

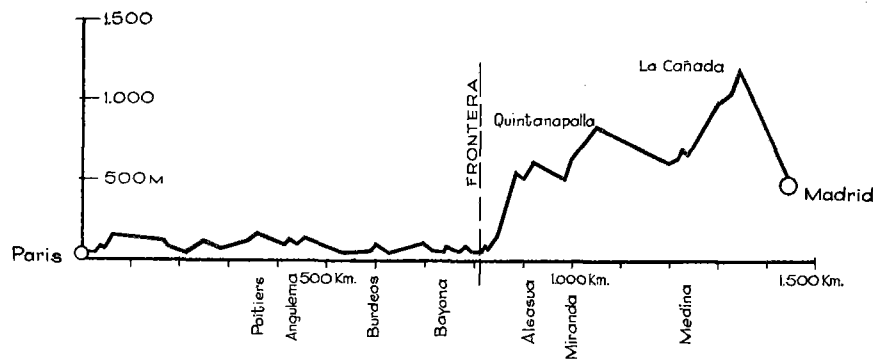
# LAS GRANDES PRESAS EN ESPAÑA

SINTESIS, 1964

Dr. Ing. C. C. P. J. TORAN

Muchas veces se ha comentado la hirsuta topografía española. Insistir sobre ello es casi manido, tópico dentro del ámbito nacional, pero cuando se trata de llevar a colegas internacionales una información general sobre cualquier aspecto de la ingeniería española, y muy particularmente cuando tal proposición se plantea en el cuadro de la Hidráulica, de la Hidrografía y, especialmente, al tratarse de Grandes Presas, es ineludible destacar, de entrada, los aspectos más sorprendentes de la circunstancia fisiográfica del país.

Probablemente, ningún esquema es más representativo que el perfil longitudinal del trayecto entre París y Madrid, véase la figura.



Perfil longitudinal del trayecto Madrid-París.

No hay viajero observador que no quede atónito al cruzar la frontera. El mismo ferrocarril que le trajo cambia su locomotora por otra que claramente exhibe su mayor potencia. Sin embargo, la velocidad media del convoy, que era de 120 kilómetros/hora entre París y la frontera, se reduce a menos de 70 en el trayecto español. Simultáneamente, este viajero observador a quien acompañamos va registrando en el examen del paisaje las más variadas y disonantes características. Zonas húmedas, cuya vegetación llega con sus bosques hasta las altas cimas, regiones prácticamente desérticas, montañas de granito descarnado, valles presididos "por ríos solemnes", "cabdales", van ganando su espíritu hacia una conclusión. España es un país difícil. Es hazaña la empresa de sostener un gran pueblo en tal territorio. En la batalla que los técnicos tienen que mantener para crear el "habitat" necesario contra una naturaleza poco propicia, ningún esfuerzo es comparable al de acceder a la utilización del agua, que si en su origen meteorológico nos llega de manera arrítmica, con igual violencia en sus carencias que en los diluvios, discurre después por cauces abruptos y abiertos a las más ingratas condiciones geológicas: calizas kársticas, yesos, flysch, etc.

Subrayemos con algunas cifras nuestro introito destinado a crear en el lector una impresión que no por dramática deja de ser real. Madrid es la capital más alta de Europa. Los Pirineos tienen 100 m. más de altura media que los Alpes; la alti-

tud media de España es sólo comparable en Europa con la de Suiza; la variación de caudales de muchos torrentes e incluso grandes ramblas mediterráneas, pasa desde 0 a 3.000 m.<sup>3</sup>/s. Son frecuentes los aliviaderos para presas, de más de 10.000 m.<sup>3</sup>/s.

Sobre el cuadro de recursos y condiciones naturales que hemos descrito, ya se han ganado, sin embargo, grandes victorias, pues en 1964 pasan de 300 las Grandes Presas construídas, con una capacidad de embalse de 22.000 millones de metros cúbicos. Sin ánimo de buscar comparaciones competitivas, pero sí con el de suministrar una referencia para ponderar este resultado, citemos que Italia, con un número de presas ligeramente superior al nuestro, se ha conseguido una capacidad de embalse, aproximadamente, de un tercio de la española. El detenernos en este aspecto es importante para entender la más destacada entre las variables que determinan hoy la construcción de Grandes Presas en España, que trataremos con mayor detalle. España ha perseguido hasta la actualidad obtener con sus presas embalses reguladores. Por el contrario, durante los últimos años, y muy acusadamente en la actualidad, el interés hidroeléctrico anima fundamentalmente la construcción de presas.

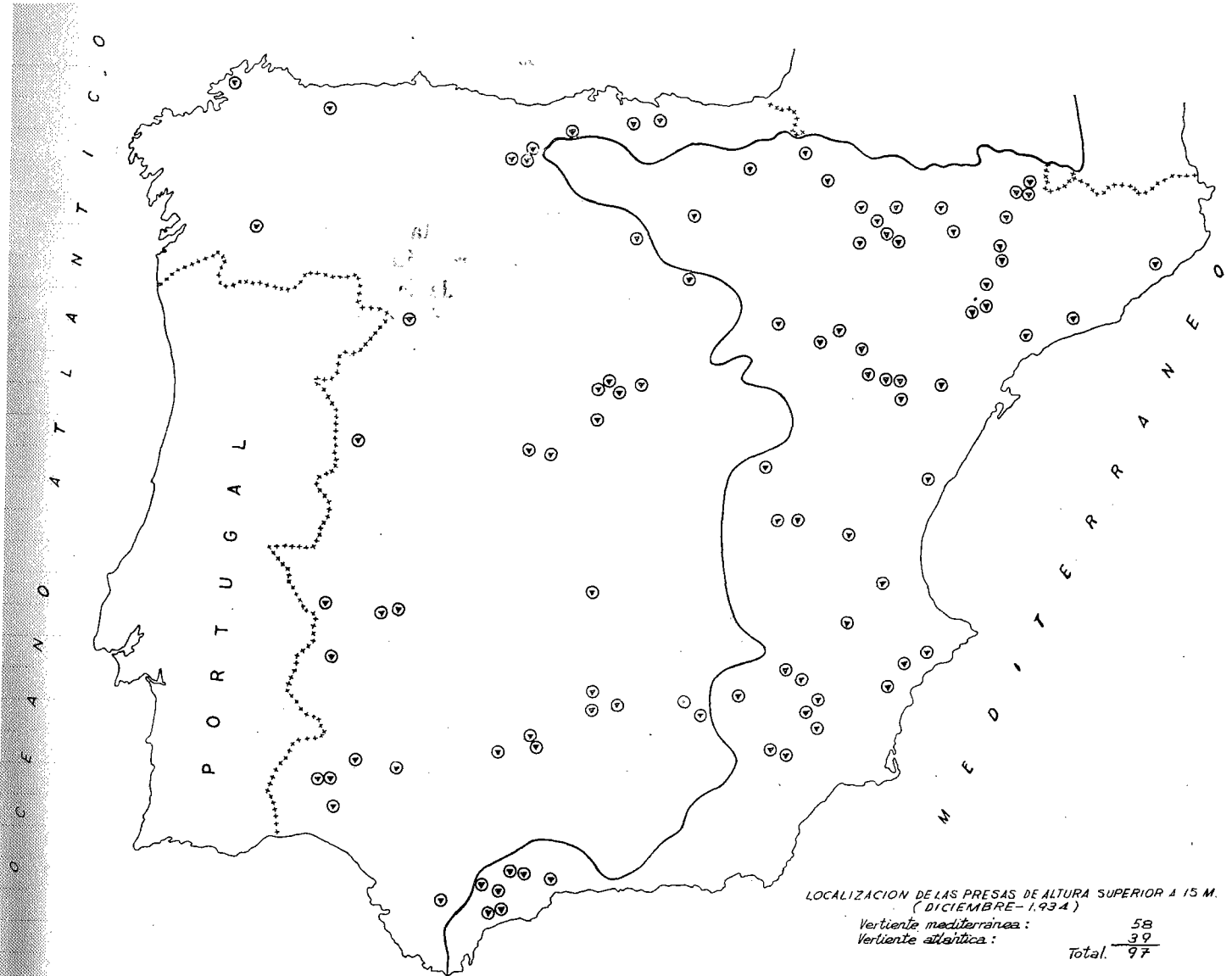
Las dos razones: la regulación, y como nueva causa promocional, el interés energético, concurren para que la construcción de Grandes Presas en España atraviese en la actualidad su época cimera. Al redactar estas líneas son más de 50 las Grandes Presas en construcción.

El intento de sintetizar las tendencias en boga, nos obliga a tomar en cuenta la introducción en España de la tecnología moderna y la forma en qué tendencias universales se amalgaman con nuestros propios estilos y en relación con este proceso, a considerar los cambios de las corrientes vertebrales que gobiernan en la construcción de Grandes Presas. Entre ellos, el primero es indudablemente:

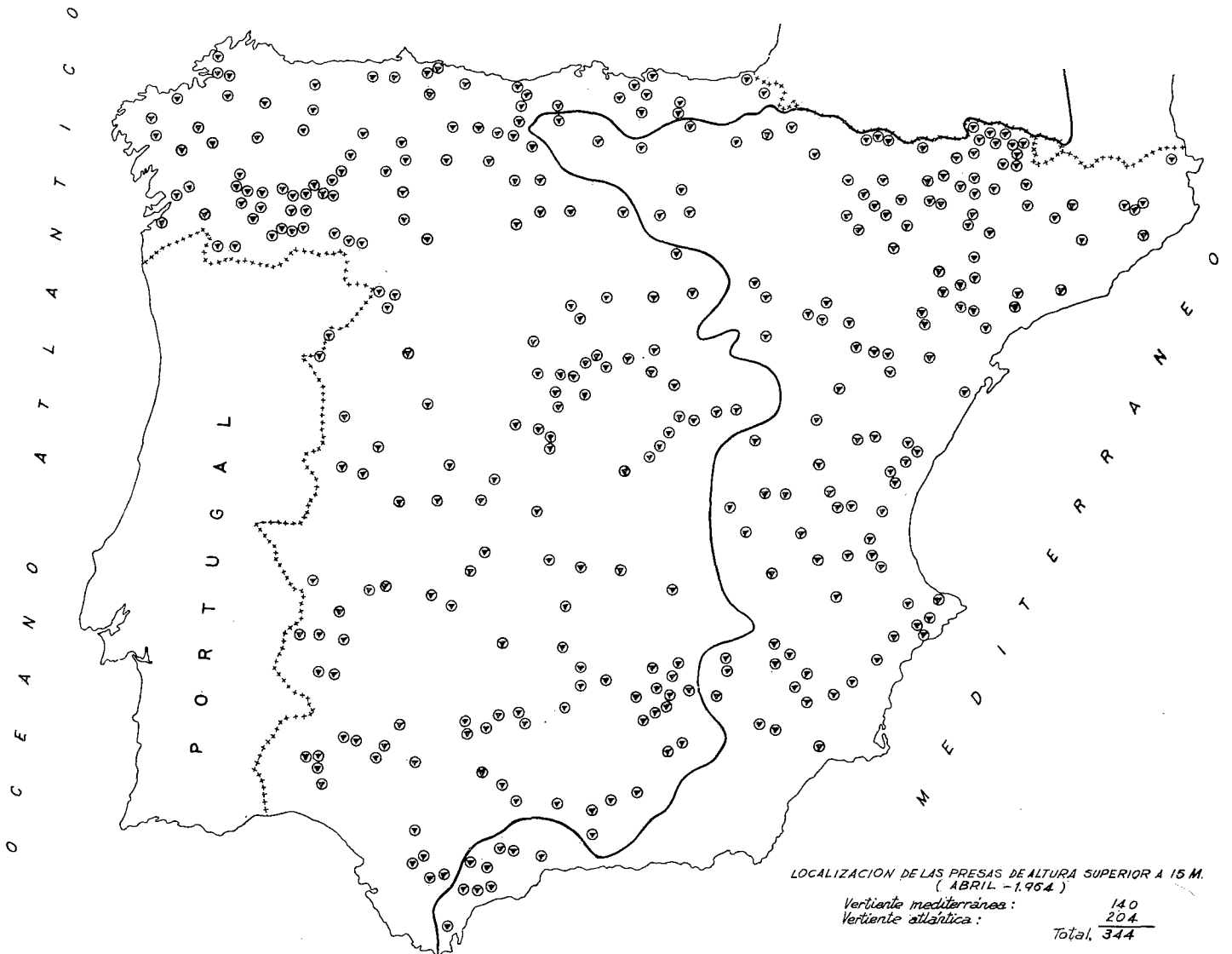
## 1. LA PRODUCCION DE ENERGIA HA PASADO A SER MOTIVO PRINCIPAL EN LA PROMOCION DE NUEVAS PRESAS.

No se puede seguir adelante, después de tan sorprendente afirmación, sin tratar de justificarla. Conocido es el postulado, que se acepta internacionalmente, según el cual la hidroelectricidad fué la causa motivadora principal de la construcción de Grandes Presas. Fué posterior la preocupación por utilizar los subproductos hidráulicos de las presas destinadas y justificadas por la producción de energía en otros aprovechamientos. El motor fué la obtención de energía y la consecuencia el aprovechamiento múltiple de los recursos hidráulicos de la cuenca. (Véase ONU; Integrated River Basin Development pp 3, 4).

En España se registra el caso contrario. Surgió antes la necesidad de río que la apetencia de energía. Hubo en primera instancia que fabricar ríos — mediante presas — para satisfacer las funciones más elementales: beber, regar y comer. No pretendemos originalidad; se trata una vez más del "challenge for civilization" de Toynbee. Puede probarse tal postulado sin más que examinar la distribución de las presas españolas hace treinta años, ya entonces muy numerosas e importantes por su dimensión. Se comprueba con tal examen la densidad con que se manifiesta su presencia en las zonas del Sur y Levante de España, que son las más propicias por clima y por tierra para el desarrollo de los riegos y, a la vez, las más carentes del agua de cada día, como consecuencia del régimen torrencial de sus ríos.



El mapa de las presas españolas de hoy pone de manifiesto, en cambio, que la máxima densidad de construcción se ha producido a lo largo de los últimos treinta años en las regiones diametralmente opuestas a las antedichas, en el gran cuadrilátero ibérico. Y ha sido precisamente en estos últimos tres años, cuando el cuadrante del NO. ha registrado y sigue registrando la máxima actividad constructora. Sobre la España granítica, cerrando fisuras de su configuración paleozóica, por la que los ríos de Castilla ganaban el Atlántico, surgen hoy grandes e incluso colosales estructuras, fruto de depurada técnica y sobre todo de entusiasta ingenio. Contribuyen estas presas, indudablemente, a la función primaria de regulación de caudales, pero fundamentalmente están orientadas a crear potenciales provocando discontinuidades aprovechables en saltos hidroeléctricos. Son presas, que en lugar de concebirse para redimir regiones áridas, vienen a exprimir los potenciales de las zonas húmedas.



Resumiendo en un cuadro los datos de localización de las Grandes Presas españolas con relación a las vertientes Mediterránea y Atlántica, se ponen de manifiesto las conclusiones anteriores. En España empezó la construcción de Grandes Presas por la vertiente Mediterránea (192.494 Km.<sup>2</sup>). A partir de los últimos treinta años la vertiente Atlántica (299.756 Km.<sup>2</sup>) ha ido mejorando sus cifras, absolutas y relativas, acercándose a las de vertiente opuesta. Las cifras correspondientes a 1934, eran:

Vte. Mediterránea:	58 Grandes Presas;	(3,0 por cada 10 <sup>4</sup> Km. <sup>2</sup> )
Vte. Atlántica:	39 » »	(1,3 » » » » )

Habiéndose movido en la actualidad, como sigue:

Vte. Mediterránea:	140 Grandes Presas	(7,3 por cada 10 <sup>4</sup> Km. <sup>2</sup> )
Vte. Atlántica:	204 » »	(6'8 » » » » )

El cuadro con los datos completos, del número de presas, y figurando entre paréntesis los relativos al tomar como unidad de superficie en cada vertiente  $10^4 \text{ Km.}^2$ , es el de abajo:

F E C H A S	Localizadas en la vertiente		TOTALES en ESPAÑA
	Mediterránea	Atlántica	
31 de Diciembre de 1934. . . . .	58 - (3,0)	39 - (1,3)	97 - (2,0)
Construídos en los 30 años 1934-64 . . .	82 - (4,3)	165 - (5,5)	247 - (5,0)
30 de Abril de 1964 . . . . .	140 - (7,3)	204 - (6,8)	344 - (7,0)

Variado el condicionamiento, puesto que cambió el objetivo, las nuevas hipótesis de partida implican un diferente tratamiento del problema planteado, en términos estrictamente técnicos. En los últimos años y, sobre todo, en los tres últimos, se acusa cada día con más vigor la batalla de la energía. Construimos saltos y sólo subsidiariamente creamos embalses. El fruto que se persigue con mayor interés es la altura (H); no la capacidad (V). Y esta nueva problemática, sumada a las condiciones naturales del país: al Oeste y Norte, granito, gneis y rocas primitivas; al Este y al Sur, tierras y calizas, casi siempre vulnerables por el agua, es la que ha aportado a la familia de presas españolas las soluciones ya clásicas de grandes bóvedas que hasta hace muy poco tenían parva representación en nuestro país. Cuando la pretensión es altura, cabe elegir la cerrada con condiciones óptimas para aguantar en sus flancos los empujes de una bóveda, pues el producto final, altura, tiene una simple incidencia local; por el contrario, el deseo de grandes vasos limita la solución al problema y fuerza a la aceptación de ubicaciones no siempre susceptibles de cerrarse con una estructura arqueada.

Es posible que el razonamiento que antecede para justificar la retrasada aparición en España de las grandes bóvedas, requiera de muchos retoques hasta aprehender la realidad del proceso. Intervinieron en esta historia, ¿cómo no?, otras variables; entre ellas, cuenta que las presas de regulación, las creadoras de hiper-embalses, son normalmente patrimonio estatal y, por consiguiente, fruto de una organización técnico-administrativa, que en su ordenación conservadora no puede ser automáticamente sensible a las innovaciones de la especialidad; por el contrario, las presas con objetivo energético, fruto casi siempre de la iniciativa privada, se proyectan y construyen bajo condicionamientos económicos que obligan a la búsqueda de las soluciones más eficaces.

Sin más preocupación por el rigor demostrativo de la evolución histórica, registremos, sin embargo, ese hecho que caracteriza, indudablemente, las realizaciones españolas durante los últimos años: la aparición de grandes bóvedas; Eume (104 m.), Belesar (132 m.), Aldeadávila (130 m.), Canelles (150 m.), son obras brillantes, antecedentes de otras actualmente en trance de iniciación: Almendra (177 m.), Susqueda (135 m.), Gran Suarna (137 m.), etc., por no citar nada más que aquellas que ya tienen realidad por explotación o por construcción en marcha, pues en fase de proyecto hay otras muchas presas que se adaptarán a magníficas cerradas susceptibles de soportar auténticas macro-estructuras del tipo bóveda.

## 2. NUEVOS HORIZONTES COMO CONSECUENCIA DE LA PUESTA A PUNTO DE LA TÉCNICA DE CENTRALES DE BOMBEO.

La coyuntura económica que España ha atravesado durante los últimos decenios incidió sobre la estructura de su industria hidroeléctrica que, en su actual apariencia no refleja las específicas características del problema. Dos factores han contribuido a que se manifieste hoy una capacidad desproporcionada de producción de energía de punta en relación con el total. A saber:

a) La construcción de centrales térmicas, motivada en una preocupación general, que crearon los años difíciles 1950-55 y especialmente impulsada por las empresas paraestatales.

b) La actuación de un "pool" de promoción estatal rotundamente favorecedor por consecuencia a la motivación ya glosada en a) del equipamiento en exceso de las centrales.

Las dos razones expuestas se integran hacia una consecuencia que es: la capacidad de producción de energía de puntas en España resulta en la actualidad desproporcionada en exceso con respecto a las posibilidades totales. Se deriva de este hecho el que el coste de la energía de punta resulte excesivamente bajo en relación con el de energía de base. La proporción entre ambos no acusa las características de un mercado en el que la demanda presenta agudos extremos en relación con la media del consumo.

El mercado español, tanto por razón a la subindustrialización del país, como por la gran influencia de las funciones de variable biológicas interesadas (riego, alumbrado), debería sobrevalorar la energía de punta en relación con el precio medio.

Glosamos esta situación que podría abocar a una aguda crisis comercial en lo hidroeléctrico cuando se difuminaran las causas que hoy ocultan el problema para poner en todo su valor providencial la solución que significa la nueva fórmula del bombeo. La técnica del bombeo, cuyos rendimientos industriales hoy pueden aceptarse en términos generales como 0,70-0,75 en el conjunto del ciclo reversible, pueden permitir la corrección de las deformaciones de estructura del actual esquema de producción hasta adaptarlo a las peculiares características del mercado, sin perturbaciones de orden comercial en el proceso. Pues ¿qué es el bombeo? Sin entrar, que no importa a nuestro propósito, en su tecnología, limitándonos a su posible actuación sobre la ecuación básica Oferta-Demanda, ha de entenderse el bombeo como una regulación del término Demanda. En última instancia, el bombeo puede suplir la insuficiencia de las industrias de consumo permanente y complementar rellenando senos, la curva de demanda, hasta adaptarla a la de oferta. En este sentido el bombeo no es un sistema de acumulación, sino de consumo de energía de base no solicitada, de energía barata, que después se revenderá al mercado que solicite puntas. Hay que interpretar el bombeo como un cliente intermedio pero siempre en el lado de la demanda; puede suplir a la industria química o a la técnica de enriquecimiento de combustibles term nucleares.

Las posibilidades españolas en relación con las centrales reversibles son prácticamente ilimitadas. Serán muy pocas, por no decir ninguna, las empresas hidroeléctricas que no tengan en estudio o en realización ya, grandes proyectos apoyados en centrales de bombeo. Las características fisiográficas del país son, particularmente, adecuadas para la nueva técnica, pues en el sistema orográfico nacional se presentan muchos vasos, fáciles de cerrar, que hasta hoy no fueron utilizados por su insuficiencia hidrológica.

Si tomamos en cuenta que por feliz ventura los recursos de uranio en España son mucho más afortunados que nuestra proverbial desgracia en yacimientos de combustibles fósiles, es fácil anticipar que en los próximos años (el programa de construcción de centrales de producción de energía atómica es muy amplio; llegaremos a 1 000 millones de producción alrededor de 1970) presenciaremos una dedicación de la energía de valle asociada con la energía atómica a la alimentación de embalses accesibles por bombeo. Es muy posible también que incluso la proximidad de grandes cotas al litoral cantábrico, en zonas montañosas propicias para la creación mediante presas de vasos impermeables, promueva la construcción de centrales de bombeo de agua marítima.

En definitiva, la técnica del bombeo que cada día se afina más y que se presenta ya en brillantísimas realizaciones en España, abre campos inusitados para la especialidad de Grandes Presas y coloca los más prometedores acentos sobre la primera empresa nacional: el aprovechamiento exhaustivo de sus recursos hidráulicos.

### 3. TRABAJOS SUBTERRANEOS EN RELACION CON GRANDES PRESAS.

No es necesario insistir, se trata de un hecho bien conocido, sobre las muchas centrales subterráneas que se han construido y que se construyen en España. Son una consecuencia ecológica a las condiciones naturales del país. Hoy supera al 25 por 100 del total hidroeléctrico la producción derivada de centrales subterráneas; entre ellas Aldeadávila, con más de 2 000 millones de Kw/h. de producción anual, significa el record de la Europa occidental como central hidroeléctrica.

Tiene, sin embargo, la técnica de los trabajos subterráneos en relación con Grandes Presas, otro interés además del de complementar a la presa en la creación de un salto, interés especialmente relevante en España. Se trata del trasvase; de la posibilidad de interconectar hidráulicamente cuencas paralelas con recursos hidrológicos en contraste.

Sería alejarnos del tema, Grandes Presas, el comentar los potenciales hidroagrícolas que podrán derivarse de la interconexión mediante transvases de nuestras cuencas fundamentales, atlántica y mediterránea. Reseñemos simplemente en este artículo de síntesis, que casi todos los grandes proyectos relacionados con Grandes Presas, hoy en construcción en España, van acompañados de vastos complejos de obras subterráneas con el doble objetivo de mejorar el salto creado por la presa y de complementar los recursos hidráulicos de cuencas paralelas. En muchos casos, también la introducción de centrales reversibles de bombeo combina los recursos accesibles, mediante obras subterráneas, en un entorno local de: cuenca alimentadora, salto mediante el escalón creado por la presa y el transvase a una cuenca paralela y vaso en las condiciones geológicas y altimétricas más idóneas.

### 4. PRESAS DE ESCOLLERA.

Es curioso comprobar que pese a ser España un país fundamentalmente compuesto por roca, las presas de escollera son una novedad del último trienio ¿Cómo es posible que ante la abundancia del material de base no haya prosperado esta técnica en España? Tres razones contestan satisfactoriamente esta demanda inquisitiva; a saber:

1.<sup>a</sup> La realidad rocosa de las ubicaciones propicias para presas. La existencia de material firme superaba hasta ahora las capacidades impermeables de los productos de las canteras accesibles.

2.<sup>a</sup> En España no hay tierra. Esta afirmación sólo tiene valor en orden relativo, pero es un hecho que incluso en la llamada España de tierra, el Levante y el Sur, sólo se presentan algunas que otra mancha propicias para su empleo como material de construcción de presas.

3.<sup>a</sup> Hasta hace muy pocos años, complejas razones político-económicas no nos permitieron acceder a la disponibilidad de las grandes máquinas que hoy son utillaje normal para mover grandes masas (probablemente la Ingeniería de la post-Guerra Mundial II se caracteriza por la incorporación a su instrumental de la herramienta capaz de movilizar volúmenes).

Quien negaría que la técnica del "rock fill" se inicia al socaire del desarrollo de la mecánica del suelo y del "earth fill". Pues bien, no tenemos tierra ni, por consiguiente, "challenge" para desarrollar su técnica. Sin embargo, hoy, cuando nos llega y en Edimburgo en la cuestión 31 hemos de ver su mejor manifiesto en una definición ya concreta, conservadora, "dependable" de un nuevo sistema, España se lanza con ímpetu y apetito a aprehender sus secretos. Hay más, España incluso presenta los proyectos y construcciones en iniciación que hoy se moldean en los pensamientos y en las manos. Pues resulta que la presa de escollera, la presa de roca de "bati-burrillo", es la presa espontánea, ecológica para nuestro territorio geológico.

No es osado profetizar que las Grandes Presas: de escollera que hoy están en los prolegómenos de su construcción: Portodemouros (90 m.), Guadalteba (Guadalhorce) (90 m.), Guadajoz (90 m.), son las primeras vanguardias de una tendencia que a corto plazo terminará la técnica española de Grandes Presas.

## 5. TENDENCIAS, EXPERIENCIAS, GENERALIDADES.

No se puede olvidar que este artículo de síntesis, vinculado a la actualidad, presas de la España de hoy, va destinado a preceder una colección de informes que han de recoger el detalle de la actividad en el campo que nos ocupa.

Pocos aspectos de este grupo de materias cabe glosar como específicamente indígenas. Es, no obstante, obligado testimoniar el nivel con que la Ingeniería española embalsa y utiliza las más modernas tendencias en el campo de la técnica científica. ¿Existe algún punto original en nuestra digestión filosófica del gran tema? Sí, No hay duda. Pues es nula la literatura técnico-científica que conozcamos que de verdad plantee el gran tema espiritual: el trinomio Presa-Naturaleza-Arte.

Hemos leído en las pruebas de los artículos preparados para el número extraordinario de la "Revista de Obras Públicas, al cual van destinadas estas líneas, la siguiente proposición que sólo en síntesis podemos glosar: EL HOMBRE sólo construyó macroestructuras por razones religiosas o sociales. No se conoce de justificación estética, apoyada en la recóndita alma funcional, en relación con ninguna construcción gigantesca.

Planteemos un dilema final ante tal cuestión:

- a) Seremos capaces de identificar la estética de una presa que incide o hiere con su geometría violenta sus aladares geológicos o,
- b) Conseguiremos ungir nuestra humilde misión de técnicos con el sentido religioso y social de los constructores de nuevos cimientos de bienestar.