



60ª REUNION EJECUTIVA DEL COMITE
INTERNACIONAL DE GRANDES PRESAS

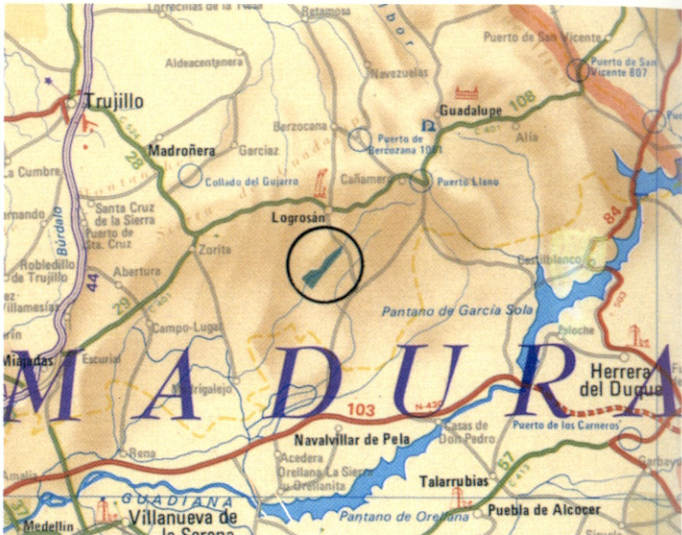
60th EXECUTIVE MEETING OF THE
INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADIANA PRESA DE RUECAS

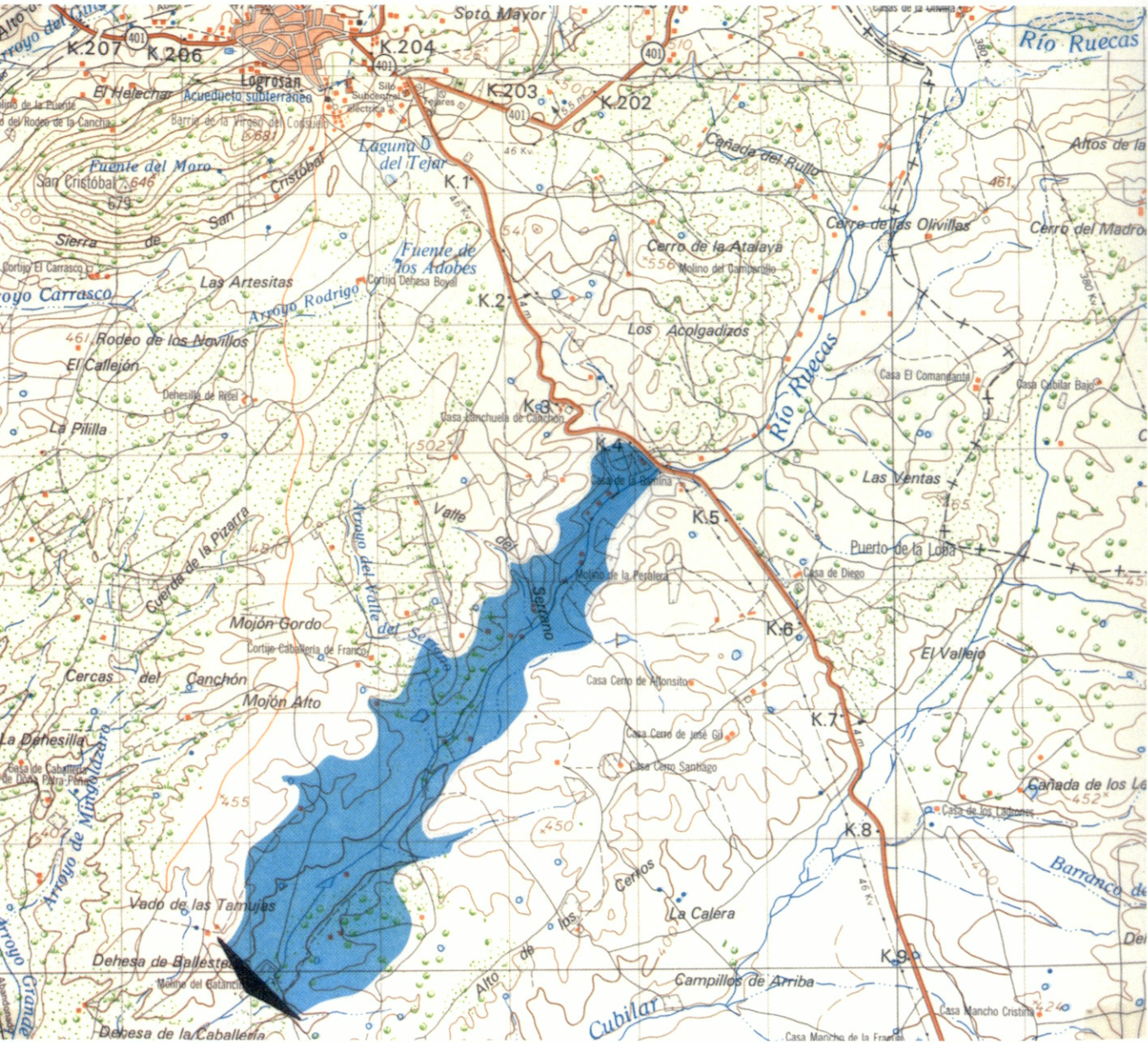


GRANADA 1992

PRESA DE RUECAS



Escala 1: 1.000.000



Mapa de Situación

Escala 1: 50.000

Map Location

PRESA DE RUECAS

1. GENERALIDADES

La cuenca

La cuenca del río Guadiana, con una superficie de 55.414 km², ocupa territorios de las comunidades autónomas de Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía (provincias de Albacete, Cuenca, Ciudad Real, Toledo, Cáceres, Badajoz, Córdoba, Sevilla y Huelva), con porcentajes de cobertura provincial que van desde, prácticamente, el 100% de Badajoz, a menos del 1% de Sevilla. De dicha superficie total de la cuenca, 23.555 km² corresponden a Extremadura (20.285 km² en Badajoz y 3.070 km² en Cáceres).

Dentro de la diversidad de características geofísicas que presenta la cuenca, interesa aquí hacer referencia a su gran irregularidad hidrológica, caracterizada no solo, en periodos anuales, por largos estiajes y fuertes avenidas, sino, también, por periodos hiperanuales de sequía, que dan lugar a la consiguiente necesidad de regulación de los caudales fluyentes, como único medio para paliar los efectos de tal climatología.

El río Rucenas es un afluente del río Guadiana por su margen derecha, en el que desemboca (cota 240 m s.n.m.) en las proximidades del núcleo de Hernán Cortés (al sur de Miajadas), tras haber recorrido unos 70 km desde su nacimiento en la Sierra de Las Villuercas (cota 1.610 s.n.m.), drenando una superficie de 1.865 km² y cortando a lo largo de su curso las isoyetas medias anuales, que van de 1.300 a 500 mm, obteniéndose en esta subcuenca un volumen de teórica precipitación media de 2.051 hm³/año y un caudal circulante de 348 hm³/año. Dicha sierra es la divisoria al Norte con la cuenca del río Tago y corresponde a cresterías cuarcíticas, aparentes por erosión diferencial en relación con los materiales pizarrosos que dan lugar a la formación de valles.

THE RUECAS DAM

1. GENERAL INFORMATION

Basin

The basin of the river Guadiana, with a superficial area of 55.414 km², occupies territories in the Autonomous Communities of Castile-La Mancha, Extremadura and Andalusia (provinces of Albacete, Cuenca, Ciudad Real, Toledo, Cáceres, Badajoz, Cordova, Seville and Huelva) with percentages of provincial coverage that go from, practically, 100% of Badajoz to less than 1% of Seville. From the total superficial area of the basin referred to, 23.555 km² correspond to Extremadura (20.285 kms in Badajoz and 3.070 km² in Cáceres).

Within the diversity of geophysical characteristics that are presented by the basin, it is interesting here to make reference to its great hydrological irregularity, characterized not only in yearly periods, by long low water spells and heavy floods, but, also, by hyperannual periods of drought, that give rise to the consequent necessity of regulation of the flowing volumes of water, as the only method of alleviating the effects of such a climatology.

The river Rucenas is a tributary of the river Guadiana (on its right bank) into which it flows (elevation 240 above sea level) in the proximities of the township of Hernán Cortés (to the south of Miajadas) after having run some 70 km from its source in the Las Villuercas mountains (elevation 1.610 above sea level), draining an area of 1.865 Km² and cutting over the length of its course the mean annual isohyetal lines that go from 1.300 to 500 mm, obtaining in this subbasin a mean volume of theoretical rainfall of 2.051 hm³/year and an inflow of 348 hm³/year. This mountain range is the dividing line in the north with the basin of the river Tagus and corresponds to quartzite ridges appearing due to the differential erosion in relation to the slaty materials which give way to the formation of valleys.

Geológicamente, la región forma parte del gran conjunto de materiales paleozoicos que se sitúan al sur del Tajo y que se prolonga desde las estribaciones de los Montes de Toledo hasta la frontera portuguesa, quedando identificados como pertenecientes al Precámbrico, Mioceno y Cuaternario.

Litológicamente, el Precámbrico se caracteriza por la alternancia de pizarras y grauwas, con intercalaciones de areniscas gruesas, pizarras con cantos y conglomerados. El Mioceno, por su parte, está constituido por arcillas rojas y blancas, a veces caolínicas, con intercalaciones calizas. Además, es de señalar, la existencia de una formación fanglomerática (raña) formada por gravas cuarcíticas y matriz arcillosa. Finalmente, dentro del Cuaternario, se presentan: fanglomerados, análogos a los rains, pero de matriz más arenosa y cantos más rodados; aluviales, con gravas cuarcíticas y matriz areno-limosa; y coluviales, en las sierras cuarcíticas.

El proyecto

La ya citada característica de irregularidad hidrológica de la cuenca del Guadiana, en general, y de la subcuenca del Ruedas, en particular, llevó a la Administración española, ya en el año 1.902, a incluir en el Plan de Obras hidráulicas, la construcción de la Presa de Cancho del Fresno, como primer intento de regular y aprovechar sus aguas.

Sin embargo, no fue hasta 1.981 cuando se abordó el problema en toda su amplitud. En efecto, "las condiciones climatológicas de sequía" motivaron, entre otras, la decisión del Gobierno, el 4 de Diciembre de 1.981 (R.D. Ley 18/1.981) de incorporar al Plan General de Obras Públicas una relación de obras entre las que quedaba comprendida la Presa del Ruedas, destinadas, como fin primordial, al "aprovechamiento de los recursos hidráulicos".

Ya, en otros estudios realizados anteriormente por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se había detectado la dificultad de encontrar, en términos económicos, un "vaso" sufi-

Geologically, the region forms part of the great Paleozoic era of terrane that is situated to the south of the Tagus river and that is prolonged from the foothills of the Toledo mountains as far as the Portuguese border being identified as belonging to the Pre-Cambrian, Miocene and Quaternary. In this respect, it may be said that:

Lithologically, the Pre-Cambrian is characterized by the alternation of slates and graywacke, with intercalations of coarse sandstones, slates with pebbles and conglomerates. The Miocene, on its part, is made up of red and white clays, at times kaolinic, with intercalations of limestone. Furthermore, the existence should be pointed out of a fanglomeratic formation (raña) formed by quartzitic gravels and clayey matrix. Finally, within the Quaternary there exists fanglomerates, similar to the rañas but with a more sandy matrix and more rounded pebbles or boulders; alluvials, with quartzitic gravels and sandy-silty matrix; and colluvials, in the quartzitic mountains.

The project

The already mentioned irregular hydrological characteristic of the basin of the river Guadiana, in general, and of the sub-basin of the river Ruedas in particular, led to the Spanish Administration, already in the year 1902, to include in the Plan of Hydraulic Works, the construction of the Cancho del Fresno Dam, as a first attempt to regulate and develop or exploit its waters.

Nevertheless, it was not until 1981 when the problem was tackled in all its extent. In effect, "the climatic conditions of drought" motivated, among others, the decision of the Government, the 4th. of December, 1981 (R.D-L 18/1981), to incorporate to the General Plan of Public Works a list of works among which was included the Ruedas Dam, the principal objective of which was destined to be the "development of the hydraulic resources".

Already in other studies carried out previously by the Hydrographic Confederation of the river Guadiana, the difficulty had been detected of finding, in economic terms, a "basin" sufficient

cienta para conseguir una regulación apreciable de las aportaciones del río Ruedas. Tal extremo fue confirmado plenamente por los estudios (topográficos, geológicos e hidrológicos) iniciados con toda prontitud tras la citada decisión gubernamental. En efecto, a grandes rasgos, se deducía que, para los emplazamientos tanteados (con cuencas vertientes de 125 km² a 250 km²), las aportaciones medias oscilaban entre 60 hm³/año y 95 hm³/año, en tanto que se obtenían económicamente volúmenes de embalse de, aproximadamente, 50 hm³. Por tanto, se optó por profundizar en la idea ya vislumbrada de llegar a un aprovechamiento integrado de estos recursos; para ello, además de la posible regulación de otros afluentes del Río Ruedas (Gargaliga, Cubilar y Alcollarín) y del río Búrdalo (afluente del Guadiana, colateral al Ruedas), se estudiaría la construcción de sendas presas en el río Ruedas y en su afluyente el arroyo Pizarroso, enlazados por un canal de trasvase desde la primera, lo que permitiría regular las respectivas aportaciones (Ruedas, 61,75 hm³, Canal 31,61 hm³, y Pizarroso, 56,75 hm³), mediante sendos embalses en los ríos Ruedas y Pizarroso de capacidades 43,8 hm³ (Presa de Ruedas), y 232,0 hm³ (Presa de Sierra Brava).

2. CHARACTERISTICS

De la cuenca vertiente

- Superficie	135,1 km²
- Altura media	604,6 m.s.n.m.
- Precipitación media	1.063,0 mm
- Coeficiente medio de escorrentia	0,43
- Aportación media anual	61,75 hm³
- Aportación máxima anual calculada	150,0 hm³
- Aportación mínima anual calculada	6,0 hm³
- Caudal de avenidas (T=500 años)	386 m³/s

to bring about an appreciable regulation of the inflows of the river Ruedas. Such an extreme was fully confirmed by the studies (topographical, geological and hydrological) commenced with all haste after the Governmental decision referred to. In effect, broadly speaking, it was deduced that, for the sites proposed (with catchment areas of 125 km² to 250 km²), the mean inflows oscillated between 60 hm³/year and 95 hm³/year, while economically reservoir volumes were obtained of approximately, 50 hm³. Therefore, it was decided to go deeper into the idea, already conjectured about, to arrive at an integrated development of these resources; for this, as well as the possible regulation of other tributaries of the river Ruedas (Gargáliga, Cubilar and Alcollarin) and of the river Búrdalo (tributary of the river Guadiana, collateral to the river Ruedas), the construction would be studied of a dam on the river Ruedas and on its tributary the Pizarroso brook, respectively, interconnected by an interbasin diversion canal from the first, which would permit the regulation of the respective inflows (Ruedas 61,75 hm³; Canal 31,61 hm³; and Pizarroso 56,75 hm³), by way of reservoirs on both the rivers Ruedas and Pizarroso of capacities 43,8 hm³ (Ruedas Dam) and 232,0 hm³ (Sierra Brava Dam).

2. CHARACTERISTICS

Of the catchment area

- Surface area	135,1 km²
- Mean elevation	604,6 m above sea level
- Average rainfall	1.063,0 mm
- Mean runoff coefficient	0.43
- Mean annual inflow	61,75 hm³
- Calculated maximum annual inflow	150,0 hm³
- Calculated minimum annual inflow	6,0 hm³
- Flood flow (T=500 years)	386 m³/s

Del embalse

- Volumen (M.N.E.N.)	43,8 hm ³
- Volumen (M.N.E.A.)	50,4 hm ³
- Volumen muerto	1,5 hm ³
- Superficie anegada (M.N.E.N.)	397 ha
- Superficie anegada (M.N.E.A.)	435 ha
- Cota (M.N.E.N.)	389,05 m.s.n.m.
- Cota (M.N.E.A.)	390,55 m.s.n.m.
- Cota mínima de explotación	360,00 m.s.n.m.
- Cota del cauce	356,00 m.s.n.m.

De la presa

- Material	Hormigón vibrado
- Tipo	Gravedad (planta recta)
- Longitud de coronación	800,00 m
- Cota de coronación	393,05 m.s.n.m.
- Cota mínima de cimiento	350,00 m.s.n.m.
- Altura máxima sobre el cimiento	43,05 m
- Altura sobre el lecho del río	37,05 m
- Taludes de paramento asuso/ayuso	0,05/0,75

Del aliviadero

- Tipo	Labio fijo incorporado al cuerpo de presa
- Cota del labio	389,05 m.s.n.m.
- Número de vanos	7
- Longitud útil	7 x 14 = 98,00 m
- Espesor de lámina vertiente	1,50 m
- Caudal de descarga: Ancho	105,00 m
- Caudal máximo de descarga	391,00 m ³ /s

De los desagües de fondo

- Número de conductos	2
- Sección	1,25 x 1,50 m ²
- Caudal	76 m ³ /s

Of the reservoir

- Volume (M.N.E.N.)	43,8 hm ³
- Volume (M.N.E.A.)	50,4 hm ³
- Dead storage	1,5 hm ³
- Superficial area inundated (M.N.E.N.)	397 ha
- Superficial area inundated (M.N.E.A.)	435 ha
- Elevation (M.N.E.N.)	389,05 m.a.s.l.
- Elevation (M.N.E.A.)	390,55 m.a.s.l.
- Minimum Elevation of exploitation	360,00 m.a.s.l.
- Elevation river bed	356,00 m.a.s.l.

Of the dam

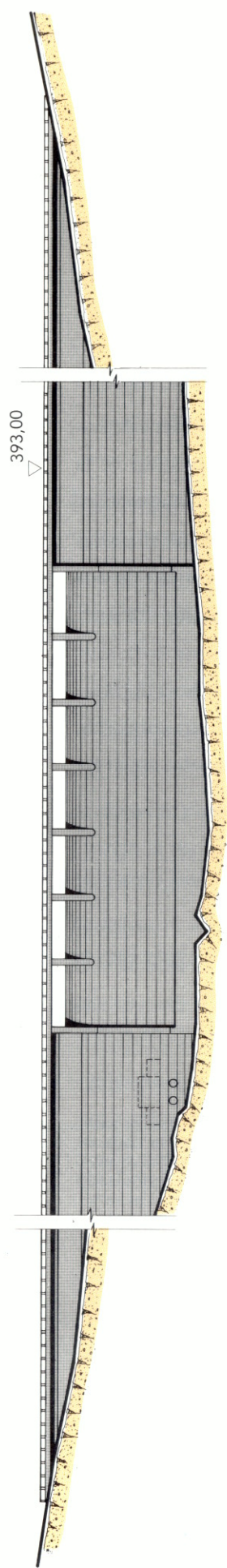
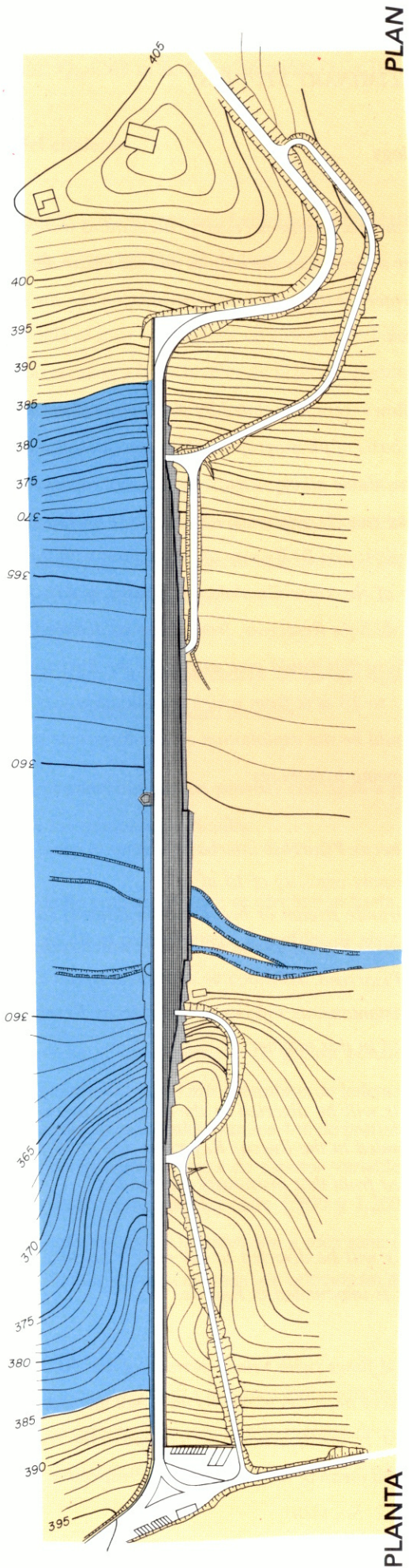
- Material	Vibrated concrete
- Type	Straight gravity
- Length of top of dam	800,00 m
- Elevation of top of dam	393,05 m.a.s.l.
- Minimum elevation of foundation	350,00 m.a.s.l.
- Maximum height over foundation	43,05 m
- Height over river bed	37,05 m
- Slopes of upstream/downstream faces	0,05/0,75

Of the spillway

- Type	Uncontrolled incorpora- ted in the body of the dam
- Elevation of edge	389,05 m.a.s.l.
- Number of openings	7
- Working or usable length	7 x 14 = 98,00 m
- Thickness of nappe	1,50 m
- Tailrace canal: width	105,00 m
- Maximum discharge flow	391,00 m ³ /s

Of the bottom outlets

- Number of conduits	2
- Section	1,25 x 1,50 m ²
- Flow capacity	76 m ³ /s



ALZADO DE AGUAS ABAJO

3. ESTUDIOS PREVIOS

Hidrología

Se llevaron a cabo los cálculos necesarios para determinar las aportaciones y los caudales máximos de avenida, para distintos períodos de retorno, en el emplazamiento de la presa del Ruecas.

Las aportaciones se calcularon por dos procedimientos independientes: A) A partir de las características fisiográficas de la cuenca y de los datos pluviométricos y foronómicos disponibles, deduciéndose coeficientes de escorrentía, aportaciones medias y su distribución frecuencias; y B) Mediante correlación con las aportaciones registradas del río Guadalupejo (de 416 Km² de cuenca) al embalse de García de Sola. De los así deducidos, se han tomado aquéllos que darían lugar, en la presa del Ruecas, a caudales superiores a 10 m³/s y se dedujo una simulación de lo que podrá ser la explotación de este embalse según las siguientes hipótesis:

- El canal de trasvase Ruecas-Pizarroso tendrá una capacidad de transporte de 15 m³/s.
- El Arroyo-Grande (no regulado) puede desaguar al río Ruecas hasta 5 m³/s que se trasvasan al río Pizarroso.
- Las aportaciones instantáneas al embalse de Ruecas se manejarán así:

10 m³/s se trasvasan al río Pizarroso: no se embalsa nada en el de Ruecas. Se desaguan hasta 10 m³/s de lo embalsado anteriormente.

10 m³/s se trasvasan al río Pizarroso, el exceso se embalsa en Ruecas.

Los caudales de avenidas (con períodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años), se han calculado por los procedimientos usuales (empírico, estadístico, racional, Gradex) adaptándose luego el resultante de la media ponderada de los anteriores con pesos respectivos de 1, 4, 2 y 2. Así:

3. PRELIMINARY STUDIES

Hydrology

Within this section the necessary calculations were carried out in order to determine the inflows and the maximum volumes of flood water for different return periods, on the site of the Ruecas Dam.

The inflows were calculated by two independant methods: A) On the basis of physiographic characteristics of the basin and of the available pluviometric and gauge or measurement data, deducing runoff coefficients, mean inflows and frequentness of distribution; and B) By way of correlation with the registered inflows of the river Guadalupejo (basin of 416 km²) to the García de Sola Reservoir, from those so deduced, have been taken those that would give way to, in the Ruecas Dam, flows superior to 10 m³/s from which a simulation was deduced of what could be the exploitation of this Reservoir according to the following hypotheses:

- *The Ruecas-Pizarroso interbasin diversion canal would have a transport capacity of 15 m³/s.*
- *The Grande stream or brook (not regulated) can discharge to the river Ruecas as much as 5 m³/s which is diverted to the river Pizarroso.*
- *The instantaneous inflows to the Ruecas Reservoir will be handled in this manner:*

10 m³/s will be diverted to the river Pizarroso: nothing is impounded in the Ruecas Reservoir. Up to 10 m³/s are discharged from that previously impounded.

10 m³/s will be diverted to the river Pizarroso 10 m³/s the excess is impounded in Ruecas.

The flood flows (with return periods of 10, 50, 100 and 500 years), have been calculated by the usual methods (empirical, statistical, rational, Gradex) then adopting the resultant of the considered mean of the previous, with respective weights of 1, 4, 2 and 2. So, then:

$Q_{10}=172 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{50}=263 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{100}=299 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{500}=386 \text{ m}^3/\text{s}$

Geología del cimiento

Se han realizado seis sondeos en el emplazamiento definitivo de la presa, de cuyos testigos se deduce:

- a) La litología es muy homogénea (grauwacas de color gris, 90% con escasos y finos niveles de pizarras; presencia de pequeñas proporciones de piritas).
- b) Los niveles presentes son: Zona superior (poco potente) de depósitos aluviales o coluviales; zona de roca alterada (escasa potencia); roca de aspecto sano, pero con alteración en juntas; roca sin alteración.
- c) Índice de calidad RQD (porcentaje de testigo recuperado en trozos mayores de 10 cm) elevado.
- d) Escasas permeabilidades en pruebas con agua a presión, salvo en los tramos superficiales.

Además, en dicho emplazamiento, se efectuaron hasta 33 implantaciones de 50 m para obtener los perfiles de sísmica por refracción, de cuyos resultados se confirma:

. Margen derecha: Capa superficial de escasa potencia con velocidades entre 400 y 800 m/s (derrubios de ladera que, en las proximidades al cauce, alcanzan los 4 m de profundidad). Por debajo de la anterior, capa de espesor variable cuyas velocidades están comprendidas entre 1.500 y 2.200 m/s y cuyo límite inferior marca la transición a roca sana (entre 6 y 7 m de profundidad), caracterizada por velocidades de 3.600 a 5.500 m/s.

. Margen izquierda: Las capas superiores (cobertura) e inferior (roca sana) se caracterizan como en la margen derecha; sin embargo, la capa intermedia tiene espesor variable; en la parte

$Q_{10}=172 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{50}=263 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{100}=299 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{500}=386 \text{ m}^3/\text{s}$

Geology of the foundation

Six boreholes have been drilled on the definite site of the Dam, and from the cores recovered it is deduced:

- a) *The lithology is very homogeneous (graywackes of a grey colour 90% with scarce and fine levels of slates; the presence of small proportions of pyrites).*
- b) *The existing levels are: Upper Zone (of reduced thickness) of alluvial deposits or colluvials; zone of altered rock (of reduced thickness); sound looking rock, but with alteration in the joints; unaltered rock.*
- c) *Index of quality RQD (percentage of core recovered in lengths greater than 10 cm) high.*
- d) *Reduced permeabilities in tests with water at pressure, except in the superficial metres.*

Furthermore, in the site referred to, up to 33 introductions of 50 m in order to obtain the seismic profiles by refraction, from which results it is confirmed:

. *Right bank: A superficial layer of small thickness with velocities of between 400 and 800 m/s (eroded material from the valley sides which, in the proximities of the river bed, reaches 4 m in depth). Below the layer referred to, a cap of variable thickness in which the velocities are between 1.500 and 2.200 m/s and whose lower limit marks the transition to sound rock (between 6 and 7 m in depth), characterized by velocities of 3.600 to 5.500 m/s.*

. *Left bank: The upper layers (covering) and lower (sound rock) is characterized as in the right bank; nevertheless, the intermediate layer has a variable thickness: in the upper*

superior de 0 a 4 m; en la parte inferior de, aproximadamente, 6 m.

. Ensayo de laboratorio: Efectuados sobre muestras obtenidas a partir de los testigos extraídos de los sondeos, los cuales, aunque condicionados por la estratificación de la roca (45°- 50°), han dado resistencias a compresión de 371 a 789 kg/cm².

Geología del vaso

De los reconocimientos efectuados se han deducido los correspondientes planos estratigráficos según los cuales solamente afloran materiales del precámbrico y del cuaternario.

Se aprecia una dirección de fractura predominante (E-W) y otra secundaria (NW-SE).

De los sondeos citados, y los efectuados en otros emplazamientos tanteados (aguas arriba del elegido y con menor aportación), y de las catas realizadas en las terrazas para el estudio de materiales disponibles, se deduce la ausencia de problemas de estabilidad de laderas ni de estanqueidad.

4. TRATAMIENTOS

No se ha estimado que sea necesario ningún tratamiento previo del macizo de cimentación.

Durante la construcción de la presa o a su terminación podrá ser necesario impermeabilizar los niveles más superficiales del macizo (10-15 m).

Está prevista la perforación de drenes en el cimientto (desde la galería inferior), cada 7,50 m, con profundidades aproximadas a 1/3 de la carga de agua sobre el plano de cimentación.

part of 0 - 4 m; in the lower part of, approximately 6 m.

. Laboratory test: Carried out on samples obtained from the cores recovered from the boreholes, which, although conditioned by the stratification of the rock (45°- 50° degrees), have given compressive strengths of 371 to 789 kg/cm².

Of the basin

From the explorations carried out, the corresponding stratigraphical plans have been deduced according to which only materials of the Pre-Cambrian and of the Quaternary outcrop.

A predominant direction of fracturing (E-W) is observed as also another secondary direction (NW-SE).

From the boreholes referred to, and those drilled on other sites tested (upstream of the site chosen and with less inflow), and from the test pits carried out on the terraces for the study of the materials available, the absence is deduced of both problems of stability of valley sides and of watertightness.

4. TREATMENTS

No previous treatment has been considered necessary of the massif serving as foundation to the dam.

During the construction of the dam or when it is completed, it could be necessary to impermeabilize the uppermost levels of the massif (10-15 m).

The drilling of drainage holes (from the lower gallery) is planned, every 7,50 m, with depths of approximately 1/3 of the head of water above the foundation plane.

5. ESTRUCTURAS PRINCIPALES

La presa

Las características técnicas principales son las que figuran en el apartado 2 y corresponden a su tipología de presa de gravedad.

Su sección triangular con vértice en la cota 390,55 y taludes 0,05 (suso) y 0,75 (yuso) queda rematada por un trapecio de 4,00 m de espesor sobre el que se dispone una coronación formada por una calzada de 6,00 m de anchura y sendas aceras de 1,50 m, protegidas por barandillas metálicas de 0,80 m sobre pretil de hormigón armado de 0,40 m (altura total 1,20 m).

La presa se desarrolla en una longitud total de, aproximadamente, 800 m distribuidos en 41 bloques en los estribos derecho e izquierdo, de 15 m de longitud y 7 bloques (de igual longitud) en la zona del aliviadero, además de sendos muros de transición (entre los respectivos estribos y el terreno) de unos 30 m de longitud cada uno. No se dispone junta longitudinal y la estanqueidad de las juntas transversales se confía a doble banda de PVC de 0,50 m de ancho.

El cuerpo de presa está recorrido por dos galerías, sensiblemente horizontales, situadas a las cotas 377,24 y 364,50, intercomunicadas verticalmente y que llegan hasta la roca de las laderas sin penetrar en ellas. Su sección transversal es de 1,80 x 3,00 m², y drenan por gravedad hacia el paramento de aguas abajo.

Los volúmenes más significativos de ejecución, según los datos de obra, son:

- Excavación	95.000 m ³
- Hormigón en masa (H-150)	246.000 m ³
- Cemento (tipo V-37±1% cenizas: 170 kg/m ³)	42.000 t

5. PRINCIPAL STRUCTURES

The Dam

The principal technical characteristics are those which figure in section 2 and correspond to the typology of a gravity dam.

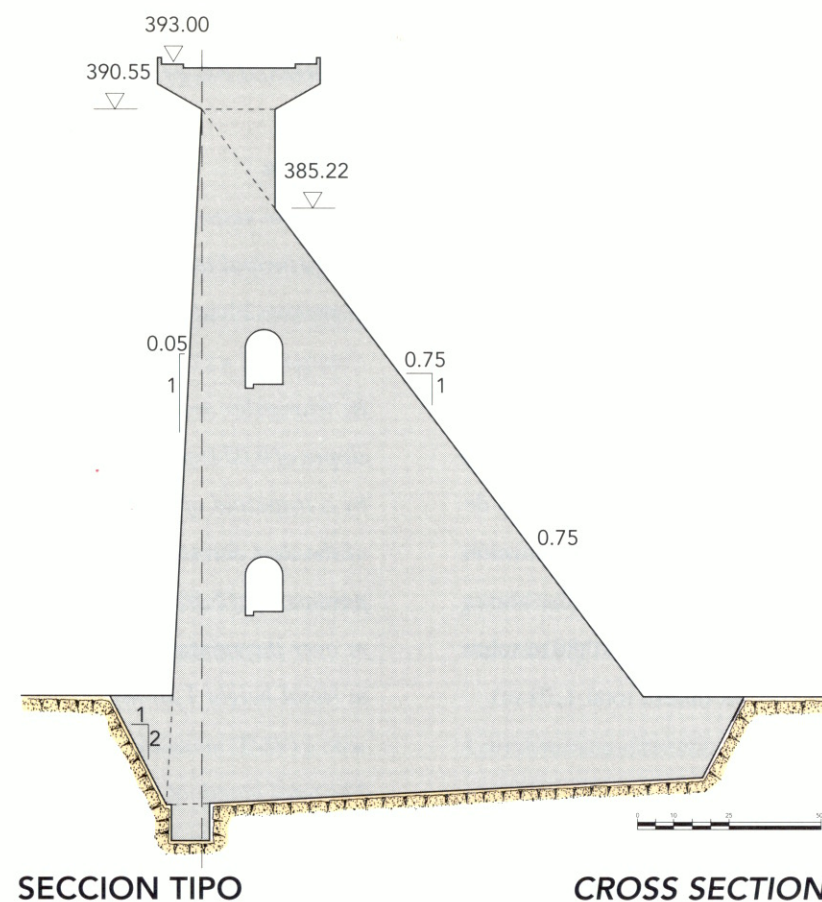
Its triangular section, with vertex at the elevation 390,55 and slopes of 0,05 (upstream) and 0,75 (downstream), is topped out by a trapezoid of 4,00 m in thickness over which runs the top of the dam formed by a roadway of 6,00 m in width and two pavements of 1,50 m each, protected by metallic railings of 0,80 m over the reinforced concrete parapet or wave wall of 0,40 m (total height 1,20 m).

The total length of the top of the Dam is, approximately, 800 m, distributed in 41 blocks on the right and left abutments, of 15 m in length and 7 blocks (of equal length) in the zone of the spillway, as well as two transition walls (one each between the respective abutment and the terrane) of some 30 m in length each one. There is no longitudinal joint and the watertightness of the transverse joints is entrusted to a double band of PVC of 0.50 m in width.

Two appreciably horizontal galleries run the length of the body of the Dam, situated at levels 377,24 and 364,50, intercommunicated vertically and which reach as far as the rock on the valley sides but without penetrating in it. The transverse section is 1,80 x 3,00 m², and they drain by gravity towards the downstream face.

The most significant volumes of work, according to the data from the job are:

- Excavation	95.000 m ³
- Mass concrete (H-150)	246.000 m ³
- Cement (type V-37 ± 1% flyash: 170 kg/m ³)	42.000 t



Aliviadero

El aliviadero (perfil Creager), de labio fijo y situado a la cota de M.N.E.N. 389,05, vierte libremente sobre los bloques centrales, determinando siete tramos de 14 m de luz libre separados por pilas de 1 m de espesor que, a su vez, sustentan la estructura de la calzada de coronación.

El caudal aliviado para un espesor de lámina vertiente de 1,50 m, supera los 386 m³/s, deducidos para T = 500 años. Dicho caudal despejará, al pie de aguas abajo, mediante un trampolín de 4 m de radio.

Desagües de fondo

Los desagües de fondo están constituidos por dos conductos gemelos, cada uno de los cuales consta de: embocadura abocinada para pasar del orificio de 3,00 x 4,00 m² (en el paramento de aguas arriba) a su sección nominal de 1,25 x 1,50 m² que es, a su vez, la de las dos compuertas Bureau que seccionan

Spillway

The spillway (Creager profile), uncontrolled and situated at the elevation of M.N.E.N. 389,05, spills freely over the central blocks, with 7 bays each of 14 m of clear span separated by piers of 1 m in thickness which, in turn, sustain the roadway structure of the top of the Dam.

The volume of flow spilled, for a nappe of 1,50 m, surpasses the 386 m³/s, deduced for T = 500 years. This flow separates or breaks away, at the downstream foot of the Dam, by way of an energy disperser of 4 m in radius.

Bottom outlets

The bottom outlets are made up of two twin conduits, each one of which consists of: flared inlet in order to pass from the orifice of 3,00 x 4,00 m² (in the upstream face) to its nominal section of 1,25 x 1,50 m² that is, at the same time, that of the two Bureau gates that sectionalize and control each one of y

y controlan cada uno de estos conductos. Aguas abajo de éstas continua el conducto hasta la salida a la atmósfera.

La capacidad de desagüe de cada uno de ellos va desde 38 m³/s para M.N.E.A. a 15 m³/s para la lámina de agua enrasada con el eje de los desagües (364,25).

Las embocaduras estarán protegidas con las correspondientes rejillas y guíaderas para facilitar, en su caso, la colocación de ataguías.

Las válvulas, tipo Bureau, tienen su estructura de acero y el tablero es un chapón de 0,12 m de espesor mínimo con su borde inferior perfilado hidrodinámicamente. Los cierres son de acero inoxidable y bronce.

6. CONSTRUCCION

A la fecha de redacción de este documento, se han habilitado los caminos de acceso a la obra (por ambas márgenes) y se ha insistido en la investigación de los áridos disponibles en las proximidades de la obra. En consecuencia, se han dimensionado las instalaciones de lavado y clasificación de áridos, su refrigeración y el posterior amasado.

Las hipótesis de partida han sido:

- Tamaño máximo de árido	100 mm
- Clasificación:	
Gruesos	5-20 mm; 20-50 mm; 50-100 mm
Arenas	0,08-1,25 mm; 1,25-5 mm (separación por hidrociclón)

Se ha elegido como conglomerante un cemento de los definidos como tipo V-35 (RC 88), que incorpora cenizas en proporción

these conduits. Downstream of these the conduits continue until their exit to the atmosphere.

The discharge capacity of each one of them goes from 38 m³/s for M.N.E.A. to 15 m³/s for the lamina of water levelled up to the axis of the outlets (364,25).

The inlets are protected by the corresponding screens or trashracks and are fitted with guides in order to facilitate, where appropriate, the placing of cofferdams.

The Bureau type valves have their structure of steel and the leaf is a thick plate of 0,12 m of minimum thickness with its lower edge hydrodynamically profiled. The seals are of stainless steel and bronze.

6. CONSTRUCTION

At the date of drawing up this report, the access roads to the job (on both banks) have been constructed and the investigation of the available aggregates in the proximities of the job has been pressed on with. In consequence, the installations of washing and classification of aggregates, their refrigeration and subsequent batching have been designed.

The basic hypotheses used for this have been:

- Maximum size of aggregate	100 mm
- Classification:	
Coarse	5-20 mm; 20-50 mm; 50-100 mm
Sands	0,08-1,25 mm; 1,25-5 mm (separation by hydrocyclone)

As a binder, a cement of the type defined as type V-35 (RC 88), has been chosen, which incorporates flyash in the propor-

de $37 \pm 1\%$ del peso de clinker, con un calor de hidratación de unas 58 cal/gr y que, con dosificación de 170 kg/cm^3 , asegura la resistencia prevista de 150 kg/cm^2 a los 90 días.

Dadas las altas temperaturas en la zona y la prevista organización del trabajo (supresión de la junta longitudinal y tongadas de 2,50 m de espesor), se ha estimado necesario proceder a la refrigeración de los áridos gruesos y el amasado con agua fría, de forma que se consiga en el hormigón fresco una temperatura de 10°C y, curando con agua fría, se limite el incremento de temperatura de fraguado a 15°C (temperatura total $10 + 15 = 25^\circ\text{C}$).

El hormigón se amasa en una planta con capacidad nominal de $160 \text{ m}^3/\text{h}$ (2 hormigoneras) y se coloca en obra mediante "creter-crane ROTEC" de $120 \text{ m}^3/\text{h}$ y grúa-torre para cazo de 4 m^3 y alcance de 51,7 m.



PRESA EN CONSTRUCCION

DAM ON CONSTRUCTION

tion of $37 \pm 1\%$ of the weight of clinker, with an hydration heat of some 58 cal/gr and which with a dosification of 170 kg/m^3 assures the designed strength of 150 kg/cm^2 at 90 days.

Given the high temperatures in the zone and the organization of the work foreseen (absence of longitudinal joint and layers of placed concrete of 2,50 m in thickness), it has been considered necessary to refrigerate the coarse aggregates and the use of cold water for batching, in such a way that in the fresh concrete a temperature of 10°C is obtained and, curing with cold water, the increase in setting temperature is limited to 15° (total temperature $10 + 15 = 25^\circ\text{C}$).

The concrete is batched in a plant with a nominal capacity of $160 \text{ m}^3/\text{h}$ (two concrete mixers) and is placed on the job by way of a "creter crane ROTEC" of $120 \text{ m}^3/\text{h}$ capacity and a tower crane for 4 m^3 buckets or skips with a range of 51.7 m.

El camino de rodadura de la grúa-torre discurre sobre la coronación (22 m de anchura) del dique (núcleo de arcilla) de la ataguía. El canal de desvío atraviesa el dique bajo una losa de 15 m de luz y desaguará, según la fase de la construcción, a través de un bloque de la propia presa hasta el montaje de los desagües de fondo. La capacidad de almacenamiento en la ataguía es de 500.000 m^3 .



EXCAVACION DE CIMIENTOS

EXCAVATION OF THE FOUNDATION

La excavación realizada hasta la fecha para el cimiento ha confirmado, en general, las previsiones del proyecto.

Dada la marcha de los trabajos, está previsto iniciar el hormigonado antes del 1 de Agosto de 1.991, y finalizar en Diciembre de 1.992.

The excavation carried out up to the present for the foundation has confirmed, in general, the forecasts of the project.

Given the progress of the works, it is foreseen that concreting will start before the 1st of August of 1991, and be completed by December of 1992.



ATAGUIA Y DESVIO DEL RIO

COFFERDAM AND RIVER DIVERSION

7. OBRAS ACCESORIAS Y COMPLEMENTARIAS

Con independencia económica y administrativa de las obra descritas, está en estudio la realización de las correspondientes a:

- Toma para central hidroeléctrica. Lo que permitirá el turbinado de los caudales ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) trasvasados hacia el río Pizarroso, entre las cotas de explotación 389,05 ($43,8 \text{ hm}^3$), y 370 ($4,6 \text{ hm}^3$), pero teniendo en cuenta que sería turbinable, prácticamente, la totalidad de la aportación media, salvo la evaporación y otros consumos propios. Resultaría, por tanto, una producción media interanual ($Q_m = 60 \text{ hm}^3/\text{año}$; $h_m = 25$) de $E = 3,0 \text{ Gwh/año}$.
- Toma para abastecimientos. Se prevé la colocación de sendos conductos de $\phi 500 \text{ mm}$ en una y otra margen a fin de poder suministrar pequeños caudales a posibles usos recreativos o mantenimiento de caudales ecológicos, o, conservación de servidumbres de regadíos ya establecidos.
- Otras obras tales como, enlaces con caminos de servicio hasta las presas próximas de Cubilar y azud de Ruecas, instalación de emisoras, delimitación de los terrenos expropiados y cerramiento de instalaciones, restauración forestal, etc.

7. ACCESSORY AND COMPLEMENTARY WORKS

With economic and administrative independence of the works described, there is also under study the execution of those corresponding to :

- *Intake for hydroelectric power station. Which will permit the turbinning of the flows ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) diverted towards the river Pizarroso, between the exploitation levels 389,05 ($43,8 \text{ hm}^3$), and 370 (4.6 hm^3), but taking into account that practically the whole of the mean inflow would be usable in the turbines, except for losses by evaporation and other possible uses. There would result, therefore, a mean interannual production ($Q_m = 60 \text{ hm}^3/\text{year}$; $h_m = 25$) $E = 3,0 \text{ Gwh/year}$.*
- *Intake for water supplies. The installation of conduits of $\phi 500 \text{ mm}$ in diameter is planned on one and the other margins with the aim of being able to supply small volumes of water for possible recreational uses or the maintaining of ecological flows or maintaining irrigation concessions already established.*
- *Other works, such as connections with service roads to the dams close to Cubilar and the Ruecas diversion dam, installation of broadcasting stations, delimitation of expropriated lands and closure of installations, forestry restoration, etc.*