda el Lago de Chapala, cuya cota máxima es la 1524.60, terminando por lo mismo, los aprovechamientos hidroeléctricos en la cuenca general hasta el Lago.

Los 9 aprovechamientos arriba expuestos son atractivos por su bajo costo por quedar en una zona perfectamente poblada y comunicada, lo que asegura el inmediato consumo y por no requerir líneas de conducción o distribución costosas por existir ya en la región líneas de alta tensión que facilitarán las interconexiones. Contando con plantas térmicas de apoyo, será firme toda la energía que generen.

/RIO SANTIAGO

RIO SANTIAGO

El Río Santiago tiene su origen en el Lago de Chapala, que es un vaso regulador de las aportaciones de una cuenca de cerca de 50 000 kilómetros cuadrados.

Hasta principios del siglo actual el régimen de este río era muy irregular, ya que constituía el canal natural de excedencias del Lago, sin ninguna regulación, por lo que sus gastos dependían solamente de los niveles del lago y variaban de 250 metros cúbicos por segundo en la cota máxima ordinaria de 1524.60, llegando a cero cuando el Lago bajaba de la 1521.00, como sucedió en 1897 y probablemente en muchos otros años anteriores a él.

Para poder aprovecharlo en la generación de energía que abasteciera a Guadalajara, fue necesario construir en la primera década de este siglo, la Presa de Foncitlán, con la plantilla de sus compuertas a la elevación 1519.80 y su cresta vertedora al nivel del embalse máximo del Lago que se determinó como cota oficial límite de 1524.60.

Para poder satisfacer las concesiones originales del Lago que sumaban 15 metros cúbicos por segundo, se necesitaba contar con un nivel mínimo de 1521.50. La capacidad útil del Lago era de 3 000 millones de metros cúbicos como máximo, insuficiente en períodos secos, dadas las fuertes pérdidas anuales por evaporación.

Así fue como en el estiaje de 1915 a 1916 se requirió dragar la barra del fondo del río, a su salida del Lago, para evitar restricciones eléctricas. Este dragado, ejecutado por el Sr. Ing. don Luis P. Ballesteros, se le denominó "Canal Ballesteros" y fue necesario prolongarlo en el estiaje 1931-1932.

Como las concesiones en el Río Santiago fueron en aumento llegando a la cifra de 25 metros cúbicos por segundo, fue necesario profundizar el cauce en los estiajes 1939-1940 y 1940-1941. Finalmente, de 1945 a 1947 se dragaron todas aquellas partes del río que estuvieran arriba de la 1519.80, que es la de la plantilla de la Presa de Foncitlán.

/Paralelamente

Paralelamente a estas obras de dragado, se reforzaron y subieron los 80 kilómetros de diques que defendían de inundaciones las 50 000 hectáreas del vaso del Lago, que fueron desecadas en 1910, conocidas como la "Ciénega de Chapala". La corona de los diques subió de la 1525.30 a la 1527.50.

La prolongada sequía de 1945 a 1958, obligó a bombear en Ocotlán el agua necesaria para las concesiones del Río Santiago de 1948 a 1958, mediante la instalación de 15 bombas y el dragado de un canal de llamada de 10 kilómetros de largo.

Todas estas obras combinadas, han hecho subir la capacidad útil del Lago a 7 000 000 000 de metros cúbicos, en lugar de los 3 000 000 000 que tenía al principiar este siglo.

Actualmente se extraen del Lago, para fines de generación eléctrica, 536 millones de metros cúbicos al año, los que se irán reduciendo a 200 millones al año, a medida que se vaya generando energía con los recursos propios del Río Santiago y a medida que se aumenten las superficies de riego con aguas que ahora caen al Lago.

Contando con estos 200 millones de aguas que salgan de Chapala y con los recursos propios del Río Santiago que pasan de 4 000 millones de metros cúbicos en los años más escasos, se ha planeado el aprovechamiento de los 1425 metros de desnivel que existen desde la elevación 1509 en el Salto de Juancatlán y la derivación necesaria para dominar 300 000 hectáreas en la costa de Nayarit en la cota 84.

El Río Santiago recorre en sus primeros 60 kilómetros los valles planos de Poncitlán y Atequiza, para caer después al fondo de una abrupta barranca de más de 400 kilómetros de longitud, con profundidades de 500 a 700 metros.

Entre el Lago de Chapala y esta barranca se riegan actualmente más de 10 000 hectáreas, que podrán aumentar en el futuro a 15 000.

En este tramo se derivan las aguas del río para el abastecimiento de Guadalajara y aguas abajo de esa toma se proyecta la Zona Industrial del Occidente de México, por concurrir en ella un cúmulo de factores favorables para su desarrollo.

Dentro de su recorrido por la barranca, recibe por la margen derecha 4 afluentes principales, Ríos Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota, que corren cada uno por su respectiva barranca, desde los valles de su cuenca superior hasta su confluencia con el Santiago.

/Por la margen

Por la margen izquierda no recibe afluentes de importancia.

En el tramo de río, entre el Salto de Juanacatlán y la confluencia del Río Verde, existen las plantas hidroeléctricas siguientes:

"El Salto", con 20 metros de caída de la elevación 1509 a la 1489.

"Puente Grande", con 72 metros aprovechados y su derivación a la 1447.

"Colimilla", con el vertedor en su presa reguladora y de derivación a 1220.50, aprovecha 128 metros, y

"Juntas", con su desfogue a la 1 000, utiliza una caída de 62 metros.

Se construye actualmente una presa reguladora, en la toma de "Juntas", que aprovechará una caída media adicional de 18 metros.

Existen los proyectos de "Chacota", entre el Salto y Puente Grande y el de "Carrasco", que aprovecharía el desnivel disponible entre Puente Grande y Colimilla.

A partir de la confluencia del Río Verde, en cuya cuenca se inició la construcción de la presa reguladora de la Zurda, se tienen planeadas 10 plantas hidroeléctricas, como sigue:

1. Planta del paso de Guadalupe

Con su derivación a la cota 998, para no inundar el puente que sobre el Río Santiago da paso al camino de Guadalajara a Cuquío. Constará de una presa reguladora y el correspondiente canal por la margen izquierda para aprovechar una caída neta de 85 metros. Se estima que se dispondrá en promedio de 1 000 millones de metros cúbicos al año, para generar 166 millones de kilowatts hora, requiriéndose una capacidad instalada de 30 000 KW.

La planta en proyecto quedaría donde la carretera Guadalajara-Salttillo atraviesa el cañón del Río Santiago y un poco aguas arriba del puente respectivo.

2. Planta de San Cristóbal

Aprovechando los estrechamientos de "El Ostio", se construirá una presa de derivación con su embalse entre las elevaciones 905 a 910, para

/que su remanso

que su remanso no afecte al puente de la carretera Guadalajara-Saltillo, sobre el propio Río Santiago.

Mediante un canal por la margen izquierda se llevará el agua hasta enfrente de la cabecera municipal de San Crítóbal de la Barranca, donde se aprovechará una caída de 100 metros, con un volumen anual medio de 1 150 millones de metros cúbicos. Se podrá generar 230 millones de kilowatts hora, con una capacidad instalada de 50 000 KW. Esta planta quedará sobre el camino directo de Guadalajara a Colotlán, inmediatamente aguas abajo de esta planta queda la confluencia del Río Juchipila y del Río Cuixtla, de menor importancia.

3. Planta de Santa Cruz

En el kilómetro 68, a partir de la confluencia del Verde, queda la boquilla de "Marines", donde deberá constuirse una presa con su nivel máximo a la elevación 810 para no afectar al puente colgante que sobre el río da paso a la carretera arriba mencionada.

Mediante esta presa de más de 300 millones de metros cúbicos de capacidad útil, podrá construirse una planta al pie de ella, para aprovechar 70 metros de caída y desfogar las aguas en el embalse de la Presa de Santa Rosa, ahora en construcción.

Con esta presa se regularán las crecientes del Juchipila, pudiendo aprovecharse un volumen anual medio de 1 400 millones de metros cúbicos, con una capacidad instalada de 50 000 KW. se podrán generar en el año 186 millones de KWH.

4. Planta de Santa Rosa

Está actualmente en construcción, por ser de todos los desarrollos posibles en el Río Santiago el que da un costo mínimo por KW. instalado.

Tendrá su desfogue a la elevación 655 y quedará al pie de una cortina en arco que almacenando más de 350 millones de metros cúbicos permitirá una caída media de 80 metros.

Podrán generarse 290 millones de KWH. al año, con una capacidad instalada de 60 000 KW. Se estima en 1 900 millones de metros cúbicos el volumen medio aprovechable.

/Se espera

Se espera que esta planta entrará en operación en 1964, dado que se requiere con urgencia la energía que genere para poder satisfacer la creciente demanda.

5. Planta de Toluca, Jal.

Con las aguas regularizadas en las presas de La Zurda, sobre el Río Verde, y las ya mencionadas de Santa Cruz y Santa Rosa, sobre el Santiago, se dispondrá de un gasto mayor de 60 metros cúbicos por segundo, para derivarlo a la elevación 655, mediante una presa y un túnel de 12 kilómetros, obteniéndose una caída de 115 metros instalándose una planta de 80 000 KW. La que, con un volumen medio de 1 900 millones de metros cúbicos hará posible una generación anual media de 413 millones de kilowatts hora.

6. Planta de San Pedro Analco

Para aprovechar el desnivel disponible entre el desfogue de la planta anterior y el embalse de la presa reguladora del Río de Bolaños, a la elevación 475, se proyecta derivar un volumen anual disponible de 1 950 millones de metros cúbicos para que con una caída útil de 70 metros se generen 267 millones de KWH. Sería recomendable una capacidad instalada de 50 000 KW. La planta así proyectada quedaría en el camino de herradura que conecta a Hostotipaquillo con la zona minera de San Pedro Analco.

7. Planta de Plan de Barrancas

Para regularizar las crecientes del Río de Bolaños, se proyecta una presa de 100 metros de altura, con su vertedor a la elevación 475, pudiendo almacenarse 365 millones de metros cúbicos.

Esta presa quedaría junto a la confluencia del Río de Plan de Barrancas y su vaso inundaría el camino de herradura que por el paso de La Yesca comunica a la región minera de este nombre, con la carretera que va de Guadalajara a Nogales, y con el Ferrocarril del Pacífico, en su Estación La Quemada.

/Con el agua

Con el agua así regularizada y la que provenga de las plantas superiores podrá disponerse de un volumen anual de 2 350 millones de metros cúbicos.

Si se instala una planta de 150 000 KW. se aprovecharía la caída disponible de 120 metros, generándose al año un promedio de 510 millones de KWH.

8. Planta de El Tigre

Se proyecta derivar el gasto regularizado por los 4 vasos superiores, mediante una presa a la elevación 355 y un canal por la margen izquierda, para obtener una caída de 65 metros.

El gasto regularizado sería de 80 metros cúbicos por segundo, por lo que la capacidad por instalar debería ser del orden de 60 000 KW.

Esta planta producirá 300 millones de KWH, al año.

9. Planta de El Calabozo

Entre la planta anterior y el embalse del vaso regulador del Río de Huaynarota a la elevación 200, podrá aprovecharse una caída de 85 metros, mediante la construcción de 2 túneles por la margen izquierda y la presa de derivación correspondiente.

El volumen anual medio aprovechable en este tramo de la corriente, se estima que podrá ser de 2 450 millones de metros cúbicos, con los que se generarán 408 millones de KWH. instalando una planta de 80 000 KW.

10. Planta de Aguamilpa

Sería la última de las planeadas sobre la corriente principal del Río Santiago y quedaría inmediatamente aguas abajo de la confluencia del Río de Huaynarota, que es el que aporta el mayor volumen de todos los afluentes.

Dispondría de un almacenamiento de 1 000 millones de metros cúbicos construyendo una cortina de 115 metros de altura al pie de la cual quedaría la planta de 200 000 KW. de capacidad instalada. El volumen regularizado con esta presa y los 4 vasos superiores, que puede dedicarse a la generación de energía, se estima en 4 000 millones de metros cúbicos al año. Se generarían 753 millones de KWH. anualmente y en un punto casi equidistante por línea de transmisión entre Guadalajara y Mazatlán.

/Del desfogue

Del desfogue de esta planta a la elevación 85, se planea un canal que domine 300 mil hectáreas de la costa, hacia el Norte del Río Santiago, para beneficiarlas con el riego, combinando sus aguas con las de los ríos de San Pedro, Acaponeta, Presidio, Rosario, etc. Todas estas obras pondrán a salvo de inundaciones las tierras de la costa y facilitarán el rescate de grandes superficies de marismas.

AFLUENTES DEL RIO SANTIAGO

Como ya se dijo, el Río Santiago recibe por su margen derecha 4 grandes afluentes, que son de arriba hacia abajo, los ríos Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota.

En las partes altas de las cuencas de estos ríos se podrían hacer con el tiempo, algunas pequeñas obras de regadío, aprovechando diversos vasos que se tienen levantados, pero la mayor parte de sus aguas se precipitan hacia el Río Santiago, a través de profundos cañones.

Las posibilidades en ellos de algún futuro desarrollo hidroeléctrico, se estiman como sigue:

1. Río Verde

Se inició en años pasados la presa de almacenamiento de La Zurda, para regularizar unos 400 millones de metros cúbicos y alimentar con ellos y 100 millones más de los ríos de Valle de Guadalupe, Acatic y Calderón, las plantas actuales de Colimilla y Juntas, sobre el Río Santiago. Se consideró como la única fuente para abastecer estas plantas cuando del Lago de Chapala no se pueda extraer agua para ellas.

Con esta obra se aprovecharía la totalidad de las posibilidades del Río Verde, generándose 500 millones de KWH. al año, en una caída disponible de 600 metros.

2. Río Juchipila

De menores aportaciones que el Verde, corre por el cañón de su nombre, que a diferencia de los demás tiene tierras de cultivo en su fondo, las que se riegan actualmente con las escasas aguas permanentes, aumentándolas con los almacenamientos de "El Chique", "El Tecomate" y otros.

/Los aprovechamientos

Los aprovechamientos hidroeléctricos se reducirían a utilizar los 300 metros de desnivel hasta su confluencia, con un volumen anual regularizable de 200 millones de metros cúbicos.

Se requerirían plantas escalonadas con capacidad total instalada de 30 000 KW. para producir 125 millones de KWH. al año.

La presa proyectada de El Tecomate sería el más alto de los almacenamientos para fines de generación de energía.

3. Río de Bolaños

Se forma de 3 ríos principales: a) el de Tlaltenango, donde existe ya la presa y planta de Excamé, abajo de la cual se proyecta el vaso de Cartagena a 1 660 metros sobre el mar, que almacenará 250 millones de metros cúbicos; b) El Río de Colotlán, donde se ha proyectado el vaso de los Corteses, para 80 millones de metros cúbicos y a la elevación de 1 767 metros sobre el mar, y c) el Río de Mezquitic, donde se proyectó el vaso de La Florida, para 50 millones de metros cúbicos y a la elevación 1888.

Desde estas obras superiores de regulación, el río baja hasta su confluencia con el Santiago, al que entrará en el vaso de la Planta No. 7, cuyo embalse está proyectado a la elevación 475.

En este río, al igual que en los otros 3 grandes afluentes, se han levantado los perfiles respectivos y se estudian los diversos aprovechamientos sucesivos en la generación de energía.

Como posibilidades globales se estima una generación total anual de 600 millones de KWH. al utilizar un volumen medio de 450 millones de metros cúbicos en plantas escalonadas con caída total de 750 metros y una capacidad instalada del conjunto de 150 000 KW.

4. Río de Huaynamocta

Este río está formado por el Río Huichol o Chapalagana al Oriente y el Río Cora o Jesús María, al Poniente.

En el primero de ellos se estudió el vaso de "Platanito" a la elevación de 1 000 metros sobre el mar y en el segundo están estudiándose sitios para un almacenamiento.

/Sus posibilidades

Sus posibilidades para el futuro se estiman a base de aprovechar un volumen anual medio de 600 millones de metros cúbicos, que con una caída total aprovechable de 400 metros podría hacer factible la generación de 500 millones de kilowatts hora al año, con capacidad total instalada en las diversas plantas de 80 000 KW.

ANEXOS

Para ilustrar toda la anterior exposición, se acompañan los siguientes planos:

1. Plano general de la cuenca, para localizar las Plantas Hidroeléctricas actuales y las futuras que se proponen, con sus características generales.
2. Plano general del Río Lerma, con la localización de los diversos aprovechamientos.
3. Perfil del Río Lerma mostrando los mismos aprovechamientos.
4. 2 hojas conteniendo el Plano del Río Santiago y sus 4 principales afluentes, con la localización de las obras mencionadas.
5. Perfil de los mismos ríos, con las indicaciones correspondientes de los diversos proyectos.

CONSUMOS DE ENERGIA

Durante 1960 se generaron en la cuenca 700 000 000 de kilowatts hora de energía hidroeléctrica y el incremento observado en el consumo es del orden de un 8 por ciento anual. Este incremento observado es menor del que se hubiera tenido si la generación eléctrica se hubiera hecho hasta el presente con más amplitud. En realidad no se han podido extender redes eléctricas a muchas regiones, porque la generación siempre ha sido insuficiente. Tomaremos sin embargo el 8 por ciento observado y partiendo de esta base, se ha formado la gráfica que aparece en el plano general adjunto, relativa al consumo probable en los próximos 30 años.

De ella se desprende que todas las posibilidades de generación dentro de la cuenca quedarán agotadas en 1990, en que se necesitaría satisfacer un consumo de 7 042 millones de kilowatts hora de energía hidroeléctrica.

/Es claro que

Es claro que en el desarrollo futuro se agotarían primero las posibilidades en el Lerma, por ser sus proyectos más baratos que los del Santiago y por quedar dentro del propio mercado, en una zona mejor poblada, mejor comunicada y con instalaciones industriales en proceso.

La Cuenca, situada en la parte central de México, en zona de excelente clima, precipitación pluvial suficiente, con poblaciones ya establecidas, sin problema de colonización, con la mayoría de sus terrenos a elevaciones comprendidas entre 1 500 y 2 000 metros sobre el nivel del mar, con densidad de población conveniente y centros de cultura bastante aceptables, presenta condiciones favorables en el aspecto humano y perspectivas muy atrayentes para una rápida superación en los niveles de vida de sus habitantes, objetivo principal de nuestra planeación, si con energía suficiente se puede aumentar la producción agrícola y estimular la industrialización.

Como hay posibilidades de generación hidroeléctrica a todo lo largo de la cuenca, se facilitará la mejor distribución de las nuevas industrias, colocándolas donde armonicen mejor el abastecimiento de materias primas y los mercados para los productos elaborados en sus factorías.

No debe perderse de vista que para satisfacer el consumo total se tendrá que seguir instalando las plantas térmicas de apoyo de la generación hidráulica, localizadas en los lugares más convenientes.

EROGACIONES NECESARIAS

Teniendo en cuenta todos los presupuestos preliminares elaborados para algunos de los proyectos que se recomiendan, es bastante aproximado suponer que se requiere invertir \$ 1.00 (un peso), por cada kilowat-hora al año, que se necesite producir.

Quiere decir que si no cambiara el costo de las obras, se requeriría gastar en el período que termine en 1990, para convertir en realidades todas las posibilidades señaladas, un total de \$ 6 300 000 000,00, con inversiones anuales que variarían de \$ 65 000 000,00, en 1962, a la enorme cifra de \$ 522 000 000,00, en 1989.

/Sólo con este

Sólo con ese ritmo de inversiones que se detalla en la gráfica que aparece en el plano general adjunto, sería posible abastecer un consumo creciente de energía hidroeléctrica, generada en la cuenca con un incremento anual de 8 por ciento.

Después de 1990 no habría más recursos hidroeléctricos a desarrollar y deberán satisfacerse las crecientes necesidades de fluido recurriendo a generaciones térmicas, geotérmicas o atómicas.

Como la cuenca está atravesada longitudinalmente por una enorme falla y su parteaguas al Sur es exactamente el cinturón volcánico que cruza el país, existen indudablemente muchas posibilidades de generar energía geotérmica, habiéndose hecho ya, con éxito, exploraciones y perforaciones en la zona de Ixtlán, Mich.

RESUMEN

I. En la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago se generan actualmente 700 000 000 KWH. al año, con una capacidad instalada en las plantas hidroeléctricas existentes, de 200 000 KW.

II. Las posibilidades totales de generación hidroeléctrica son:

| Proyecto | Caída | Vol. Anual Millones M3. | Generación Anual. Mi llones M3. | Capacidad Instalada Miles M3. |
|-----------------------------------|------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <u>Río Lerma</u> | | | | |
| Espejel | 48 | 300 | 30 | 10 |
| San Pedro Potla | 52 | 320 | 35 | 10 |
| Temascalzingo | 30 | 400 | 25 | 10 |
| Tepuxtepec 2 | 114 | 504 | 118 | 40 |
| Zirizícuaró | 98 | 490 | 140 | 30 |
| Solís | 40 | 840 | 60 | 16 |
| San Antonio | 36 | 800 | 60 | 14 |
| Salvatierra 2 | 45 | 660 | 60 | 14 |
| Zoró | <u>105</u> | 800 | <u>160</u> | <u>42</u> |
| Total | 568 | | 688 | 186 |
| <u>Río Santiago</u> | | | | |
| Paso de Guadalupe | 95 | 1 000 | 166 | 30 |
| San Critóbal | 100 | 1 150 | 230 | 50 |
| Santa Cruz | 70 | 1 400 | 186 | 50 |
| Santa Rosa | 80 | 1 900 | 290 | 60 |
| Toluca, Jal. | 115 | 1 900 | 413 | 80 |
| San Pedro Analco | 70 | 1 950 | 267 | 50 |
| Plan de Barrancas | 120 | 2 350 | 510 | 150 |
| El Tigre | 65 | 2 400 | 300 | 60 |
| El Calabozo | 85 | 2 450 | 408 | 80 |
| Aguamilpa | <u>105</u> | 4 000 | <u>753</u> | <u>200</u> |
| Total | 895 | | 3 523 | 810 |
| <u>Afluentes del Río Santiago</u> | | | | |
| Río Verde | 600 | 400 | 500 | 120 |
| Río Juchipila | 300 | 200 | 125 | 30 |
| Río Bolaños | 750 | 450 | 600 | 150 |
| Río Huaynamota | 400 | 600 | 500 | 80 |
| Total | | | <u>1 725</u> | <u>380</u> |

/Esto hace un

Esto hace un conjunto de 6 000 000 000 KWH. al año, al instalarse un total de 1 300 000 KW.

- III. Las posibilidades totales quedarán agotadas en 1990, si el consumo de energía sigue aumentando un 8 por ciento anual.
- IV. Al ir desarrollando las posibilidades hidroeléctricas, deberán instalarse las plantas térmicas de apoyo correspondiente.
- V. En la Cuenca concurren las más favorables circunstancias para garantizar el éxito de la electrificación, como base de su prosperidad general, realizada en forma armónica y equilibrada, para el bien de sus habitantes.