

Los Planes de Obras del Canal de Isabel II

Por JOSE GARCIA AUGUSTIN

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director del Canal de Isabel II

El Plan de Obras llamado Suplementario, aprobado técnicamente por O. M. de Obras Públicas de 20 de noviembre de 1965, y establecida su financiación por Decreto del Ministerio de Hacienda de 17 de marzo de 1966, se funda esencialmente en las previsiones establecidas en el Plan General de Ordenación Urbana del Area Metropolitana de Madrid, aprobado por Decreto 3855/1963 del 26 de octubre, que estima una población para el año 2.000 de unos 5 400.000 habitantes. Es posible que la realidad desborde este crecimiento, lo que llevaría consigo reducir el plazo de duración de las obras en su servicio efectivo, adelantando la puesta en funcionamiento de otras que al principio puedan parecer como diferidas.

En un grupo de curvas, las núm. 1 del gráfico núm. 1, puede fácilmente apreciarse cómo el crecimiento efectivo de la población ha ido desbordando todas las previsiones. No sólo por el crecimiento propio de la capital, sino también por la incorporación de los términos municipales próximos, y, últimamente, por la fijación del Area Metropolitana de Madrid. Este gráfico pone también de manifiesto lo aleatorio que resulta el hacer planes a largo plazo, y el riesgo que puede suponer fijar estrictos plazos de la puesta en servicio de las obras, y, sobre todo, el lapso de tiempo de su efectivo funcionamiento hasta su agotamiento por el consumo real.

Bien es verdad que no existe disposición oficial específica alguna que obligue al Canal de Isabel II a abastecer de agua a toda esta extensión de Madrid y a su área metropolitana. Pero la realidad se impone, y es indudablemente aquel Organismo el que debe propor-

cionar suministro de agua suficiente a todo este crecimiento urbano y su zona de influencia.

Los intentos gubernamentales para descongestionar Madrid y su área de influencia (Ley del Suelo de 12 de mayo de 1956, Ley de 13 de noviembre de 1957, Ley de 2 de diciembre de 1963, Ley del 28 de diciembre de 1963 y Decreto de 30 de enero de 1964) no parecen haber tenido gran éxito, al menos hasta el presente, a pesar de haberse establecido 5 polígonos de descongestión con las ventajas que se conceden a la instalación en los mismos de las industrias; tales son: Toledo, Manzanares, Guadalajara, Alcázar de San Juan y Aranda de Duero.

Esta congestión acelerada de Madrid y de su zona de influencia, ha creado situaciones difíciles en su suministro de agua, que se tratan de resolver con los Planes de Obras.

El servicio que deben prestar las instalaciones del abastecimiento, no depende sólo de la población, sino también del consumo específico, es decir, del número de litros por segundo a utilizar diariamente y por cabeza en la Capital que crece a medida del nivel de vida de la población; en el último Plan de Obras se ha partido de una dotación de unos 300 litros aproximadamente para 1965, llegando a 577 litros en el año 2000.

Otro dato a tener en cuenta es el natural desfase entre estos consumos, y los que deben proporcionar los embalses, que se ha supuesto en un 10 por 100, para tener en cuenta pérdidas, tanto en los embalses, por evaporación, como en los canales de conducción, y los limitados servicios concedidos o a conceder a lo largo de los recorridos de los mismos. Así, se obtienen las dotaciones de que es preciso disponer

5

en las derivaciones de los embalses, variando desde 332 a 641 l./h./d., correspondientes a los citados en la Ciudad.

Con estas hipótesis, se obtiene la curva que con el núm. 2 figura en el gráfico núm. 1, y que es la fundamental para deducir las correspondientes capacidades y desarrollos de las obras, de tal manera, que los caudales que vayan proporcionando sean suficientes para ir cubriendo las necesidades previstas, con un cierto coeficiente prudente de adelanto, sin que este sea excesivo, para evitar intereses intercalares de los costes de obras con servicio muy diferido.

Hay, además, que considerar que la curva de necesidades crece de una manera continua, adoptando en cierto modo una forma logarítmica, mientras que la de disponibilidades proporcionadas por las obras, forman una poligonal, cuyos saltos verticales corresponde a la puesta en servicio anticipado de partes importantes de obras, principalmente de embalses, canales y depósitos, ya que la red de distribución, por lo menos en su parte secundaria, puede seguir más de cerca al consumo.

No se ha representado en el gráfico la posibilidad, no siempre fácil de lograr, de rendimientos parciales sucesivos de las obras. Para el estudio económico se ha supuesto que los ingresos se obtienen por la venta del 60 por 100 del agua que sale de los embalses reguladores, o del 70 por 100 de la derivada en los grandes depósitos de la Capital.

Establecida aquella curva, se aprecia inmediatamente la insuficiencia de recursos para atender a la demanda de consumo en el año 1965, como después se probará.

La posibilidad de atender al consumo precisamente en año seco, es lo que indica la bondad y rendimiento de las instalaciones y obras del sistema de suministro de agua. El espectro del año seco sólo proporcionaría un caudal regulado por los embalses existentes de 8,50 m.³/s. incluso con la incorporación de Hidráulica de Santillana, y como el consumo medio de día máximo es de unos 11,00 m.³/s., la deficiencia es evidente. Las restricciones serían muy importantes. El Plan de Obras del Canal tiende principal y precisamente a evitar esta diferencia, causada por una insuficiencia de embalses, que son las obras más difíciles, de más largo plazo y sometidas a mayores y posibles contingencias.

El Plan Suplementario de obras de ampliación del abastecimiento de agua a Madrid, tiene

por finalidad principal superar el desfase señalado y acompasar el ritmo de la puesta en funcionamiento del conjunto de las obras a la curva previsible de consumo.

El déficit se centraba principalmente en embalses y en canales de conducción, más agudizado el primero que el segundo, ya que este último se encontraba en próximo trance de superación, y no así el de agua regulada; esta situación ha sido la causa de tener que imponer restricciones en el consumo, debidas en unas épocas a falta de capacidad en las conducciones generales, en otras a insuficiencia de agua almacenada, y a pesar de estar frenado el consumo por deficiencias parciales de la red de distribución.

La red de distribución, sin ser perfecta, proporcionaba un sistema aceptable, quizá con la excepción de algunos barrios extremos; y gracias a aquella limitada capacidad no se vaciaban antes los embalses, y los canales de conducción no ponían tan de manifiesto su falta de capacidad.

Y decimos que la red de distribución era aceptable, porque permitía repartir un caudal que en el año 1965 fue de 275 millones de metros cúbicos para una población de 2 500 000 habitantes, lo que representaba una dotación muy próxima a los 300 litros habitante y día; bien es verdad, que cierta parte de la población padecía falta de presión o regularidad en el suministro, pero siempre en minoría.

Hagamos un poco de historia de cómo se ha llegado a redactar el Plan Suplementario, que es el hoy vigente.

En el gráfico núm. 2 y cuadro núm. 1, se pueden seguir las obras que sucesivamente se han ido incluyendo en los Planes del Canal de Isabel II.

El Plan de Obras aprobado por Decreto de 7 de noviembre de 1947, planteó la insuficiencia de los recursos hidráulicos del Lozoya, que se consideraban agotados con el embalse de Riosequillo, por lo que se preveía el aprovechamiento de las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe. Los presupuestos eran, en números redondos, de 303 millones de pesetas para el novenio 1948-56, de 235 millones de pesetas para el sexenio de 1957-62 y de 247 millones de pesetas para años posteriores a 1962.

El desarrollo de este Plan sufrió serios trastornos, principalmente por la inestabilidad de los precios, con importes unos ya reales y otros

m³/s.

AÑOS

HABITANTES		1939	1950	1954	1960	1964	1965	1967	1970	1975	1980	1981	1985	1986	1990	1995	2000
CAUDALES m³/s.	SALIDA EMBALSES						10,00	12,50	15,20	18,20	22,00	27,00	33,00	40,00			
	EN MADRID						9,00	11,25	13,68	16,38	19,80	24,30	29,70	36,00			
VOLUMEN ANUAL Hm³							315	394	479	574	694	851	1041	1261			
DOTACIONES l/hab.y dia	EN EMBALSES						332	369	403	434	474	526	583	641			
	EN CIUDAD						299	332	362	391	427	474	525	577			

- 1º POBLACION ESTIMADA EN LOS SUCESIVOS PLANES DE OBRAS
- 2º CAUDALES A OBTENER EN LOS EMBALSES PARA EL SERVICIO DE LA RED DE DISTRIBUCION
- 3º POSIBLE DESARROLLO DE LAS OBRAS SEGUN NECESIDADES PREVISTAS

CANALES DE CONDUCCION CAPACIDAD m³/s. DIA MEDIO	TIEMPOS	EMBALSES CAUDALES REGULADOS m³/s. MEDIO DIARIO ANUAL	
		m³/s.	m³/s.
BAJO		RIOSEQUILLO	
		Ptes VIEJAS	
		EL VILLAR	
		EL VADO	6,50
ALTO			
	M-1965	SANTILLANA	8,50
	M-1966		
	M-1967	OES ALBERCHE	11,00
	F-1967	PINILLA-VELLON	13,50
	F-1970	EL ATAZAR	19,80
	F-1981	MATALLANA	21,55
	F-1983	CANTALOJA	22,65
	F-1985	Pº de los RAMOS	24,85
	F-1988		

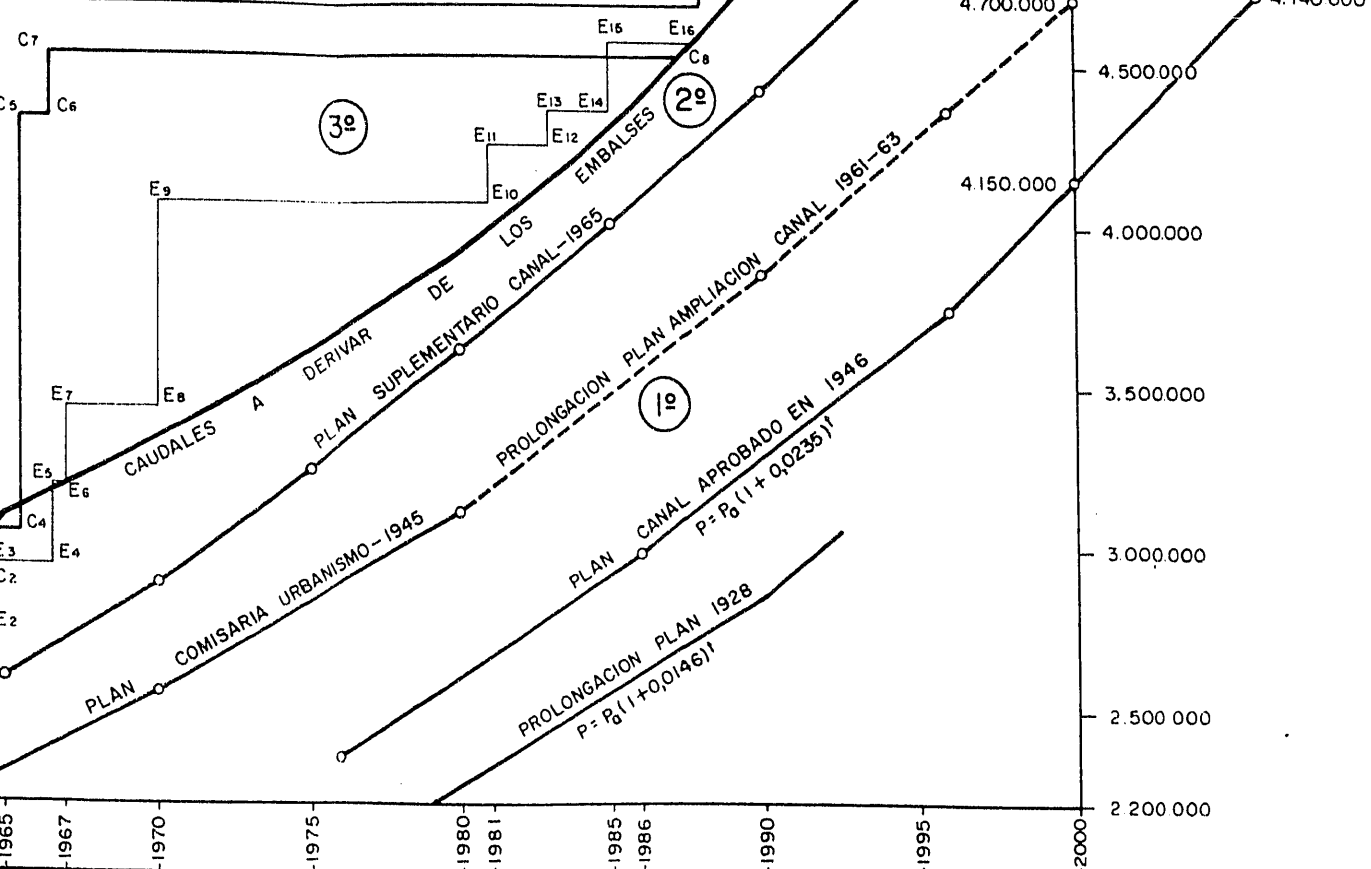


Gráfico núm. 1.

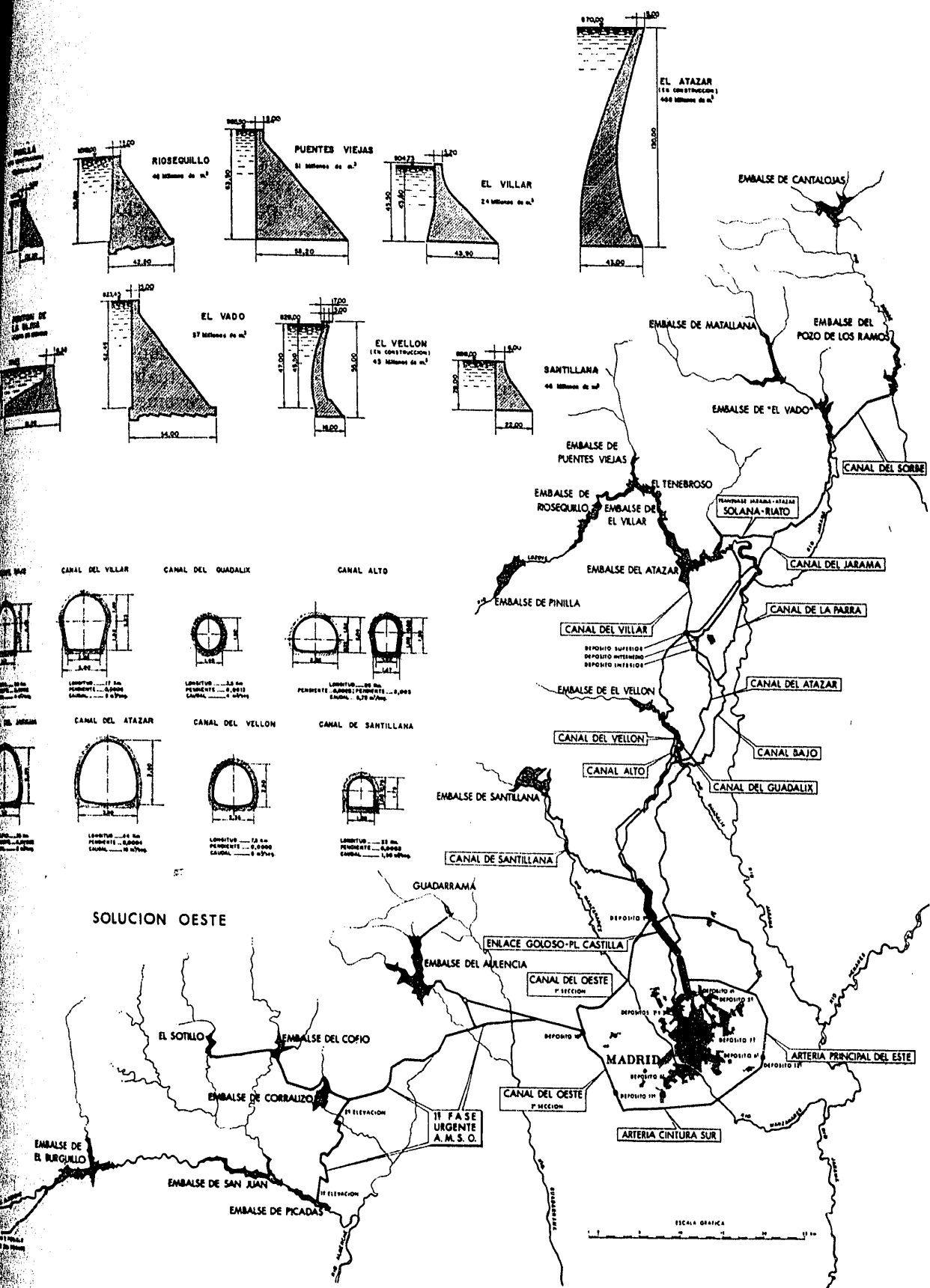


Gráfico núm. 2.—Plano general de las instalaciones del Canal de Isabel II.

previsibles que casi duplicaban las estimaciones, por lo que se prorrogó el primer período en dos años más hasta 1958, por Decreto de 14 de mayo de 1954, autorizándose al mismo tiempo un empréstito de 320 millones de pesetas; preveía la disposición del mismo rango de 22 de julio de 1953, por la que se permitió la elevación de la tarifa de venta de agua desde 0,56 a 0,80 pesetas/m.³, única forma de hacer frente al incremento de costes de las obras y de la explotación y conservación de los servicios.

Puede apreciarse que este era un débil intento de la cobertura económica de las obras; en la misma época cualquier tarifa de venta de agua en las grandes ciudades europeas y americanas, era muy superior al que se establecía en Madrid, con miras a financiar el coste de sus obras.

El Decreto de 10 de agosto de 1954 reservó para el abastecimiento de Madrid la totalidad de los caudales de la cuenca del Lozoya, y los procedentes de los ríos Jarama y Sorbe en los tramos y con las características que en el mismo se detallan.

En junio de 1955 se redacta por la Dirección Facultativa un Plan Adicional del abastecimiento de aguas a Madrid, en cumplimiento del artículo 9.º del Decreto citado de 10 de agosto de 1954.

En 31 de agosto de 1956 se confeccionó un "Plan Reformado de mejora y ampliación del abastecimiento de agua a Madrid", que no tuvo efectividad como tal Plan, pero que sirvió para ir redactando, aprobando y ejecutando los proyectos en el mismo incluidos que se iban sometiendo a la aprobación superior.

En 26 de enero de 1961 la Dirección Facultativa redacta un "Plan de Obras para el abastecimiento de agua al Gran Madrid", que es la base y fundamento de todo lo actuado posteriormente, hasta llegar a las aprobaciones ministeriales correspondientes de los planes de obras que reseñamos a continuación.

El Plan de Ampliación aprobado por Orden Ministerial de Obras Públicas de 25 de agosto de 1961 no llegó a tener efectividad completa y total, ya que al aprobarse por la superioridad se establecieron unas prescripciones fundamentales, que dieron lugar a la redacción del Plan siguiente llamado Modificado, y aprobado por Orden Ministerial también de Obras Públicas de 13 de julio de 1963.

El Plan de Ampliación de 1961, con un im-

porte total de pesetas 5 602,67 millones, comprendía 4 grupos de obras, clasificación que se ha venido conservando después, ampliada en el Plan Suplementario, y que comprendía las obras e instalaciones hasta 1967, inclusive. La demora en la ejecución de este Plan ha sido evidente, seguramente por falta de medios económicos, ya que sólo el posterior Decreto de 10 de agosto de 1963 proporcionaba una tarifa que se estimaba suficiente para poder financiar el Plan, ya dentro del mismo año.

Posteriormente se ha comprobado también la insuficiencia de esta tarifa, proponiéndose su reajuste, posiblemente mediante el desarrollo de una tarifa diferencial, actualmente en estudio.

Refrámonos muy brevemente a estos Planes.

1.º Plan de Ampliación aprobado por Orden Ministerial de 25 de agosto de 1961. Se pensaba desarrollar en un período previo con poco gasto de 100 millones de pesetas en 1961; en una primera etapa de tres años, de 1962 a 1964 ambos inclusive, con presupuesto de 2 896,97 millones de pesetas; y, finalmente, una última o tercera etapa de un período también de tres años, de 1965 a 1967, con 2 606,70 millones de pesetas. En todo este plazo se debería haber gastado el total presupuesto del Plan importante, 5 602,67 millones de pesetas.

La falta de medios financieros hizo que se desarrollara muy lánguidamente este Plan. Se suponía que el embalse de El Atazar, a realizarse por el Canal de Isabel II, debería estar terminado en el año 1967. El retraso, por tanto, es evidente.

Dada su falta de vigencia, sólo comentaremos sus extremos más destacados. Un estudio más detallado puso de manifiesto la conveniencia de acometer el hiperembalse en el río Lozoya, llamado de El Atazar, abandonando la idea anterior de que con el embalse de Rioseco se agotaba hidráulica y económicamente el Lozoya. Se suponía en el mismo, como ya hemos manifestado, que este gran embalse lo construyera el Canal de Isabel II, con un presupuesto de 644,30 millones de pesetas, incluso sus muy importantes obras auxiliares y complementarias.

Se incluía también en el mismo una pieza fundamental, eje de la conducción general de agua de los embalses a Madrid, cual es el Canal de El Atazar (Presa-Torrelaguna-El Goloso) y la Unión de El Goloso con la plaza de Castilla con presupuesto conjunto de 2 000 millones de

pesetas y capacidad de 16,00 m.³/s. Esta obra ha entrado en servicio en 15 de junio del año 1966, en su Sección 2.^a (Torrelaguna-El Goloso), junto con la unión de El Goloso con el cuarto depósito en la plaza de Castilla.

Este canal necesitaba un gran depósito en El Goloso, que también se consideraba y cifraba en dicho Plan, actualmente en comienzos de construcción en su primera parte, con una capacidad de 500.000 m.³ y presupuesto de 181 millones de pesetas.

Se incluían los importantes canales del Este y del Oeste, contorneando la mancha urbana de Madrid, para llegar hacia el Sur, evitando el cruzar el centro de la Ciudad, empresa totalmente impracticable. Sus presupuestos en conjunto eran muy cercanos a los 1.500 millones de pesetas.

El objeto de estos canales es el conseguir la mejora de presiones en el centro y Sur de Madrid, conduciendo directamente el agua a sus depósitos terminales sin recargar la red interior con caudales adicionales a consumir en sitios más bajos y alejados del centro de la capital.

Se completaba este esquema con las estimaciones de arterias principales, secundarias y redes de distribución, y gastos generales, tales como estudios, replanteos, expropiaciones, etc.

Era un Plan bastante completo, de una parte, con una pieza clave nueva, para obtener agua regulada, como es la del embalse de El Atazar, que en este Plan debería construir el Canal de Isabel II, y de otra, la conducción del agua, representada por el Canal de El Atazar y la Unión de El Goloso con la plaza Castilla. Quizá hubiera, además, requerido mayor coordinación con las obras de regulación de los ríos Jarama y Sorbe, pues las instalaciones estimadas, tanto de distribución principal como secundaria, eran bastante amplias, para permitir mayor agua regulada que la que proporcionaban únicamente los embalses en funcionamiento y el de El Atazar, como hiperembalse del río Lozoya.

Realmente, lo eficaz del mismo llevado a la práctica, ha sido el canal de El Atazar en su segunda Sección, es decir, desde Torrelaguna a El Goloso y su Unión con la Plaza de Castilla, que se conserva en los planes sucesivos.

2.º Plan Modificado, aprobado por O. M. de Obras Públicas de 13 de julio de 1963. prácticamente no es más que el Plan anterior aprobado con prescripciones que se recogieron en éste, y que posteriormente merecieron la apro-

bación correspondiente. Por esta razón, se le adjetivó con el nombre de Modificado.

Estas prescripciones introdujeron variantes fundamentales en el Plan que aprobaban. Acier-to indiscutible fue el incorporar al sistema del Canal de Isabel II las instalaciones de Hidráulica de Santillana, S. A., cuya efectividad administrativa necesitó una premiosa tramitación. Podemos decir que esta incorporación ha resuelto unos graves momentos en la situación del abastecimiento de agua a la Capital, durante el verano de 1965 y el año de 1966; sin ella, la situación hubiera sido muy crítica. Esta adscripción, junto con las obras de ampliación, mejora y acondicionamiento sobre las de Hidráulica de Santillana que se señalaban, a realizar por el Canal de Isabel II, ha permitido en plazo muy breve disponer para Madrid de 2,00 m.³/s. de agua regulada, con un coste entre adquisición de acciones y desembolsos de las obras de unos 500 millones de pesetas. Las cifras son suficientemente significativas, y sin necesidad de valorar el breve plazo en que esto podía hacerse. Y dentro de estas obras cabe mencionar las que permitirán verter en el canal alto otros 2,00 metros cúbicos por segundo, además de los que se pueden conducir directamente a Madrid: 0,500 metros cúbicos por segundo para la red de Santillana y 1,50 m.³/s. para la del canal, estos últimos a incorporarse entre el canal del Este, en La Malmea, y el cuarto depósito en la plaza de Castilla. Los gestores y realizadores de esta idea, y de la tramitación felizmente rematada, bien merecen el agradecimiento de Madrid.

Otras innovaciones fundamentales al aprobar el Plan fueron las de la inclusión de las estaciones de tratamiento de agua, en número de 3: una, en Torrelaguna Alta; otra, en Santillana Baja, y, finalmente, la tercera, en la cabeza del sifón Colmenar-El Goloso del canal de El Atazar, con la posibilidad de incorporar la de Santillana Alta. Y finalmente, la supresión del presupuesto del embalse de El Atazar, ya que, su construcción, pasaba a depender directamente del Estado.

El reajuste de presupuestos, por supresión de El Atazar y la inclusión de las otras partidas, alcanzaba a los 5.753,37 millones de pesetas, es decir, muy parecido al anterior.

Se había dado un gran paso en el delicado problema de disponer de más agua regulada para Madrid en plazo breve, que es el que se presentaba con mayor angustia, al incorporar las

instalaciones de Hidráulica de Santillana, S. A., aunque todavía en cuantía insuficiente para un próximo porvenir. Era también razonable el tratar de conseguir la mejora del agua, con la introducción de las estaciones de tratamiento, en forma escalonada y metódica.

Simultáneamente se desglosaba hacia el Estado la construcción de la pieza fundamental del Plan, cual era la del embalse de El Atazar, aunque posteriormente se encomendó al Canal la redacción del proyecto y la ejecución de las muy importantes obras auxiliares y complementarias. En un momento temimos que estas disposiciones pudieran trastornar el rápido desarrollo del Plan en esta parte fundamental del mismo. Felizmente, y con la colaboración de todos, se ha superado ya esta etapa, y se está comenzando la construcción de esta obra clave próxima del abastecimiento.

Aunque se hablaba del embalse de El Vellón en el río Guadalix, para aumentar el agua regulada, el caso es que no se incluía y valoraba dentro del Plan, ni el canal que con el mismo nombre y derivado del embalse debe ingresar su caudal regulado en el canal de El Atazar. Este canal es muy necesario, pues, aunque sin él, el agua regulada puede ingresar en el Canal Bajo, por la presa de El Mesto, esta utilización lleva consigo restar potencia al salto de Torrelaguna, que funciona dando agua al Canal Bajo, y es actualmente esta Central la que proporciona la energía para la ejecución de las obras del Plan. Ultimamente, hemos tomado disposiciones para tener otras fuentes de energía eléctrica (incorporación del salto de Navallar de Hidráulica de Santillana, S. A., y contrato con Hidroeléctrica Española, S. A.).

Se conservan las restantes partidas del Plan anterior. Encontrábamos también una estimación excesiva de las restantes obras en relación con las precisas para conseguir mayor regulación del agua. Parecía conveniente derivar parte de los muy amplios presupuestos de los canales de cintura del Este y Oeste hacia trabajos de regulación (por ejemplo, embalses de El Vellón y Pinilla y aguas subterráneas), haciendo más armónico el desarrollo del Plan. Parece que todo se confiaba a una pronta resolución del embalse de El Atazar, lo cual podía tener sus inconvenientes.

El principio del desarrollo de este Plan fue lento, indudablemente por falta de cobertura económica, por lo que se limitó principalmente

a terminar las obras comenzadas, e impulsar la fundamental del canal de El Atazar y la unión de El Goloso con la plaza de Castilla, pieza clave en las conducciones de agua desde los embalses a Madrid. Hay, además, que reconocer que la gestión de Hidráulica de Santillana, Sociedad Anónima consumió un gran porcentaje de gestiones y preocupaciones, perfectamente empleadas.

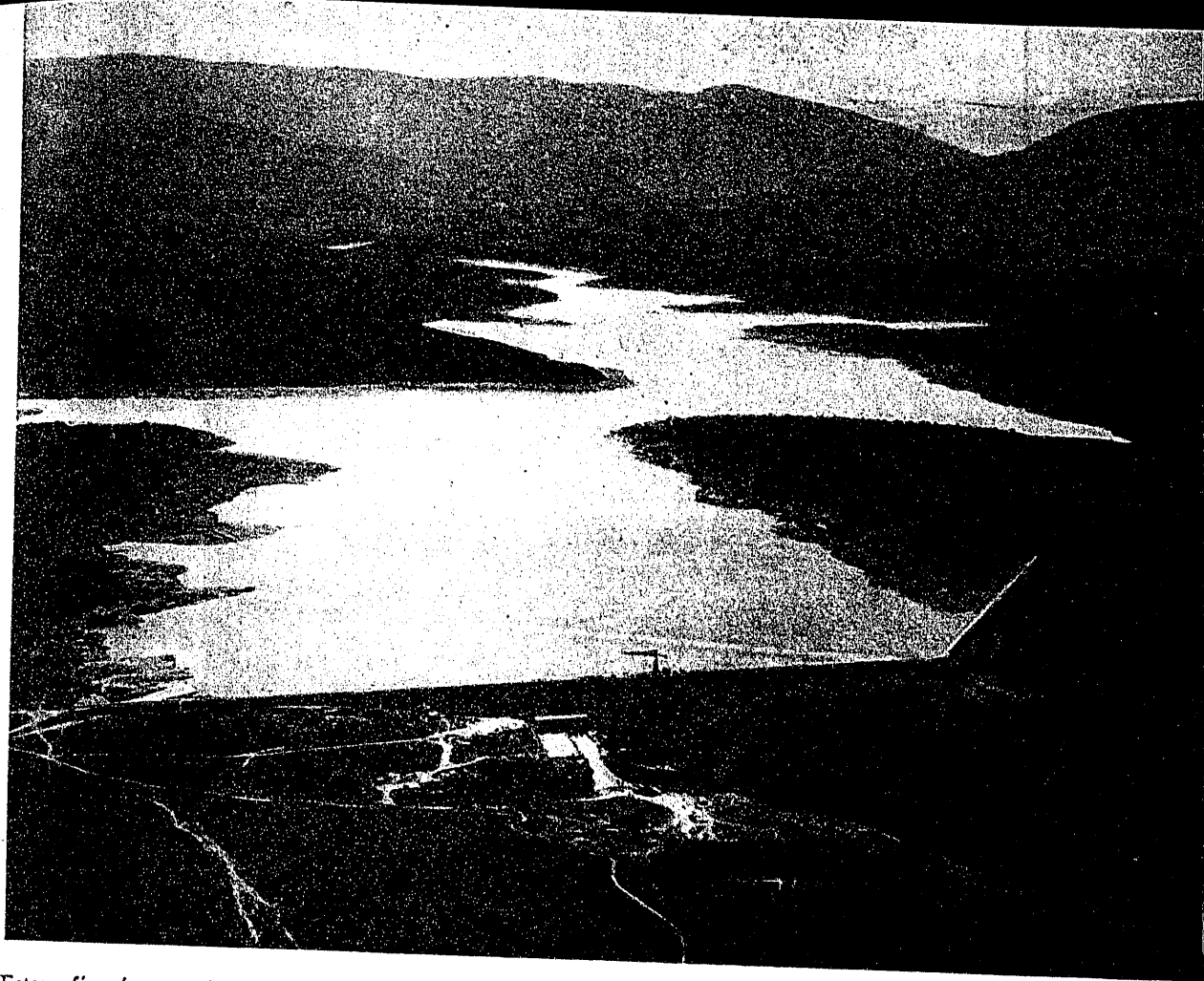
La situación económica fue despejada por el Decreto de 10 de agosto de 1963, por el que se disponía que, conservando la tarifa establecida por el Decreto de 31 de mayo de 1957, de 1,00 pesetas/m.³, se cobraría otro tanto como complemento para atender a los gastos de ampliación y mejora del abastecimiento.

Plan Reajustado aprobado por O. M. de 3 de julio de 1965. La urgencia en poder disponer de las obras que en forma rápida pudieran proporcionar más agua regulada, y que no se encontraban incluidas en el plan vigente, nos llevó a reajustar éste, suprimiendo aquellas obras e instalaciones que pudiesen sufrir cierta demora, introduciendo las que tendían a embalsar y regular el agua de los ríos y que deberían efectuarse en un plazo muy perentorio. La urgencia en poder empezar la ejecución de estas obras, nos hizo necesario de momento conservar el presupuesto total del Plan, para evitar una nueva tramitación económica que hubiera retrasado la adjudicación para ejecutar las obras de regulación. El reajuste consistió en suprimir obras que podían sufrir una demora en su ejecución, principalmente las de los canales y depósitos del Este y Oeste, e introducir las de regulación, tales como los embalses de El Vellón con el canal del mismo nombre, el embalse de Pinilla y los pozos Ranney, en la confluencia de los ríos Lozoya y Jarama, entre las principales y fundamentales. El importe del Plan fue el mismo del anterior.

Plan Suplementario aprobado por O. M. de 20 de noviembre de 1965. Es, como su nombre indica, suplementario del precedente, tomando este nombre, y redactado ya con una cierta mayor tranquilidad, con una visión mayor de conjunto y alcanzando hasta el año 1971, es decir, ampliando dos años el anterior.

En el cuadro número 1 se establece la comparación de los planes con sus sucesivas modificaciones.

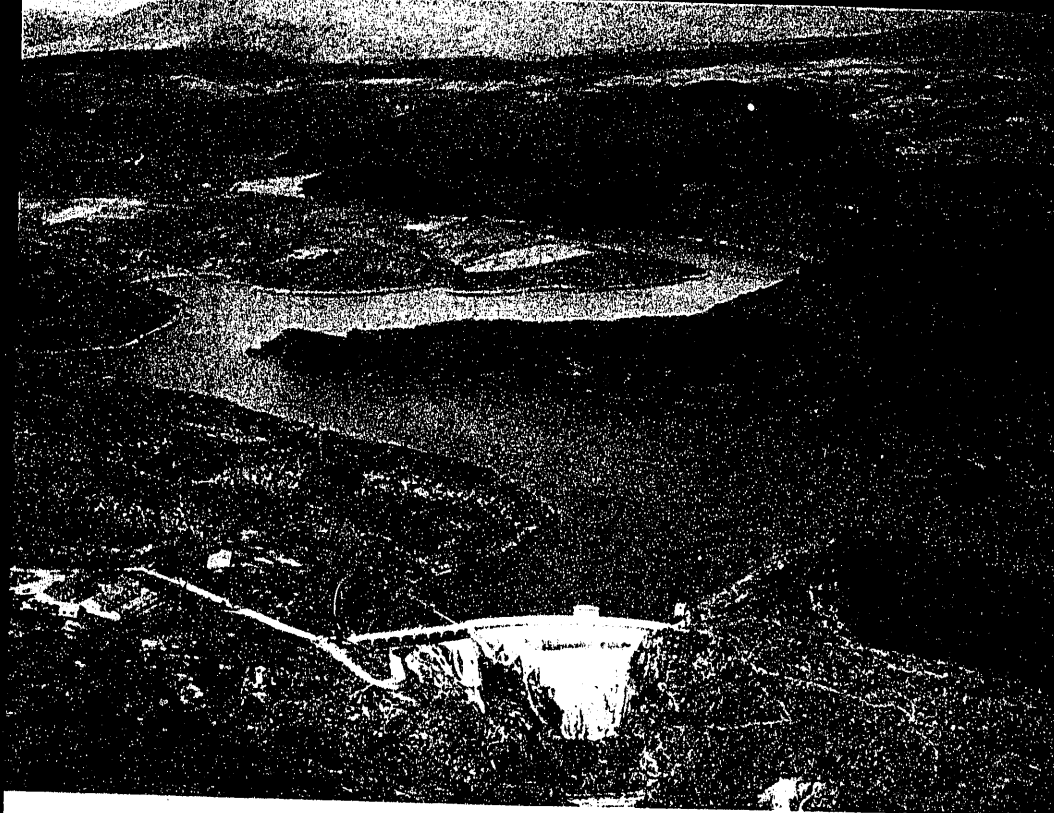
Por otra parte se acomete el estudio de aprovechamiento de los recursos hidráulicos del Oeste



Fotografía núm. 1. — Embalse de Ríosequillo (río Lozoya).

Fotografía núm. 2. — Embalse de Puentes Viejas (río Lozoya).





Fotografía núm. 3. — Embalse de El Villar (río Lozoya).

de Madrid, con arreglo al Decreto de 23 de septiembre de 1965, desarrollando y mejorando la idea expuesta en el Consejo de Ministros de 22 de enero del mismo año.

Este mismo Consejo de Ministros estableció la coordinación entre los Ministerios de Industria y Obras Públicas para la investigación de las aguas profundas en la cuenca de Madrid, lo que se ha llevado a cabo con la colaboración entre el Canal de Isabel II y el Instituto Geológico y Minero. Una partida para la investigación de la primera fase urgente, ya hubo que tenerla en cuenta en el Plan Reajustado de Obras del Canal de Isabel II.

Posteriormente, y en vista del informe del Instituto Geológico, se ha acometido con cierta intensidad y a escala de ensayo previo, la perforación de unos pozos en la margen izquierda del río Manzanares en los Viveros de la Villa, con el fin de ingresar en el río los caudales que se obtengan, unos 400 l./s. como máximo, y mejorar el aspecto de la canalización en la época de verano, que queda prácticamente con sólo caudal de aguas residuales, al incorporar todas las reguladas al abasto de Madrid.

Otras ideas, tales como las del trasvase del Duratón, sufrieron una demora, debida a la gran cantidad e importancia de las reclamaciones presentadas en la información pública; y la amplia-

ción de la elevación del Roncadero en el Jarama, que se sustituyó por la obra de dos puentes tipo Ranney en la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya, actualmente en disposición de dar un rendimiento de 1,00 m.³/s., para ingresar en el Canal Bajo.

Todas estas nuevas concepciones se incorporaron al Plan Suplementario.

Hecho este breve resumen de los planes de canal, pasemos también ligera revista a la situación actual y desarrollo de las obras e instalaciones incluidas en dichos planes.

Agua regulada. Embalses. — El actual suministro en cuanto a agua regulada, se refiere a los embalses de Ríosequillo (foto núm. 1), de Puente Viejas (foto núm. 2), de El Villar (foto núm. 3) y El Vado, cuyas características principales figuran en el gráfico número 2, y embalse del Manzanares de Hidráulica de Santillana. Caudal regulado en año seco, 8,50 m.³/s. por la red del canal. Embalse total, 218 Hm.³.

En el mismo gráfico se indican las secciones de los canales que unen los embalses con los depósitos de Madrid.

Tanto las secciones transversales de las pautas, como de los canales, ponen de manifiesto la evolución de la técnica en esta clase de obras.

La necesidad de disponer en forma rápida



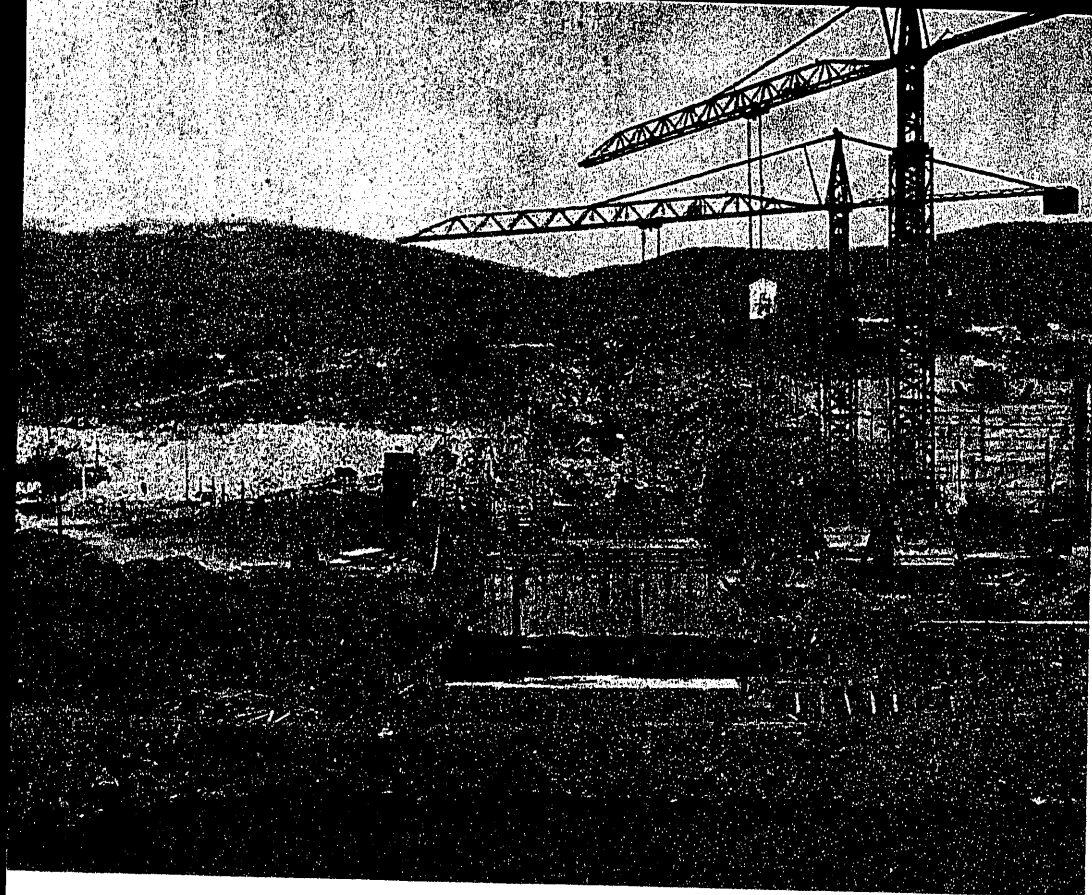
Fotografía núm. 4.— Elevación de aguas subálveas del Lozoya y Jarama (Pozos Ranney).

de mayor cantidad de agua hizo acometer con urgencia el proyecto y construcción de dos pozos tipos Ranney en la confluencia de los ríos Lozoya y Jarama, aprovechando la constitución del subsuelo, con una capa filtrante de gravas y arenas asentada sobre un terreno impermeable. La investigación, muy rápida, realizada al efecto, puso de manifiesto la posibilidad de aprovechar esta estructura, mediante la instalación de estos dos pozos, actualmente en disposición de funcionar cuando sea necesario, habiéndose probado ya el caudal obtenido de alrededor de $1,00 \text{ m}^3/\text{s}$. entre los dos, a partes aproximadamente iguales, y que se impulsan al Canal de La Parra, a unos 30 metros de altura, para su posterior ingreso en el Canal Bajo. La capa de acarreo no tiene gran potencia, como sería de desear, por lo que para aumentar el rendimiento de los pozos se ha construido un azud de derivación que proporciona un embalse de unos tres millones de metros cúbicos, que incrementan la presión del agua sobre los acarreo y la corriente subálvea, facilitando la filtración, como ya se ha

puesto de manifiesto en los ensayos prácticos realizados. La fotografía núm. 4 es una vista del conjunto de la instalación, que ya se encuentra terminada. El presupuesto es muy próximo a los 70 millones de pesetas.

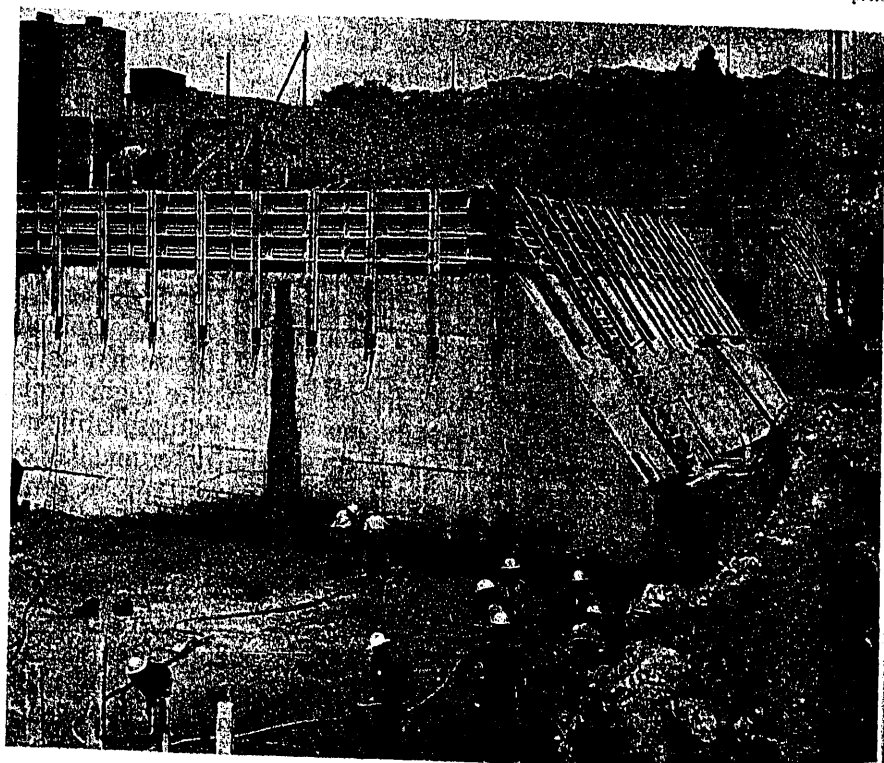
Esta instalación sustituirá la provisional y próxima llamada del Roncadero, que con capacidad de unos $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$, elevaba también agua al Canal de La Parra. Pero siendo aguas superficiales, la captación tiene sus dificultades por la disposición del cauce, y las frecuentes turbias en este lugar hacían que muy normalmente no se pudiese utilizar esta elevación, que ha dado en determinadas épocas buen rendimiento. Los pozos Ranney, con mayor capacidad, aprovechan ya aguas subálveas de más regularidad y filtradas por la capa del terreno, por lo que desaparecerán las dificultades indicadas.

Con idéntico propósito de aumentar rápidamente el caudal regulado, se ha comenzado la presa de Pinilla, en la cabecera del río Lozoya, formada por una presa recta de gravedad de 30 metros de altura y embalse de 40 millones de

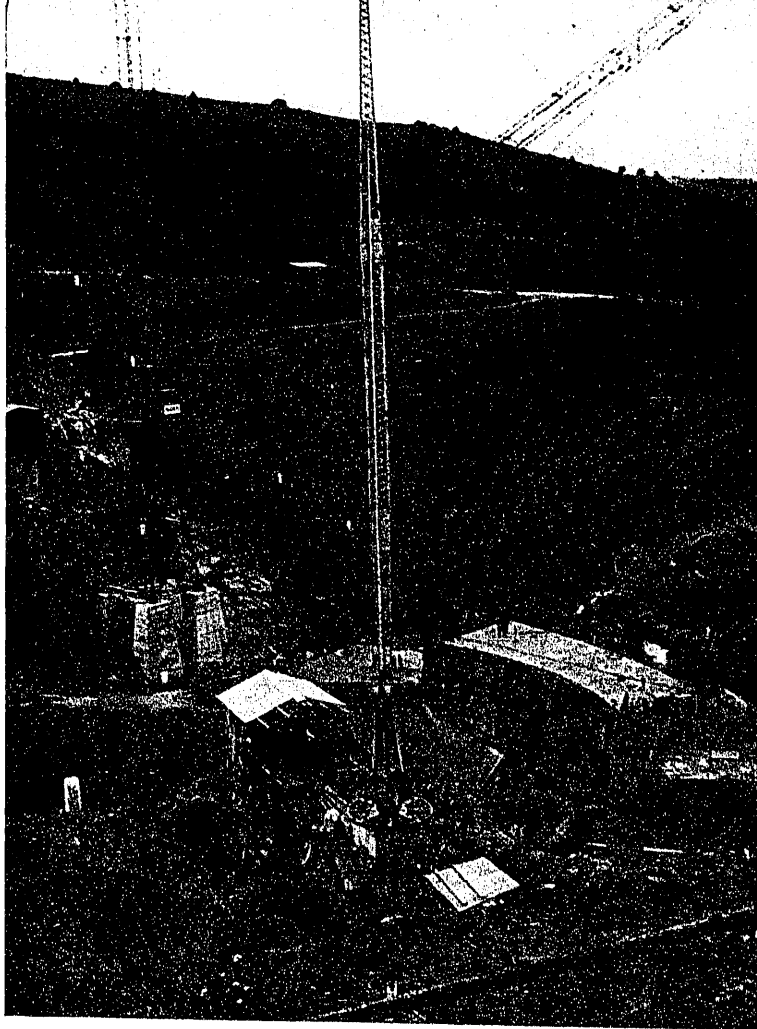


Fotografía núm. 5.—Presa de Pinilla (río Lozoya). Excavación de cimientos y principio de hormigonado.

Fotografía núm. 6.—Principio de hormigonado de la presa.



Fotografía núm. 7. — Presa de El Vellón. Excavaciones terminadas. Hormigonado de la presa en el fondo del valle.



metros cúbicos, de fácil y rápida realización, y que podrá aliviar la penuria del caudal regulado hasta la puesta en servicio del embalse de El Atazar. Podrá regular hacia el metro cúbico por segundo. Inunda una vega de cierta importancia y valor.

Las fotografías números 5 y 6 indican la excavación de los cimientos y estribos de la presa, con las instalaciones de hormigonado casi terminadas. Ha sido preciso desviar la carretera general de Torrelaguna al Puerto de Navacerrada, unas cañadas, y defender algunas edificaciones en el borde del embalse.

Su presupuesto, con las obras auxiliares y complementarias y expropiaciones, alcanzará los 150 millones de pesetas.

Aunque se venía hablando desde hacía tiempo del aprovechamiento del río Guadalix, afluente del Jarama, la verdad es que sus aguas fluyentes sólo se utilizaban en determinadas circunstancias, derivándolas al canal bajo por medio de la presa y canal del Mesto, casi en su des-

embocadura. Tiene en determinadas épocas caudal cuantioso, y aunque suelen venir las aguas turbias, se clarifican en muy poco tiempo. Para regular este río se está ejecutando el embalse de El Vellón, mediante una presa bóveda de doble curvatura de 50 metros de altura y 45 millones de metros cúbicos de embalse, muy próximo a Madrid. Regulará aproximadamente 1,5 m.³/s. como máximo. Podrán verter sus aguas al río para alimentar al Canal Bajo, o por medio del canal llamado también de El Vellón, y que conduce el agua regulada a la cabeza de salida del sifón del Guadalix, del Canal de El Atazar. Aneja una vega agrícola de importancia. Las fotografías números 7 y 8 se refieren a la fase inicial de construcción, con las excavaciones casi terminadas y aptas para el hormigonado, ya empezado en el fondo del valle, como se puede apreciar en las mismas.

Las obras auxiliares y complementarias de esta presa son muy importantes. Se han desviado las comunicaciones generales afectadas por

el embalse, el camino y el canal Alto; este último pasará sobre la coronación de la presa, lo que da oportunidad de poder llenar este embalse con las aguas sobrantes de los del Lozoya, Jarama o Sorbe, a través de este canal. El presupuesto de conjunto, incluso expropiaciones, se elevará a cerca de los 300 millones de pesetas.

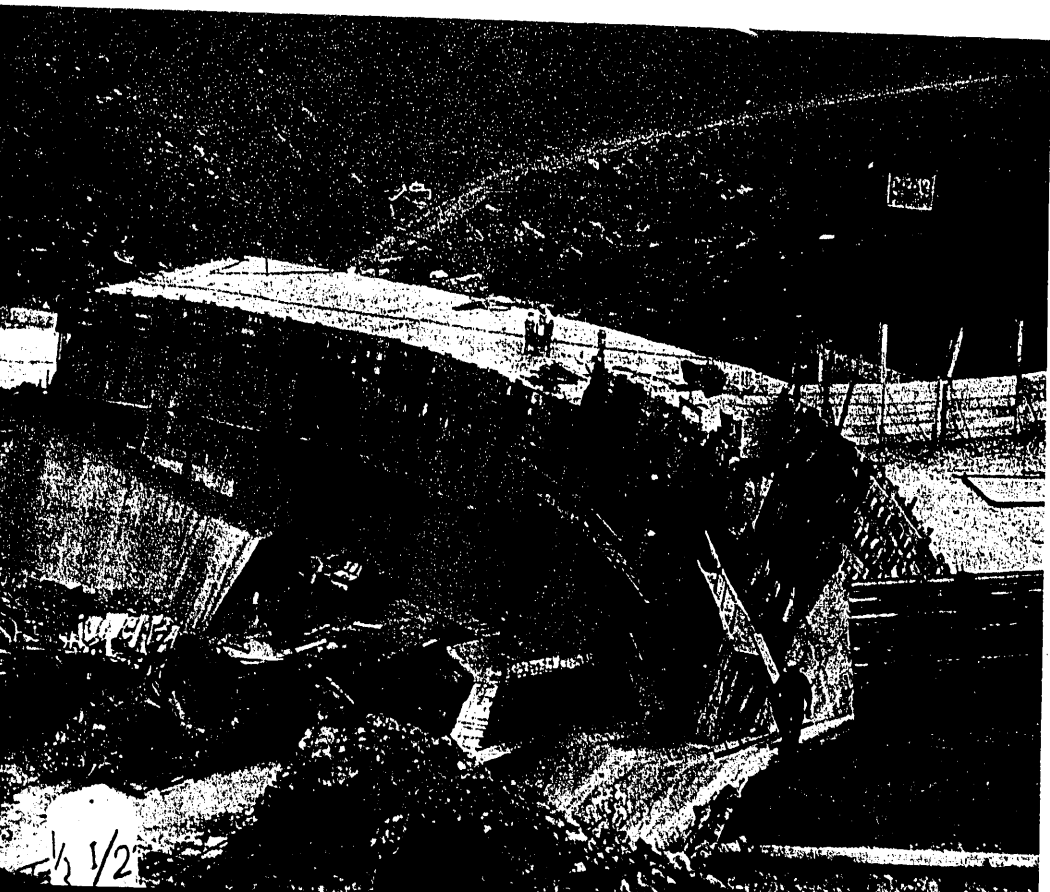
Para ambas obras de estos embalses se han construido las líneas de transporte de energía eléctrica, con el fin de asegurar su regular abastecimiento. Se han reforzado las líneas actuales desde nuestra Central de Torrelaguna; se han construido las de El Atazar y El Vellón; se han unido la Central de Navallar, de Hidráulica de Santillana, S. A., con la de Torrelaguna-Madrid; y finalmente se ha establecido un contrato con Hidroeléctrica Española, S. A., habiéndose ejecutado una línea que une su estación de transformación de Fuencarral con la línea del canal de Torrelaguna a Madrid. Con todas estas disposiciones se trata de garantizar el importante suministro de energía eléctrica, con distintas fuentes y líneas, lo que es esencial para el desarrollo de las obras, y ejecución en breve plazo.

La obra fundamental corresponde al embalse de El Atazar, en el río Lozoya, con el carácter de hiperembalse. Está formado por una presa-bóveda de doble curvatura de 135 metros de altura, capaz para embalsar 468 millones de metros cúbicos, lo que supone la regulación total

del río, proporcionando un caudal en año seco de 6,40 m./s. Esta obra se construye por el Estado, mediante la colaboración de la Confederación Hidrográfica del Tago y el Canal de Isabel II.

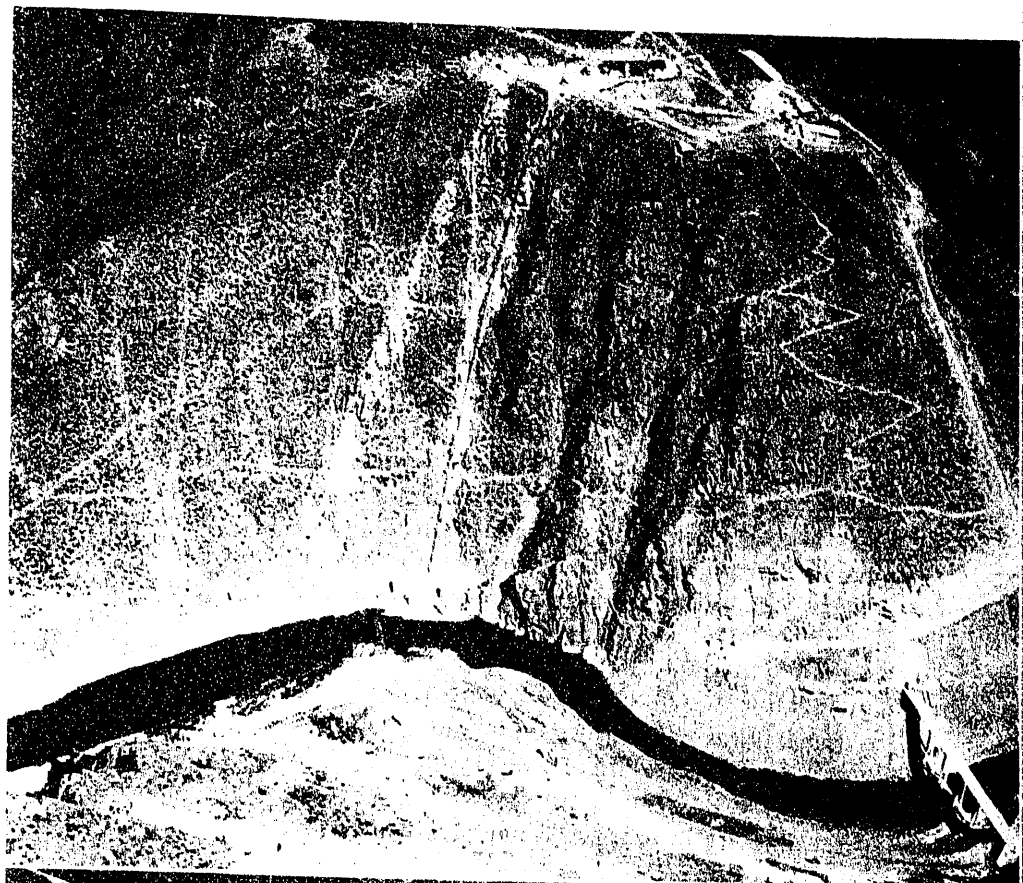
La altura y características de la presa, y la clase del terreno, ofrecen circunstancias que aconsejan una gran vigilancia e inspección de los delicados trabajos que comprende, para evitar dilaciones en un plazo de ejecución muy estricto. Se cuenta con las colaboraciones del Centro de Estudios Hidrográficos, Servicio Geológico de Obras Públicas, División de Inspección de Presas y de la Sociedad Consulpresa, que colaboró decisivamente con los técnicos del Canal en la redacción del proyecto. La obra se concursó y adjudicó a base de un detallado anteproyecto, pero no puede olvidarse que tiene el carácter de tal, lo que hace preciso dicha colaboración y asesoría durante la ejecución de los trabajos, para llegar a disponer del proyecto definitivo y de los datos de realización de las obras.

Para facilitar la ejecución de la obra principal, cual es la de la presa de embalse, se desglorizó, concursó y adjudicó la desviación del río, mediante un túnel en la ladera derecha de unos 300 metros de longitud y las correspondientes ataguías de cola y cabeza. Estas obras están prácticamente terminadas, con presupuesto de 60 millones de pesetas.



Fotografía núm. 8.—Presa de El Vellón. Arranque de la presa desde cimientos en el fondo del río Guadalix.

Fotografía núm. 9.—
Embalse de El Atazar.
(Vista de la ladera,
margen izquierda).



Fotografía núm. 10.—
Obras del embalse de
El Atazar.



Como ya se ha dicho, hubo que ocuparse del transporte de energía eléctrica desde la Central del Canal en Torrelaguna, construyendo e instalando la línea correspondiente, pero siendo insuficiente, y para mayor garantía de poder disponer de esta energía, se ha establecido un contrato con la Hidroeléctrica Española, S. A., y tendido una línea que une su centro de transformación de Fuencarral con la línea del canal de Torrelaguna a Madrid, y además se ha unido esta misma línea con la central de Navallar de Hidráulica de Santillana.

Muy importantes son los caminos, principalmente de la margen derecha, que forman una red para unir la obra con las carreteras generales y con las canteras, todo lo cual debe facilitar el transporte de los medios y elementos auxiliares y materiales para realizar la presa-bóveda. Estos caminos están en una construcción muy adelantada, terminados en sus trazados y a falta solamente de algún trozo de firme.

Estas obras auxiliares y complementarias, incluso expropiaciones, tienen un presupuesto muy próximo a los 400 millones de pesetas.

La obra de la presa se encuentra contratada

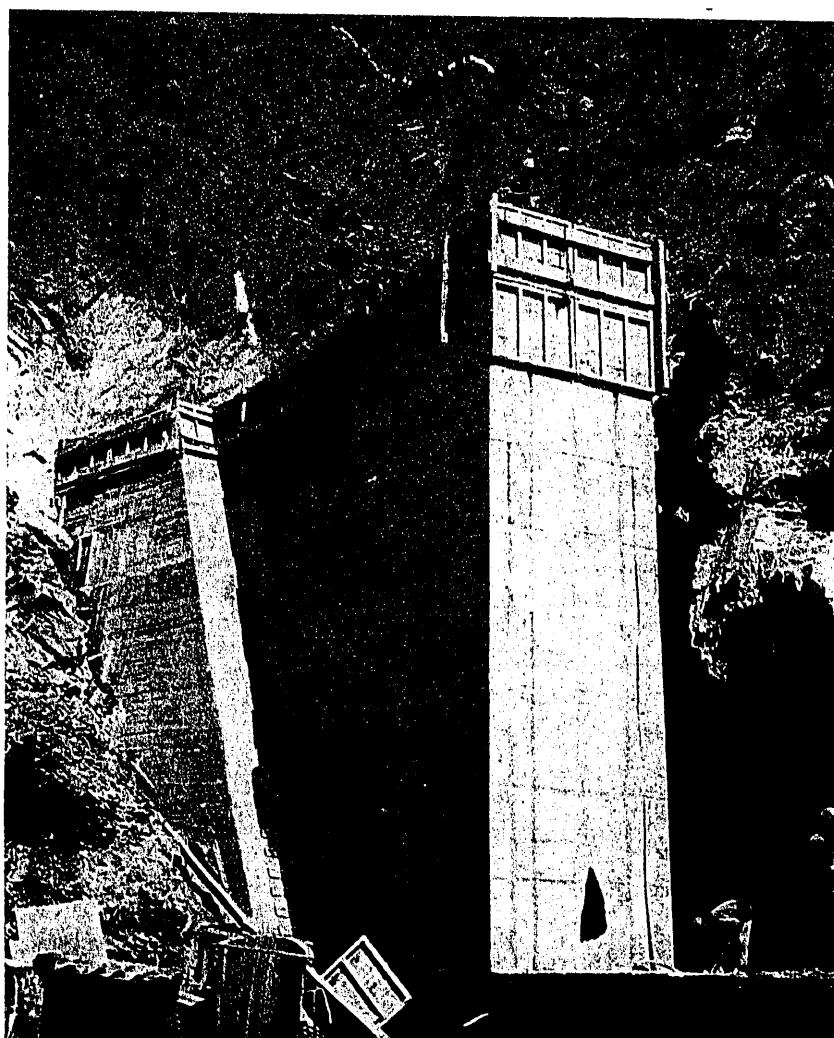
y empezada su ejecución, mediante la realización de los campamentos, edificaciones auxiliares, talleres, etc. Y en pleno desarrollo el trabajo de las delicadas excavaciones.

La fotografía núm. 9 es una vista de la ladera izquierda. En lo alto se aprecia la pequeña casa-administración ejecutada por el Canal de Isabel II para la toma de datos, inspección, etc., que se ampliará más adelante. Al fondo, en el ángulo inferior derecha, se ve el puente que forma parte del camino de unión entre márgenes.

La fotografía núm. 10 es una vista de mayor conjunto, con las dos laderas. Se ve en el centro el puente a que ya nos hemos referido. A la izquierda los caminos de sacada de los productos de excavación de la ladera derecha, y algún trozo de camino general. Hacia el centro superior, la ataguía de cabeza. El principio de la excavación del estribo de la parte alta superior de la izquierda (margen derecha del río) da idea de la altura de la presa.

La fotografía núm. 11 es una vista de la ataguía de cabeza.

Es obra que construye el Estado con presupuesto de unos mil millones de pesetas. Las



Fotografía núm. 11. — Presa de El Atazar, en el río Lozoya. Ataguía de cabeza para desviación del río.

obras auxiliares y complementarias, junto con las expropiaciones que debe sufragar el Canal de Isabel II, se elevan, como ya hemos dicho, a unos 400 millones de pesetas.

Se encuentran en proyecto los embalses de Matallana, en el río Jarama, y los de Pozo de los Ramos y Cantaloja, en el río Sorbe, con su túnel de trasvase. Son también obras de regulación general que abonará el Estado.

En el gráfico núm. 1 se indica de una manera aproximada la época en que debería disponerse de estas obras en funcionamiento. Corresponde a la línea escalonada E. Es una cosa meramente estimativa, pues si la curva de caudales necesarios para el abasto de agua a Madrid es "empina", como es muy probable, según los resultados que se van obteniendo, sería preciso adelantar estas obras en forma apreciable. Es muy difícil y aleatorio hacer planes a grandes plazos, por la incógnita de la curva de necesidades, que hasta el momento siempre ha sido superada ampliamente por la realidad sobre las hipótesis previamente establecidas. Es muy conveniente tener adelantadamente estudiados en forma muy detallada los proyectos, que suelen ser muy importantes y delicados, pues todo lo que sea evitar imprevistos en la ejecución es ganar tiempo y economía. Quizá alguna rectificación de precios posterior sea necesaria operando de esta manera, pero ello no tiene mayor importancia ante las ventajas que representa. Las obras deben acometerse en el momento oportuno para que sin dejar de atender a los consumos, no supongan excesivos intereses intercalares, va de por sí inevitables en parte en esta clase de obras.

El crecimiento de Madrid ha hecho preciso dirigirse a otras fuentes de abastecimiento hacia el Oeste, lo cual, además, ofrece mayor garantía al desligarse este sistema del clásico Este-Norte que ha sido el origen del suministro.

Fue una idea nueva, que sustituye con gran ventaja a la primitiva, de ir al Tajo hacia Buenafuente para incorporarlo al abastecimiento de agua a Madrid. En el Oeste, precisamente en el Alberche, se tiene ya agua regulada procedente de los embalses de la Unión Eléctrica Madrileña, que son los que se trata de aprovechar. El agua es de mucha mejor calidad que la del Tajo, y la distancia de los canales precisos para acercarla a Madrid, mucho menor.

El Consejo de Ministros del 22 de enero de 1965 autorizaba el estudio de esta obra como

ocasional. Posteriores investigaciones y estudios han aconsejado el acometerla como definitiva, y en una serie de fases, de tal manera, que se acompañen las instalaciones con servicio a las disponibilidades de agua y a los consumos.

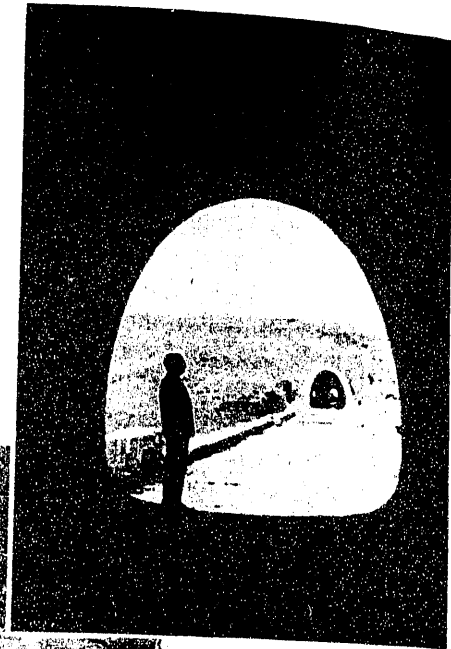
El Centro de Estudios Hidrográficos ha redactado el correspondiente proyecto de conjunto, cuya primera fase con agua elevada de Las Picadas, en el Alberche, se encuentra en ejecución con gran actividad, con el deseo de que se pueda utilizar a mediados de 1967. Esencialmente se trata de aprovechar el agua regulada en el río Alberche por los saltos sucesivos de Unión Eléctrica Madrileña, S. A. En esta solución se encontraba ya el agua regulada, suprimiendo por tanto esta clase de obras, que suelen ser de plazo dilatado y sometidas a imprevistos. Se utiliza el embalse de Las Picadas, que mediante dos elevaciones, con la intercalación de un canal por gravedad y algún sifón, termina en una gran conducción forzada para finalizar en Majadahonda, en una estación de tratamiento de agua y enlazar con las instalaciones del Canal, también del Oeste, que después se reseñarán, pues ya son todas obras de conducción general.

En fases sucesivas se utilizará un embalse en el río Cofio, el del Aulencia con trasvase del Guadarrama, el del Burguillo, y el canal de cintura del Tiétar con posible trasvase del Tormes. La solución de urgencia o de Las Picadas, con bombeo y conducción, situará en Madrid el caudal preciso para suplementar el déficit del sistema Este-Norte, hasta la entrada en servicio del embalse de El Atazar, y que puede estimarse en 2,5 m.³/s. El sistema Alberche-Cofio-Guadarrama elevará la cifra anterior a los 7,00 m.³/s. Y finalmente, el aprovechamiento integral del macizo de Gredos podrá proporcionar hasta los 20 m.³/s., cifra semejante a la regulada por el sistema Norte-Este, y que permitirá llegar al año 2000 con el crecimiento de consumo previsto, y con la conclusión de los embalses de Matallana en el Jarama y Pozo de los Ramos y Cantaloja en el Sorbe. Se aprecia todo esto en el gráfico número 1.

Obras de conducción.—Hasta mediados de 1966 sólo se disponía de las conducciones generales siguientes:

Del río Lozoya y desde el embalse de más agua abajo de su zona alta, el de El Villar, llega a Torrelaguna al depósito superior del salto el canal de El Villar, con 8,00 m.³/s. de capaci-

Fotografía número 13.--
Canal de El Atazar. Sección
de canal.



Fotografía número 12.--
Canal de El Atazar. Sección
de canal. Disposición sobre
acueducto en construcción.

del total. En el mismo depósito termina el caudal del Jarama, también capaz para otros 8,00 metros cúbicos segundo, que serán procedentes, casi por mitades, de las regulaciones de los ríos Jarama y Sorbe. Este depósito superior se ha venido llamando vulgarmente "la coctelera", por ser donde se mezclan las aguas de las distintas procedencias: del Lozoya, alto Jarama y posteriormente del Sorbe.

Del depósito superior del salto se deriva el llamado Canal Alto; del depósito inferior de la central arranca el Canal Bajo, con las siguientes capacidades:

Canal Bajo 3,50 m.³/s.

(Su capacidad total es de 4,00 m.³/s. muy difícil de conseguir, dada su edad de más de 100 años, y al atravesar terrenos yesosos. Y aun la de 3,50 m.³/s. supone ya algún riesgo inevitable.)

Canal Alto 6,00 m.³/s.

Santillana 1,50 m.³/s.

Además 0,50 m.³/s. para su red propia, lo que proporciona una capacidad total de 2,00 m.³/s., que es la conseguida con las obras de ampliación y mejora realizadas por el Canal de Isabel II, con importe de unos 215 millones de pesetas, en un plazo muy breve. Su capacidad primitiva era sólo de 0,600 m.³/s.)

El Canal Bajo termina en los depósitos 2.º y 3.º, en Ríos Rosas-Bravo Murillo. Los otros dos en el 4.º, en la plaza de Castilla y en Malmea (Canal Alto y del Este).

Este sistema supone que la capacidad máxima de llegada a Madrid por estas conducciones generales es de 11,00 m.³/s., forzando el canal Bajo a los 3,50 m.³/s., que ha sido desbordada por el consumo de días de máximo en 1965-66 en más de 600 l./s.

Sin embargo, a mediados de 1966 esta situación cambia esencialmente, pues se ha puesto en servicio total el canal de El Atazar en su segunda sección, desde Torrelaguna a El Goloso, y el 50 por 100 de la Unión de este último punto con el cuarto depósito en la plaza de Castilla, lo cual supone disponer de una capacidad de conducción de 8,00 m.³/s. más, alcanzándose los 19,00 m.³/s. A fines de año se conseguirá la totalidad, es decir, los 16,00 m.³/s., con lo cual aquella cifra se elevará a 27,00 m.³/s. Estas instalaciones, además de la gran garantía que suponen para la conducción de caudales máximos, permitirán acometer la reparación y acondicionamiento del Canal Bajo.

Este complejo arranca del depósito intermedio en Torrelaguna, es decir, algo inferior al superior del salto, y donde irá a terminar la primera sección del canal de El Atazar (embalse de El Atazar-Torrelaguna), con capacidad de 16,00 m.³/s., pudiendo de esta manera poner en Torrelaguna hasta 32,00 m.³/s. por intermedio de los tres canales que en ella concurren, para su posterior envío a Madrid.

La obra terminada, es decir, la segunda sección de El Atazar y la Unión de El Goloso con la plaza de Castilla importa 2 100 millones de pesetas.

La primera sección del mismo canal se encuentra ya adjudicada y en comienzo de su ejecución, con presupuesto de 430 millones de pesetas.

El canal de El Atazar es de sección oval, y sus sifones están formados por dos tuberías de 2,20 m. de diámetro y capacidad de 16,00 m.³/s.

Este canal termina en los depósitos de El Goloso, donde comienza la Unión. En aquellos depósitos se derivan 5,00 m.³/s. para el Oeste, siguiendo el resto hacia Madrid, mediante dos tuberías de 2,00 m. de diámetro y capacidad de 11,00 m.³/s. en conjunto, una en carga y otra por gravedad, según el destino de sus aguas.

Las fotografías 12 y 13 dan idea de la forma y dimensiones del Canal de El Atazar, están tomadas durante el período de construcción.

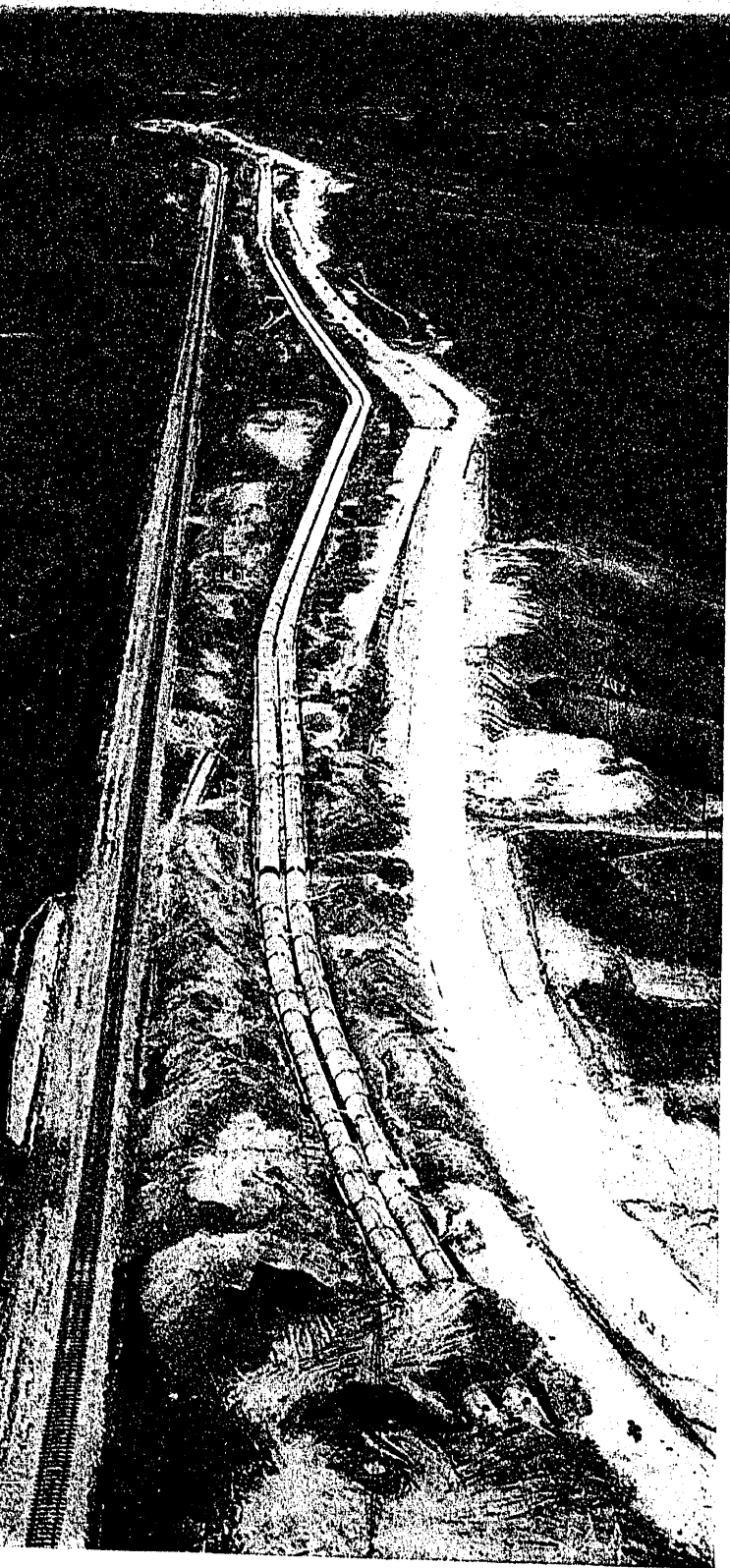
La fotografía núm. 14 se refiere a la unión de El Goloso con el cuarto depósito en la plaza de Castilla; dos tuberías de 2,00 m. de diámetro entre el Ferrocarril Madrid-Burgos y la carretera de Madrid a Colmenar Viejo.

En el gráfico núm. 2 pueden verse estas conducciones.

Por otra parte se han acometido las obras del Oeste, que en su primera fase, urgente, pueden entrar en servicio hacia mediados de 1967. Con independencia de las elevaciones, la conducción está formada por un canal de hormigón armado y sección rectangular y tuberías de 1,60 m. de diámetro para un caudal de hasta 4,00 m.³/s. y que terminan en el depósito de Majadahonda.

Dentro del sistema de canales generales de distribución, puede considerarse también la llamada arteria del Este, capaz para 6,00 m.³/s., derivada del canal de El Atazar, en la Malmea, y que llega hasta el depósito de Almodóvar, sito en el cerro del mismo nombre en el Sureste de Madrid. Y finalmente, el sistema distributivo se completa con el que desde el Norte se deri-

Fotografía núm. 14. — Unión de El Goloso con la Plaza de Castilla. Dos tuberías de 2 metros de diámetro.



va hacia el Oeste, partiendo del depósito de El Goloso, mediante el sifón de El Pardo, con 5,00 m.³/s. para el cruce del río Manzanares, continuando por el canal del Oeste para 3,00 metros cúbicos hasta la carretera de Extremadura, kilómetro 9, donde está situado el depósito de Retamares; entre el sifón y el canal se encuentra intercalado el depósito de El Plantío.

Este conjunto distribuirá el agua que llega por los grandes canales de conducción del Este, Norte y Oeste. Es bastante completo, y se cierra por el Sur por la llamada arteria de cintura del Sur, y por el Noreste se contorneará por una cintura más exterior, con el carácter de arteria principal, y que desde El Goloso va a San Sebastián de los Reyes-Alcobendas, continuando hasta Barajas, inyectando agua y presión por el exterior de la malla de distribución (gráfico 3).

El sistema de canales generales de conducción que debe atender al consumo del día máximo, quedará totalmente absorbido por dicho consumo hacia el año 1988 si se confirma la curva de crecimiento prevista. La capacidad total de 30,50 m.³/s. (con sólo la primera fase Oeste-Alberche) en día máximo, corresponde a una media anual de 24,40 m.³/s., que se alcanzará precisamente en aquel año, según puede comprobarse en el gráfico núm. 1. La relación entre consumo de día medio y máximo resulta ser de 0,80.

En el gráfico núm. 3 puede verse la disposición de esta red arterial principal de distribución, alimentada por los canales principales de conducción, en el centro superior, los Alto, Bajo Atazar y Santillana; en la izquierda llegarán los del Oeste, actualmente limitado al de la primera fase hacia el décimo depósito de El Plantío; en la derecha la red del Este, con sus arterias escalonadas de Norte a Sur.

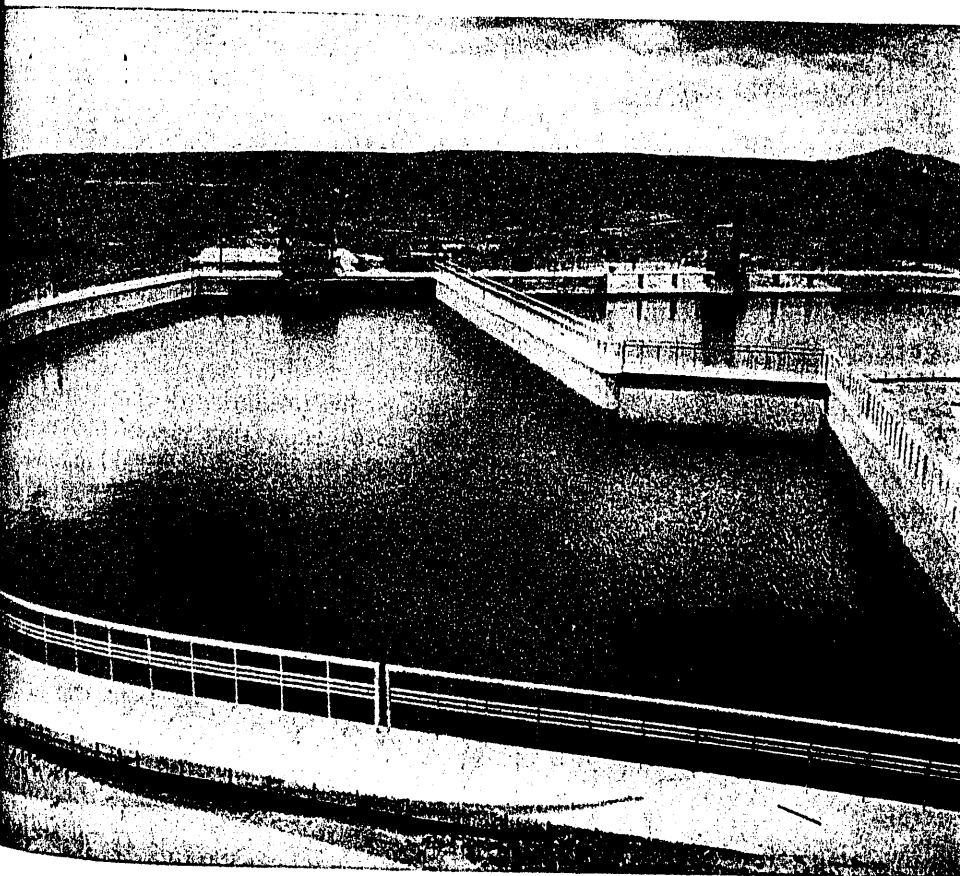
Depósitos. — En Torrelaguna existen los depósitos del salto, el superior y el inferior y además el intermedio, intercalado entre las secciones 1.ª y 2.ª del canal de El Atazar. La fotografía núm. 15 corresponde al depósito superior del salto; en la parte alta y central se ve el depósito intermedio, que se detalla en la núm. 16.

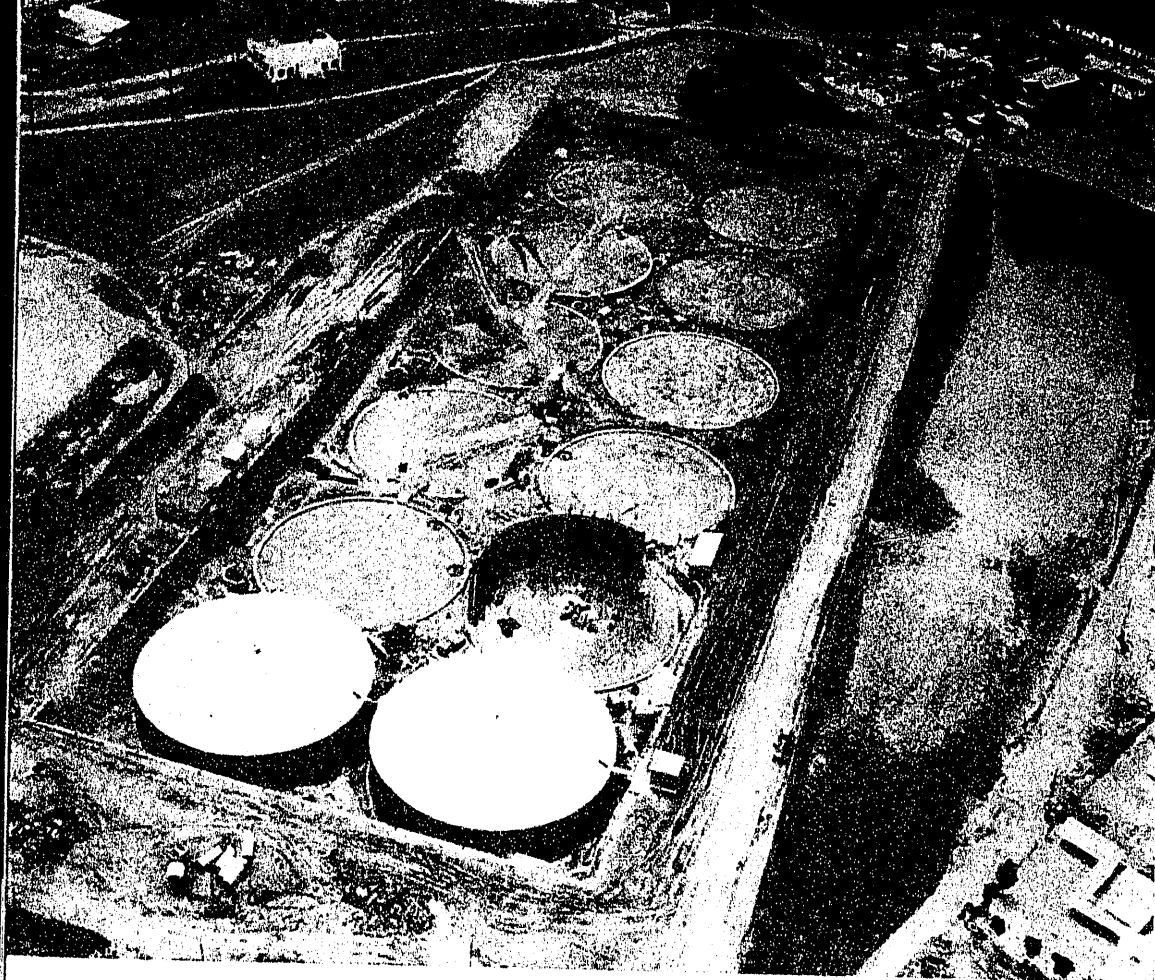
Caminando hacia Madrid, en El Goloso, final del canal de El Atazar y principio de la Unión con la plaza de Castilla, se encuentran los



Fotografía núm. 15. — Depósito superior del Salto de Torrelaguna.

Fotografía núm. 16. — Depósito intermedio en Torrelaguna, enlace de las secciones 1.^a y 2.^a del canal de El Atazar. (Recién terminado (junio 1966)).





Fotografía núm. 17
Sexto depósito. Vallecas

depósitos de aquel nombre distinguidos con el número 9 en cantidad de tres, con capacidad total de 1 000 000 de m.³, de los cuales el primero, con un volumen mitad del total, se encuentra en construcción, y los otros dos, en proyecto avanzado. Estos depósitos suponen duplicar la actual reserva en estas instalaciones.

Ya en Madrid, en la Plaza de Castilla se encuentra el cuarto depósito, final de los canales Alto, Atazar y Santillana, con 180 000 m.³ de volumen de agua y cabeza por un extremo de la distribución de la zona media.

Próximo a este depósito se ubica el segundo elevado, de 3 400 m.³, con su central, y que proporciona agua a la zona elevada, próximamente desde Cuatro Caminos hacia el norte de Madrid.

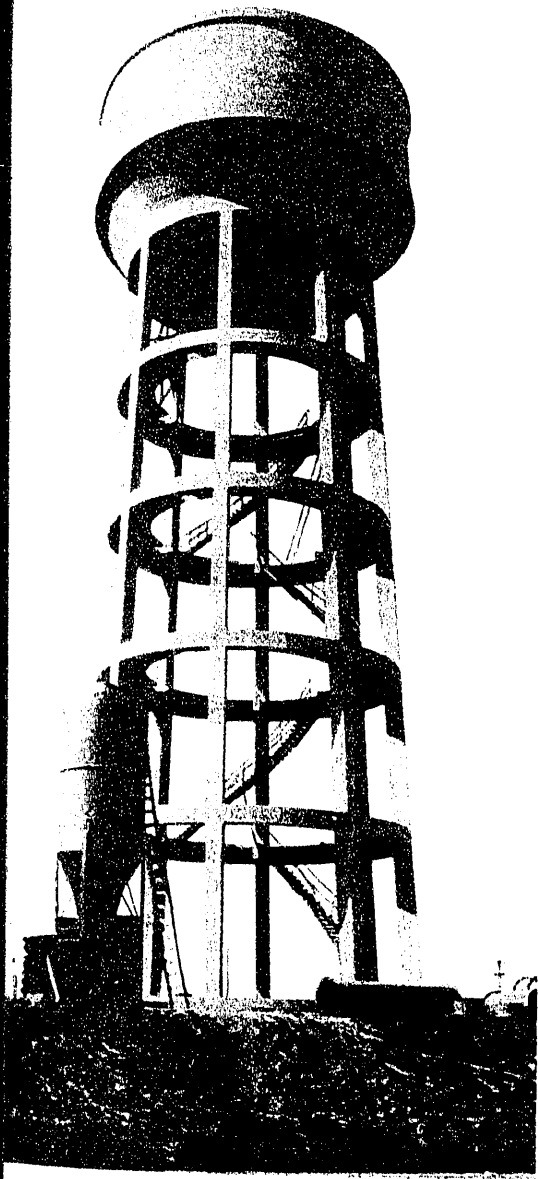
Siguiendo hacia el centro se encuentran, casi agrupados, los depósitos segundo y tercero, con capacidades de 187 000 y 464 000 m.³, donde termina el Canal Bajo, pudiendo también proveerse de agua por la Unión entre depósitos, desde el cuarto, por ser insuficiente su alimentación por sólo dicho canal. Estos depósitos son la cabeza de la distribución en toda la zona llamada baja, prácticamente desde la Red de San Luis y hacia

todo el Sur de la capital y su zona de influencia y ampliación. Estos depósitos, como puede verse se encuentran muy alejados de su superficie de suministro, que para mejora de presiones necesitará una inyección por su límite sur.

Hacia el Este, y por el canal del mismo nombre a la altura de Hortaleza, se encuentra el quinto depósito con 79 000 m.³ de capacidad, y que sirve de origen a la arteria de Arturo Soria Carretera de Aragón, que alimenta a la zona media por el otro extremo del 4.º depósito, y al segundo trozo del canal del Este que termina hacia Vicálvaro-Vallecas, que da importante servicio a la parte Sureste de la zona baja de la capital, al terminar en el 6.º depósito, del que existen construidas dos unidades de las 12 que forman el conjunto, cada una de 10 000 m.³ de capacidad, dando un total de 120 000 m.³. Aquellas dos unidades se encuentran en período de prueba y en espera de que se pongan en explotación casi inmediata. Las otras 10 se encuentran adjudicadas y en ejecución. La fotografía 17 da idea de esta instalación.

En este canal del Este se encuentra la estación elevadora llamada de San Blas, con su de-

depósito elevado capaz para 1 500 m.³ (fotografía 18), y que se sirve del depósito número 7 en-
terado con capacidad de 50 000 m.³ y en deri-
vación de este canal. La estación elevadora y
este depósito dan además servicio a la parte de
Palomeras, dentro de la zona de Vallecas.



Fotografía núm. 18. — Depósito elevado de San Blas
(Canal del Este).

En la carretera de Extremadura y hacia su
kilómetro 6, se ubica y construye el depósito
número 8, siendo obra más bien de emergencia,
para proporcionar la regulación precisa a una
provisional estación elevadora, para el suminis-
tro de agua a esta zona en su parte alta de
Carabanchel, Cuatro Vientos y hacia Alcorcón,

y que sirve como de cola en la compleja red del
Sur, al estar situado en la cota 690 m., que es
la misma de los depósitos 2.º y 3.º; su capaci-
dad es de sólo 18 000 m.³. Se ha empezado a
construir la estación elevadora de Retamares en
el kilómetro 9 de la carretera de Extremadura,
para regularización de presiones en cotas ele-
vadas de esta zona.

Hacia el Este, la arteria en proyecto del mis-
mo nombre terminará en el depósito de Almo-
dóvar núm. 12, que toma el nombre del cerro
donde irá ubicado. Se trata de una aislada cota
topográfica realmente providencial, que permi-
tirá ubicar este importante depósito con capaci-
dad de 290 000 m.³, para dar presión a la zona,
mejorando el servicio general.

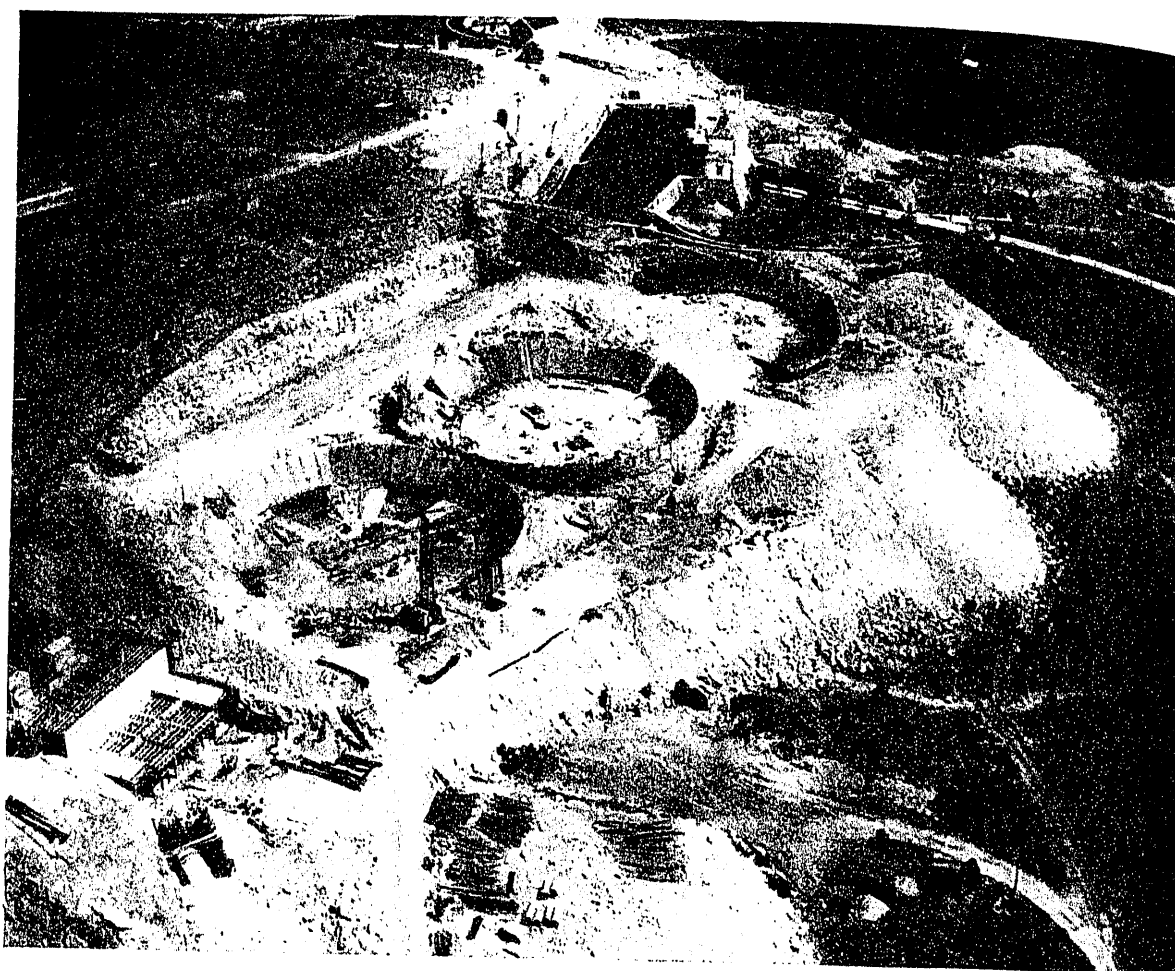
Hacia el Oeste, y partiendo del nudo de El
Goloso, con su depósito, nos encontramos con
el depósito núm. 10 del Plantío ya en construc-
ción, próximo a la carretera de La Coruña, en-
tre el sifón del Pardo y el canal del Oeste, con
capacidad de 125 000 m.³. Al final del canal del
Oeste, y entre las carreteras de Boadilla del
Monte y Extremadura, se está empezando a cons-
truir el depósito núm. 11, llamado de Retamares,
que toma el nombre de esta zona militar, con
capacidad de 250 000 m.³.

Actualmente se puede estimar la reserva en
depósitos de aproximadamente el millón de me-
tros cúbicos; terminados los en construcción y
proyecto, la reserva total se elevará a 2 800.000
metros cúbicos, que es el consumo medio de un
día de una población de 4,9 millones de habi-
tantes con una dotación unitaria en salida de
embalse de 580 l./h./d.; si las previsiones de con-
sumo se confirman, daría capacidad hasta el
año 1995, aproximadamente.

La traída total del Oeste requerirá más vo-
lúmenes de depósitos.

Esta capacidad es suficiente, puesto que la
necesaria para regular el consumo horario es mu-
cho menor, por ser la que se adopta la precisa
para que se puedan reparar los canales genera-
les en averías normales, y con la garantía que
proporciona la disposición de las instalaciones
proyectadas y ejecutadas, entendiéndose que
veinticuatro horas pueden ser suficientes para
dichas reparaciones.

Estaciones de tratamiento del agua. — Des-
bordado el primitivo y original sistema de con-
servar las aguas transparentes, mediante los ca-
nales de contorno y aislamiento del conjunto
de los embalses de Puentes Viejas y El Villar,



Fotografía núm. 19. — Obras de la estación de tratamiento de agua de Torrelaguna.

al tener que embalsar y conservar aguas que en otras circunstancias podrían verterse al río, se ha hecho preciso acometer un plan escalonado de las estaciones de tratamiento del agua, considerando las especiales circunstancias de las cuencas abastecedoras.

Este sistema de clarificación ha venido funcionando aceptablemente hasta hace poco tiempo, complementado con la sencilla depuración bacteriológica por el cloro en estaciones aisladas en cada canal. Y aún ahora facilitará la explotación de las centrales de tratamiento.

En estos momentos, se trata de juntar ambos tratamientos en las estaciones correspondientes, de forma más completa y de garantía.

La primera de estas estaciones se encuentra en construcción en Torrelaguna Alta, fotografía 19, próxima al depósito superior del salto, con una capacidad total de 6,00 m.³/s. y con plan escalonado de puesta en servicio. Con esta es-

tación se podrá tratar toda el agua que conoca el canal alto con su máxima capacidad de 6,00 m.³/s. y procedente tanto del Lozoya como del conjunto Jarama-Sorbe, como de la mezcla ponderada entre ambas, según se presenten sus turbiedades respectivas. Debe considerarse, además, que en el Canal Bajo se podrá disponer de otra estación para 4,00 m.³/segundo, máxima capacidad de este canal en el sifón de El Bodonal, ya próximo a Madrid, para tratar las aguas de las mismas procedencias que ingresen y conduzcan el mismo desde el depósito superior de Torrelaguna, y las fluyentes puedan utilizarse.

La unión del depósito superior con el intermedio del canal de El Atazar, en este lugar, permite asimismo ingresar en esta última condición agua del Lozoya alto o del Jarama-Sorbe con un previo tratamiento con el fin de dis-

... y limitar el propio que se establecerá en este canal, para sus aguas procedentes del L... medio.

Para los 4,00 m.³/s., máximo del Canal Bajo, se han informado las proposiciones para la adaptación de la estación de tratamiento en el sifón de El Bodonal en dicho canal y para aquella capacidad. Permitirá no sólo tratar aguas reguladas, sino también aguas fluyentes recogidas inferiormente a los embalses reguladores, aprovechando estas últimas en los momentos más propicios.

Para el canal de El Atazar, con agua del L... medio, se está proyectando una estación de tratamiento en el sifón Colmenar-El Goloso, capaz para 14,00 m.³/s. Al intercalar esta estación en el trazado de un canal en el que no estaba prevista, se agrega una pérdida de carga adicional que disminuye la capacidad del canal hacia abajo; con el fin de reducir este inconveniente al mínimo, se ha estudiado la posibilidad de hacer un primer tratamiento de las aguas en la laguna Alta, principalmente decantación, reservando el resto del tratamiento para la estación de Colmenar, con lo que se reducirá muy posiblemente la pérdida de carga, colapsando lo menos posible la capacidad del canal aguas abajo de la estación.

Está en estudio la depuración y tratamiento de las aguas del río Manzanares reguladas por el embalse de Santillana, con un máximo de hasta 3 m.³/s.

Además, se ha creído conveniente experimentar mediante una estación piloto, que aconseje sobre la manera de maniobrar en este conjunto de estaciones de tratamiento durante su explotación. Se construirá posiblemente en el sifón de El Bodonal del canal bajo.

Este conjunto de estaciones permitirá en total un tratamiento de 27 m.³/s., que se considera suficiente en el sistema Este-Norte. Para el sistema Oeste se prevé una estación en Majadahonda, agua arriba del depósito de El Planillo y con capacidad que de forma escalonada alcanzará los 10 m.³/s.

Red de distribución. Gráfico núm. 3. — El esqueleto principal de estas instalaciones corresponde a lo que llamamos arterias principales, siguiendo el relleno con las arterias secundarias y redes de distinto orden.

Las arterias principales van todas en galerías visibles.

Las arterias más antiguas corresponden a las de Fuencarral y San Bernardo-Toledo, alimentadas por los depósitos 2.º y 3.º que sirven al Madrid antiguo, tan desbordado posteriormente por el Sur, saltando la población inclusive a la margen derecha del río Manzanares, lo que hizo preciso construir la arteria llamada de la Zona Baja, alimentada por los mismos depósitos. Todas ellas son de 850 mm. de diámetro. Las necesidades del consumo hicieron duplicar la arteria de San Bernardo mediante la ampliación de su galería visitable, prolongándola más tarde por la segunda de Toledo, hasta alcanzar la margen derecha del río Manzanares.

La zona media se alimenta en un extremo por tres arterias, llamadas 1.ª y 2.ª del barrio de Salamanca y la de Vallehermoso, cuyo servicio depende del conjunto del 4.º depósito, Unión entre depósitos (dos tuberías de 1,40 m.) y colector de arterias. Son de 900 mm. de diámetro. Por el otro extremo se alimenta la zona por la arteria de Arturo Soria-Carretera de Aragón, derivada del 5.º depósito en Hortaleza, con tubería de 1,00 m. de diámetro y por otras arterias secundarias.

La zona alta, desde Cuatro Caminos, aproximadamente, hacia el Norte, se sirve del 2.º depósito elevado en la plaza de Castilla con las arterias secundarias que se derivan del mismo hacia el Sur por la avenida del Generalísimo y arteria de Bravo Murillo hasta Francos Rodríguez, de 1,00 m. diámetro, y hacia el Norte por la carretera de Irún, y que son de menor cuantía que las anteriores, dada la extensión de la zona.

Las tuberías de distribución de la Unión de El Goloso con la plaza de Castilla, sustituirán en parte esta elevación, sobre todo en las proximidades de dicha plaza hacia Madrid.

Existe una interdependencia entre estas zonas, y así la parte Sureste se alimenta por el final de la arteria de Vallehermoso por tuberías de 550 y 600 mm., lo que supone una mejora evidente de aquella parte baja, pero al mismo tiempo con cierto perjuicio del servicio de la propia. El 5.º depósito alimenta también la zona baja en su parte Sureste, por el canal del Este en su 2.º tramo y 6.º depósito, con las arterias de 1.200, 600 y 450 mm.

En el Sur existe una arteria transversal de

cintura, ya dentro del núcleo urbano, llamada de las Rondas con tubería de 900 mm., unión de los finales de la de Toledo y de la zona baja y 6.º depósito.

Esta compleja y extensa malla, se está mejorando de la forma siguiente:

A principios del verano de 1966 se puso en servicio la 2.ª tubería de Unión entre depósitos (4.º con 2.º y 3.º) de 1,40 m. de diámetro, quedando establecida doble capacidad en el colector de arterias de la zona media, con lo que mejoró la presión en origen de sus arterias. Disposición que permite, además, el trasvase entre depósitos sin perturbar las presiones en la zona media, lo cual no era nada fácil de lograr con una sola tubería.

Los canales que rodean Madrid por el Este y por el Oeste, pueden tener también realmente la consideración de arterias principales. Tal sucede con las del Oeste, en cuyo sistema y en el depósito de El Plantío se derivará la arteria llamada de la carretera de La Coruña, capaz para 2 m.³/s., para alivio de la de Vallehermoso principalmente. En su final, en el depósito de Retamares, se derivará una arteria de 1,25 m. de diámetro, para ir al 8.º depósito o red de distribución, permitiendo una inyección de presión en un lugar tan necesitado como es la carretera de Extremadura, entre sus kilómetros 6 al 9. Del mismo depósito deberá arrancar la gran arteria llamada del Sur, o de cintura meridional de 1,40 m., que desarrollando su trazado por este lugar en la forma que lo permitan las urbanizaciones y las vías públicas, describirá amplio círculo para terminar en el depósito de Almodóvar, en Vallecas.

Por el Este y desde el Norte, tiene proyecto la arteria de El Goloso hasta San Sebastián de los Reyes-Alcobendas, con tubería de 600 milímetros por una de las márgenes de la carretera, que habrá que duplicar por la otra margen. Y su prolongación, en estudio, desde este último punto hasta Barajas, también posiblemente con una doble tubería, que permita la ejecución en plazos parciales, para acompasar más los gastos al consumo. Este amplio círculo podrá inyectar agua y presión en los extremos de la red de distribución en estos lugares, precisándose posiblemente la ampliación de los ramales de red correspondientes.

Más hacia el Sur, viene la arteria del Este,

de la que ya hemos hablado, para 6,00 m.³/s. gundo, que unirá La Malmea en el canal de Atazar con el depósito de Almodóvar. Comprenderá doble tubería de 1,60 m. de diámetro.

Como puede apreciarse, se trata de envolver a Madrid en amplios cinturones de arterias canales, suficientemente alejados de la gran mancha actual, para permitir con facilidad sus trazados, que tropiezan, sin embargo, con la falta de una red viaria establecida que pudiera guiar suficientemente su desarrollo y trazado. De estos cinturones saldrán arterias secundarias en puntos determinados y estratégicos de la red para aliviar el funcionamiento sobrecargado de la red actual, alimentada casi toda ella desde el Norte, con grandes recorridos interiores, con importante servicio en recorrido y, sobre todo, en la zona baja final, que reducen las presiones.

Excepto la parte del Oeste que está en adelantada ejecución, el resto se encuentra en proyecto avanzado.

Está también en proyecto una arteria que permita llevar el agua del Oeste a los depósitos 2.º y 3.º y, en menor cuantía, al 4.º, y que arrancará del sifón de El Pardo, por la carretera del mismo y avenida de Reina Victoria, termine en la unión entre depósitos. Este complejo de red principal de arterias y depósitos requerirá un estudio muy detenido de su posible ampliación y sobre todo de explotación y funcionamiento, con las combinaciones que permite, lo que hace preciso el establecimiento de un dispositivo centralizado de señalización de corrientes, volúmenes, caudales y presiones, por lo menos semiautomático, para adoptar en cualquier momento o contingencia las decisiones más adecuadas en cada caso. Se está tomando contacto con las casas especialistas en la materia y con suficiente experiencia que pueda aconsejar sobre este importante y delicado punto.

Este repaso general a las obras y proyectos de los planes del Canal de Isabel II, pone de manifiesto indudablemente el complejo problema que supone dar agua en la cantidad, calidad y presiones debidas a Madrid y su área metropolitana, y el elevado coste del mismo. El Plan Suplementario del Canal, que comprende el desarrollo hasta 1971 en el sistema Este-Norte, tiene un presupuesto de 10 000 millones de p.

setas, a cuya cifra hay que agregar lo que paga el Estado a fondo perdido, que es una especie de ayuda a la capitalidad, en los embalses reguladores de El Atazar, Matallana, Pozo de los Ramos y Cantalojas; como con el 50 por 100 de los del Oeste, en sus fases sucesivas de agua elevada del Alberche bajo en Las Picadas, rodada de los embalses del Cofio, Aulencia y Guadarrama, elevada del Alberche medio en el embalse de El Burguillo, y, finalmente, las del Tietar, con el posible trasvase del Tormes en la cuenca del Duero. Con todo lo cual se elevará el gasto muy probablemente a los 15 000 millones de pesetas, para poder abastecer una población de 5,5 millones de habitantes, con

dotación muy próxima a los 600 l./h./d.; lo que se alcanzará, según las previsiones, hacia el año 2000, que muy bien pudieran sobrepasarse, reduciendo los plazos en que hay que disponer de funcionamiento de las obras e instalaciones. Resulta que en aquella fecha, se necesitará un caudal medio regulado de 40 m.³/s., que parece deben proporcionar casi por mitades los sistemas Norte-Este y el del Oeste, con la población y dotaciones que se señalan en el gráfico número 1. Planes de desarrollo parciales de unos cinco años de previsión parecen casi indispensables, para ir apreciando el desarrollo de la ciudad y de las instalaciones de su suministro de agua.