Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 53 (1961)
Heft: 1-3

Artikel: Weltkraftkonferenz Madrid
Autor: Töndury, G.A. / Etienne, E.H. / Saudan, R.
Kapitel: 5: Exkursion zur Kraftwerkgruppe am oberen Tajo
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920742

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

2 groupes de 12 500 kVA chacun (turbines Francis à axe vertical Morgan Smith, alternateurs et transformateurs General Electric). La production annuelle de cette usine est de 60 GWh en moyenne.

L'énergie produite dans les Saltos del Alberche S. A. — actuellement une filiale de l'«*Union Electrica Madrileña*» — contribue à l'alimentation de la région de Madrid où elle est transportée par l'intermédiaire d'un réseau à 138 kV. Une fois tous les aménagements terminés, il s'agira d'une quantité totale de l'ordre d'un demi-milliard de kWh.

Etant donné qu'ils servent également à l'irrigation et à la protection contre les crues, les 4 barrages régulateurs de Burguillo, Charco del Cura, San Juan et Las Picadas ainsi que les expropriations correspondant aux retenues qu'ils forment ont été subventionnés par l'Etat dans la mesure suivante:

Subvention à fonds perdu	50%
Avance à la société concessionnaire	40%

Cette avance, consentie moyennant un intérêt annuel de 3%, doit être remboursée en 20 ans. En définitive, il n'est donc resté à la charge du concessionnaire, lors de la construction des barrages, que le 10% du montant du devis approuvé par l'Etat. Par contre, il va de soi que les usines proprement dites avec tout l'appareillage nécessaire à la production, à la transformation et au transport de l'énergie électrique ont été financées intégralement par la Société.

Bien entendu, l'exploitation des retenues est soumise à un régime spécial donnant la priorité aux irrigations du bassin aval de l'Alberche, toute l'eau nécessaire à ces irrigations pouvant toutefois être utilisée auparavant par les centrales.

Au début de la période d'irrigation, au mois de mai, l'Etat par l'intermédiaire de l'organisme officiel chargé de la construction et de l'exploitation des ouvrages d'irrigation proprement dits, la Confédération Hydrographique du Tage dans le cas particulier, fixe les volumes d'eau qui doivent être retenus à la fin de chaque mois ainsi que ceux que doit donner chaque jour la centrale inférieure de Las Picadas. Ces derniers débits sont régularisés grâce à une petite retenue que l'Etat a construite plus à l'aval, en tête du réseau d'irrigation.

Selon les indications données par la société, ce régime ne gêne que relativement peu l'exploitation des centrales électriques du groupe.

Dans le voisinage des aménagements visités, un hameau en style régional groupe les logements du personnel d'exploitation et les bâtiments au service de leurs habitants: chapelle, école, salle de cinéma, etc. Et c'est dans la grande salle de cette riante colonie, resplendissante de blancheur sous le chaud soleil d'été, qu'au cours d'une charmante réception aimablement offerte par les Saltos del Alberche, leurs hôtes d'un jour ont eu l'occasion de leur dire tout l'intérêt et le plaisir que leur avait procuré cette excursion si réussie.

E. Exkursion zur Kraftwerkgruppe am oberen Tajo

G. A. Töndury, dipl. Ing., Zürich/Wettingen

DK 621.29 : 91 (46)

Bei schönem und nicht zu warmem Wetter fahren am 8. Juni 1960 mehrere Cars zu dem vom Kongreß organisierten Tagesausflug in das Flußgebiet des oberen Tajo, eine Rundfahrt von insgesamt 260 km. Die Route folgt vorerst der Hauptstraße Madrid—Barcelona bis zur Stadt Guadalajara — in der Ferne sind im NW die verschneiten Bergzüge der Sierra Guadarrama sichtbar —, und dann geht es nach Südosten abbiegend in das bergige Gebiet des oberen Tajo. Hier führen schmale, ungeteerte Sträßchen in eine durch verschie-

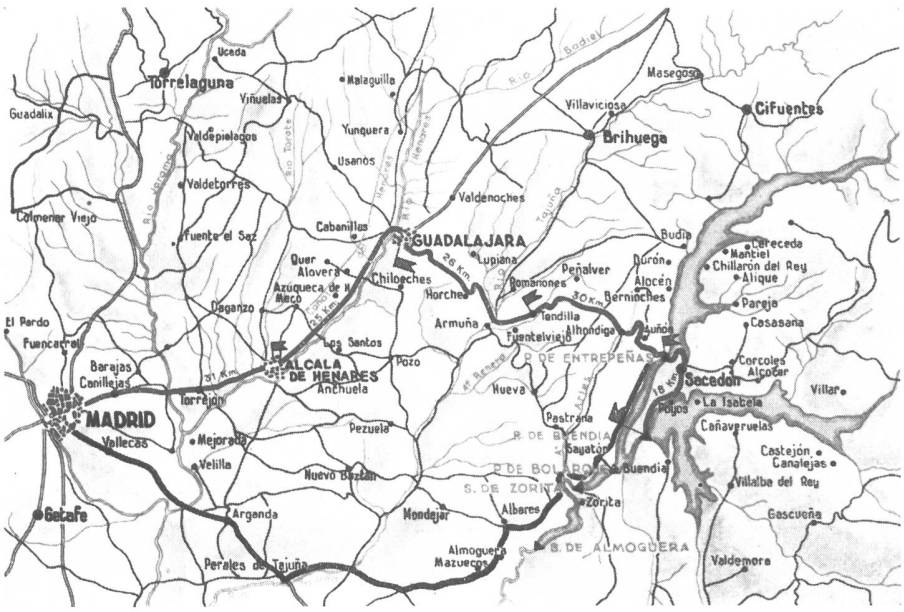

Bild 24
Routenplan von Madrid zu der Kraftwerkgruppe am oberen Tajo mit den großen Speicherseen Entrepeñas und Buendía von zusammen 2,293 Mrd m³ Nutzinhalt

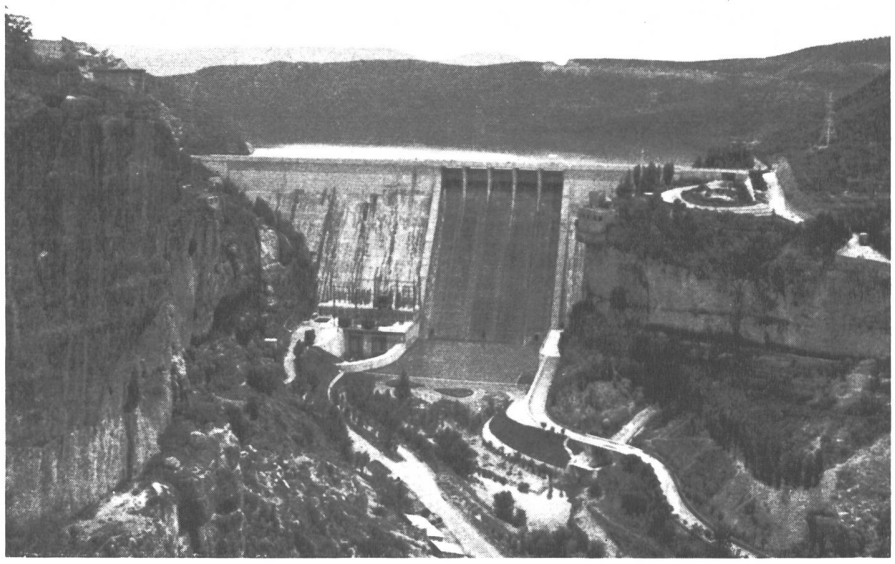

Bild 25
Blick auf die Gewichtsstaumauer Entrepeñas in der Schlucht des oberen Tajo

dene Höhenzüge charakterisierte Landschaft — die Bergkämme kahl und felsig, die Täler von Kornfeldern und Olivenkulturen durchsetzt. Nach etwa 110 km gelangen wir in der steilen Schlucht des Tajo auf eine Felszinne, von wo man einen prächtigen Blick auf die unwirtliche enge Tajoschlucht und auf Talsperre und Stausee Entrepeñas hat (Bild 25). Um so erfreulicher wirkt in dieser sonst kahlen Einöde eine hübsche Blumenanlage, die auf einem Plateau über der senkrechten Felswand beim linken Staumauerwiderlager geschaffen wurde — ein für unser dicht besiedeltes Land nachahmenswertes Beispiel. Ausgezeichnet schmeckt uns hier ein Aperitif mit Imbiß als Stärkung für die nachfolgende eingehende Besichtigung der Wasserkraftanlagen.

Am Oberlauf des Tajo — etwa 70 bis 100 km östlich der spanischen Hauptstadt — betreibt die «*Union Eléctrica Madrileña S. A. (UEM)*» eine fünfstufige Kraftwerkgruppe und überträgt die hier erzeugte elektrische Energie, insgesamt etwa 400 GWh pro Jahr, auf 138 kV- und 50 kV-Hochspannungsleitungen nach Madrid und auf einer 50 kV-Leitung nach der etwa 50 km nordöstlich von Madrid gelegenen Stadt Guadalajara am Rio Henares (Lageplan siehe Bild 24). Diese Kraftwerkgruppe kann sich wasserwirtschaftlich auf zwei gewaltige Speicherseen (Überjahresspeicher) stützen, die der Staat in der Periode 1948—1953 geschaffen hat und auch diesem gehören; die feierliche Einweihung dieser Anlagen fand 1958 durch General Franco statt.

Der Tajo, mit 1120 km Länge der längste Strom der iberischen Halbinsel, entspringt in der Sierra de Albarracín — nur etwa 150 km westlich der Mittelmeerküste —, durchfließt das große kastilische Hochland sowie Extremadura und Portugal in westsüdwestlicher Richtung — wie die meisten großen Flüsse Iberiens — sich immer mehr eintiefend und mündet bei Lissabon, in Portugal Tejo genannt, in langem Ästuar in den Atlantischen Ozean; das gesamte Stromgebiet umfaßt 80 950 km². Da das Abflußregime der spanischen Flüsse ganz allgemein sehr unregelmäßig ist — große Winterabflüsse und sehr geringe Sommerabflüsse, aber auch sehr große Unterschiede von Jahr zu Jahr — waren vor Jahrhunderten schon die Römer und die Mauren bestrebt, Speicherbecken zu schaffen, um das Land groß-

Speicherseen am oberen Tajo Tabelle 1

Name des Speichersees	Flußlauf	Stauziel	Seefläche	Spiegelschwankung	Speicherinhalt hm³	Sperrbauwerk			
						Typ	Höhe	Kronen-Länge	Kubatur
		m ü. M.	ha	m	Mio m³		m	m	1000 m³
Entrepeñas	Rio Tajo	720,5	3400	50,5	891,0	G [1]	87,4	383	445,9
Buendía	Rio Guadiela	712,0	8000	43,0	1571,0	G	78,7	350	446,3
Bolarque	Rio Tajo	642,0	482	9,5	30,7	G	45,5	292	160,0
Zorita	Rio Tajo	600,0	0,57	2,0	2,6	S [2]	25,5	65	21,4
Almoguera	Rio Tajo	585,0	1,86	2,0	6,6	S	25,5	65	25,0
Zusammen					2501,9				1098,6

[1] G = Gewichts-Staumauer [2] S = Stauwehr

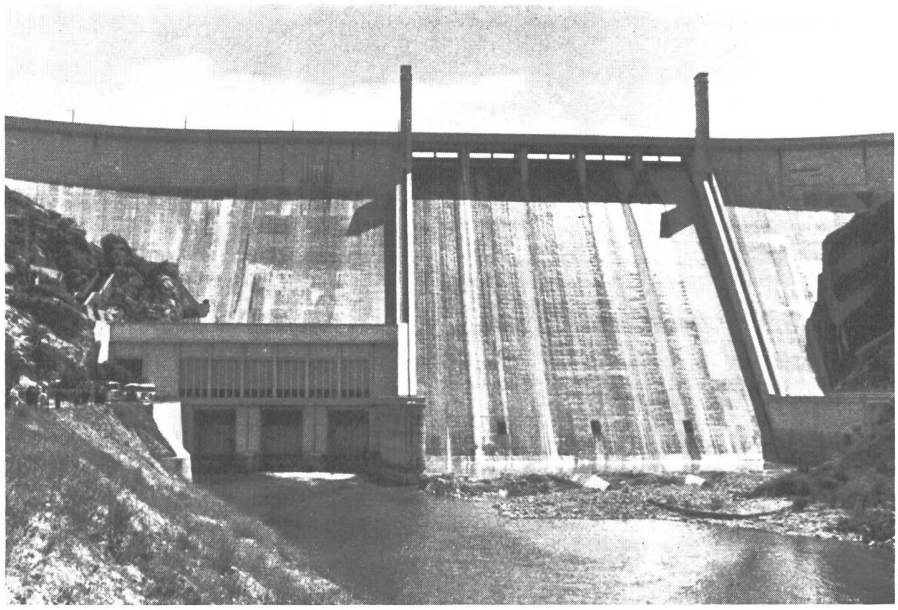

Bild 27
Staumauer und Zentrale Buendía am Rio Guadiela, einem Nebenfluß des oberen Tajo

zügig zu bewässern. In neuer und neuester Zeit wurden in Spanien sehr viele große Speicherbecken verwirklicht, meist als Mehrzweckanlagen: für Bewässerung, Hochwasserschutz, Wasserversorgung und Wasserkraftnutzung.

Am Tajo sind mehrere große Speicherseen in Betrieb oder im Entstehen begriffen, und zwar die nachfolgend beschriebenen Anlagen am oberen Tajo, verschiedene Speicher am Rio Alberche — einem rechten Nebenfluß, der bei Talavera de la Reina in den Tajo mündet —, worüber an anderer Stelle in diesem Heft orientiert wird, und am Mittellauf, d. h. vor dem Übertritt des Tajo nach Portugal; über letztere wird im Abschnitt H über die Studienreise in die Südwestzone Spaniens berichtet.

Eine besondere wasserwirtschaftliche Bedeutung haben die beiden großen Speicherseen Entrepeñas und Buendía (siehe auch Stauseen- und Talsperren-Angaben in Tabelle 1), die oberhalb der Kote 711.46 durch einen 3,5 km langen Freispiegel-Stollen mit 1,1 km langen Kanalanschluß-Strecken miteinander verbunden sind. Es handelt sich um Überjahresspeicher; der mittlere jährliche Zufluß beider Flußgebiete erreicht etwa 1,4 Mrd m³, also nur etwa 60 Prozent des nutzbaren Speichervermögens von 2,462 Mrd m³. Wie bereits erwähnt, sind beide Speicheranlagen durch den Staat gebaut worden und in dessen Besitz, doch stehen sie für die Wasserkraftnutzung unter bestimmten Bedingungen der Elektrizitätsgesellschaft UEM zur Verfügung. Der durch eine 87 m hohe Gewichtsstaumauer (Bilder 25 und 26) geschaffene Stausee Entrepeñas von 891 Mio m³ (Nutzinhalt 851,8 Mio m³) staut den Tajo 210 km von dessen Quellen entfernt; das Einzugsgebiet mißt hier bereits 4060 km². Das Stauziel des 54 km langen Sees mit einer Oberfläche von 3400 ha liegt auf 720,5 m. Die Spanier rechnen hier mit einer jährlichen Verdunstung von 20 Mio m³. In unweit vom Tajo verlaufender Schlucht des Nebenflusses Rio Guadiela wurde

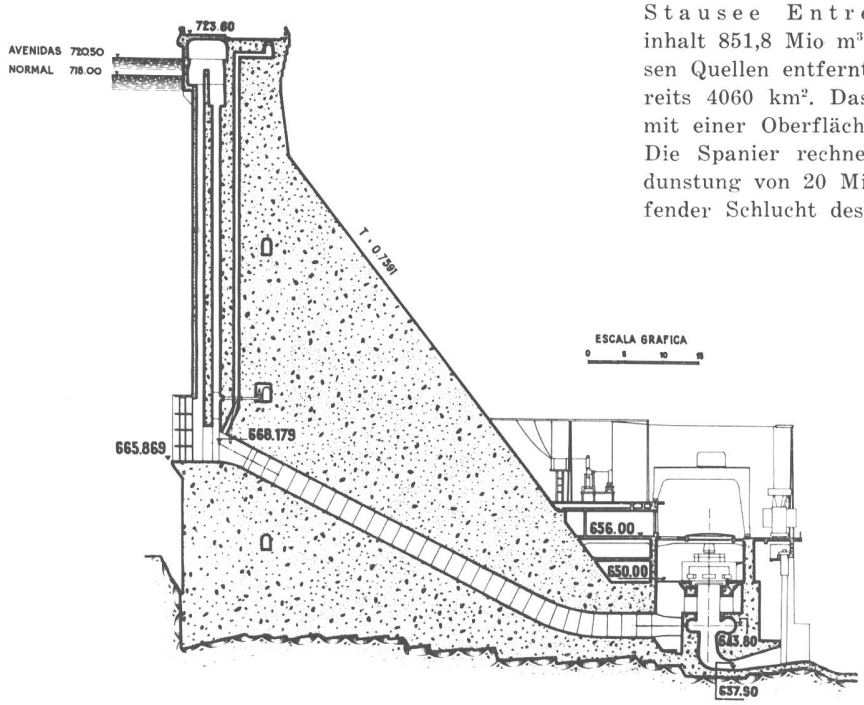

Bild 26
Querschnitt durch Gewichtsstaumauer und Zentrale Entrepeñas

Kraftwerkgruppe der UEM am oberen Tajo Tabelle 2

Name des Kraftwerks	Ausbau-Wassermenge	Max. Gefälle	Total installierte Leistung in		Mittl. jährliche Elektrizitäts-erzeugung	Inbetrieb-nahme
	in m³/s	m	PS	kW	GWh	Jahr
Entrepeñas	66,0	80,0	2 × 25 500	32 000	115	1954
Buendía	99,0	74,0	3 × 25 500	48 000	60	1955
Bolarque	85,0	42,0	2 × 22 850	29 000	130	1910; 1955
Zorita	63,0	15,0	2 × 5020	7 000	40	1947
Almoguera	63,0	15,0	2 × 5020	7 500	42	1947
Zusammen				123 500	387	

durch eine 78,7 m hohe Gewichtsstaumauer (Bilder 27 und 28) — wie bei der Staumauer Entrepeñas mit Hochwasser-Schußrinne, hier für 2000 m³/s, bei Entrepeñas für 2500 m³/s, auf der luftseitigen Mauerflucht konstruiert — der mächtige Stausee Buendía von 1571 Mio m³ (Nutzinhalt 1441 Mio m³) geschaffen. Das Stauziel dieses 51 km langen stark verzweigten fjordähnlichen Sees mit einer Oberfläche von 8000 ha ist auf Kote 712.0, also 8,5 m tiefer als beim kommunizierenden Stausee Entrepeñas; das Einzugsgebiet des Rio Guadiela mißt hier 3265 km². Die Verbindung wurde getroffen, um überschüssige Abflüsse des viel größeren und abflußreicheren Einzugsgebietes am Tajo in den großen Speicher am Guadiela hinüberleiten zu können.

Das wasserwirtschaftliche System Entrepeñas-Buendía ist das Resultat der Zusammenfassung zweier früher getrennt und unabhängig voneinander studierter Projekte, die vor allem die Bewässerung von 160 000 ha bezweckten; die zusätzlich damit erzielbaren Vorteile wurden von Anfang an berücksichtigt, waren aber eher zweitrangiger Natur. Die Förderung der Wasserkraftnutzung für die industrielle Entwicklung des Landes erlaubte eine raschere Verwirklichung dieses großzügigen Vorhabens, vor allem durch die Wasserrechtsverleihung für fünf Kraftwerkstufen mit einem gesamten Gefälle von 150 m an die UEM, die schon seit den zwanziger Jahren die Zentrale Bolarque mit etwas geringerem Gefälle als heute betrieb. Mit der Schaffung der großen Speicher ist die Hochwassergefahr am oberen und mittleren Tajo bis in die Gegend von Aranjuez gebannt, und das regulierte Wasser wirkt sich für Bewässerungen und Wasserkraftnutzung bis nach Portugal aus. Die einzigartige Bedeutung des Speicher-Systems Entrepeñas-Buendía ist durch folgende Tatsachen begründet:

a) das wasserwirtschaftliche Speichervermögen ist mit 2,46 Mrd m³ das größte sämtlicher Stauseen in Europa;

b) das energiewirtschaftliche Speichervermögen stellt mit nahezu 5 Milliarden kWh (gemäß theoretisch bis zum Meer vorhandenem Bruttogefälle) den größten Energiespeicher Spaniens dar;

c) die zentrale Lage der Speicher im hochgelegenen ariden Hochplateau ist für die Bewässerung weiter Landstriche besonders günstig;

d) die geringe Distanz zur spanischen Hauptstadt ist besonders energiewirtschaftlich bedeutsam;

e) durch die zentrale geographische Lage schafft es bedeutende Möglichkeiten für allfälligen späteren wasserwirtschaftlichen Ausgleich verschiedener Flußgebiete auf nationaler Ebene.

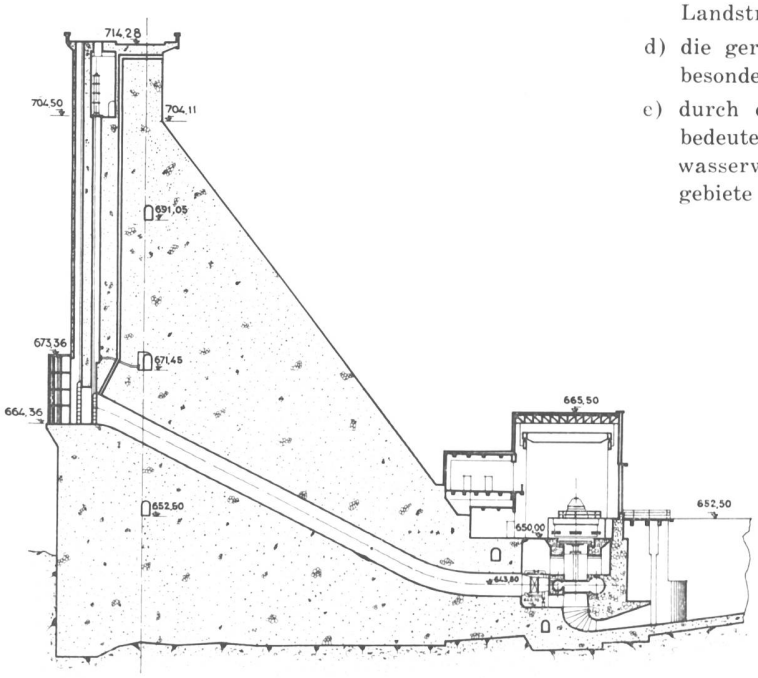

Bild 28
Querschnitt durch Gewichtsstaumauer und Zentrale Buendía

Die Kosten für die Schaffung der beiden großen Speicher (Staumauern, Installationen, Bauunterkünfte, Zufahrtsstraßen usw.) und des Verbindungskanals bzw. Stollens stellten sich auf 282 Millionen Pesetas für Entrepeñas = 0,317 Ptas/m³ Stauraum und 404 Millionen Pesetas für Buendía = 0,257 Ptas/m³ Stauraum, insgesamt also auf 686 Mio Pesetas.

Am Fuße der beiden Staumauern wurden die zwei Kraftwerke Entrepeñas und Buendía erstellt, die mit zwei bzw. drei Francisturbinen von Voith/Deutschland, Generatoren von ASEA/Schweden und Transformatoren der General Eléctrica Española ausgerüstet sind; die fünf Maschinengruppen der beiden Kraftwerke sind gleich konstruiert. Tabelle 2 vermittelt einige charakteristische Angaben der ganzen Kraftwerkgruppe. Bei den hier angegebenen Produktionsziffern elektrischer Energie handelt es sich um die dem Projekt zugrundegelegten Annahmen; die effektive durchschnittliche jährliche Produktion der 6 Betriebsjahre 1955 bis 1960 erreichte in der ganzen Werkgruppe aber nur 265 GWh und schwankte zwischen 162 GWh im Jahre 1955 und 451 GWh im Jahre 1960, woraus auch gut die sehr starken Abweichungen von Jahr zu Jahr erkennbar sind.

An dem etwa 17 km unterhalb der Sperrstelle Entrepeñas in enger Schlucht gelegenen Zusammenfluß von Tajo und Rio Guadiela wurde schon vor einem halben Jahrhundert das Kraftwerk Bolarque

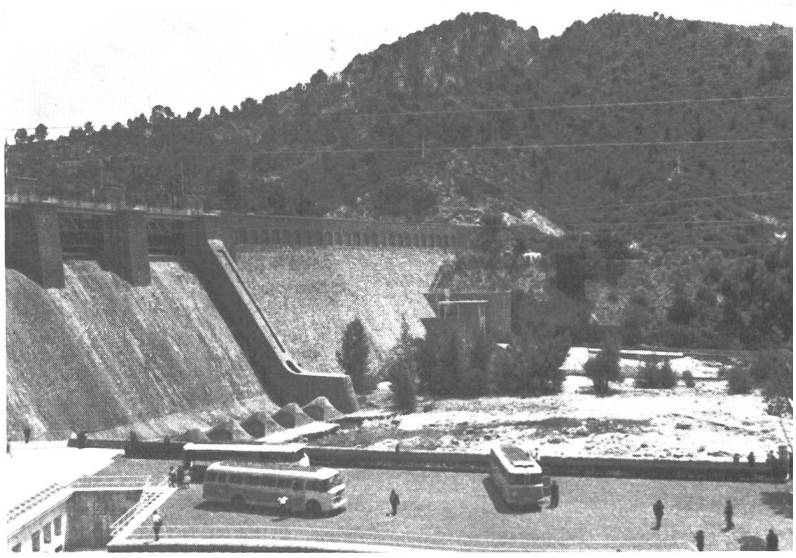

Bild 29 Die 1910 eingeweihte und 1955 um 10 m erhöhte Staumauer Bolarque am Tajo

gebaut und am 23. Juni 1910 im Beisein von König Alphons XIII. eingeweiht. Um kein Gefälle zwischen dem Stau von Bolarque und der am Fuß der Staumauern Entrepeñas und Buendía errichteten Zentralen zu verlieren, mußte die alte Staumauer Bolarque um 10 m erhöht werden, und es wurden auch neue, den geänderten Verhältnissen angepaßte Maschinengruppen installiert.

Die untersten beiden Kraftwerkstufen der hier beschriebenen Gruppe in der Tajoschlucht, die Wasserkraftanlagen Zorita und Almoguera wurden 1947 dem Betrieb übergeben. Diese beiden Zentralen sind so ausgerüstet, daß sie von Bolarque aus ferngesteuert werden können. Sämtliche Talsperren und Stauwehre sind so gestaltet, daß sie ein Hochwasser von 2000 m³/s schadlos abführen können.

Nach dem eingangs erwähnten Imbiß fahren wir vom Stausee Entrepeñas zum weiten Stausee Buendía, besuchen die beiden gleichnamigen Zentralen am Fuße der beiden hohen Gewichtsstaumauern und begeben uns anschließend dem Tajo flußabwärts folgend zur Staumauer und Zentrale Bolarque. Der Besuchergruppe wird hier während einiger Zeit ein Überfall von 200 m³/s über die 45 m hohe Schußrinne der Staumauer demonstriert, die für einen Hochwasserüberlauf von 2000 m³/s dimensioniert ist — ein eindrucksvolles, aber teures Schauspiel zur Vorführung der dröhnenden Wasserkraft. Das Jahr ist aber außerordentlich wasserreich, die riesigen Speicherseen sind zu dieser Zeit vollständig gefüllt, und die spanischen Ingenieure sagen, sie seien dieses Jahr sehr reich, so daß man einen solchen Wasser- und Energieverlust verschmerzen könne! Hierauf sind wir im Garten des Verwaltungsgebäudes der Kraftwerkgesellschaft «Union Eléctrica Madrileña S.A.» Gäste für ein spätes, aber umso besser schmeckendes ausgezeichnetes Mittagessen. Dann folgt die lange Rückfahrt von Bolarque über Ventenovilla — Araganda nach Madrid, wobei wir wiederum bei der Durchfahrung der Vorstädte der großen spanischen Kapitale feststellen können, daß überall ausgedehnte, ganz moderne Wohnquartiere gebaut werden.

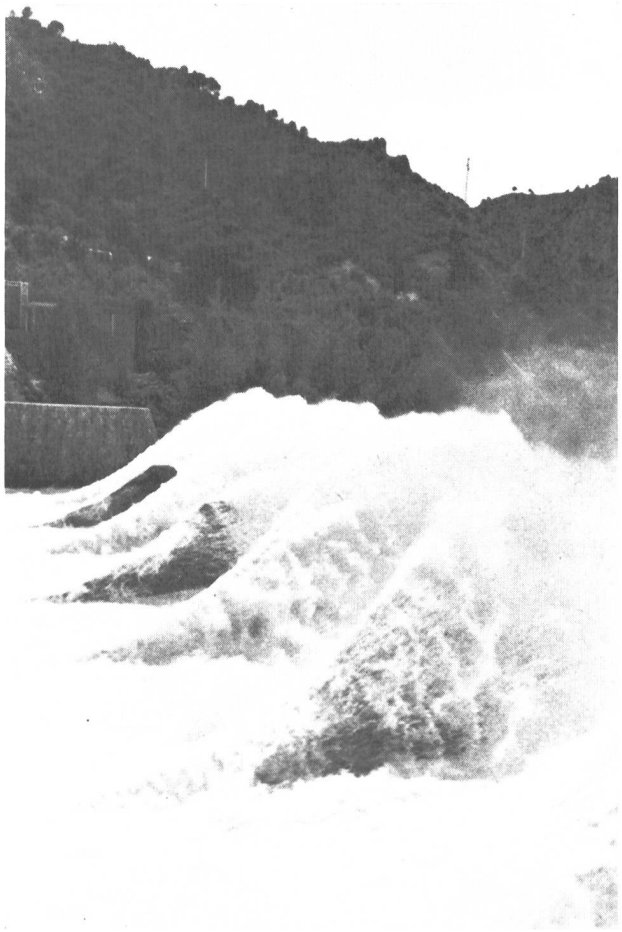

Bild 30 Demonstration eines Durchflusses von 200 m³/s über den Hochwasserüberlauf der Staumauer Bolarque