

500

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS  
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

---

# DISCURSO

LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN

POR EL

EXCMO. SR. D. FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO  
DE LA CUESTA

Y

# CONTESTACIÓN

DEL

EXCMO. SR. D. ALFONSO PEÑA BOEUF

EL DÍA 26 DE MARZO DE 1958



DOMICILIO DE LA CORPORACIÓN:

VALVERDE, 22, MADRID

Teléfono 21 25 29

1958

DISPOSICIÓN

DE LA COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

MADRID, 1958



DEPÓSITO LEGAL--M-1946--1958

---

S. AGUIRRE TORRE. - CALLE DEL GENERAL ÁLVAREZ DE CASTRO, 38. - TELÉF. 23 03 66. - MADRID

DISCURSO

DEL EXCELENTÍSIMO SEÑOR

D. FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO  
DE LA CUESTA

## EVOLUCIÓN DEL RELIEVE PENINSULAR EN RELACIÓN CON LAS OBRAS HIDRÁULICAS

SEÑORES ACADÉMICOS:

Es difícil expresar el estado emocional en que me presento ante esta docta corporación, por el honor que me habéis concedido al llamarme a convivir entre vosotros y a compartir vuestras tareas científicas, pues no creí poder alcanzar tal galardón, dados mis escasos merecimientos.

Miembros de esta Real Academia de Ciencias han sido los que en mi juventud, ya preocupado por los estudios fisiográficos y geológicos, los que juzgaron con benevolencia trabajos míos presentados a concursos de premios de esta corporación, y andando el tiempo y ocupando ya un puesto docente en la Universidad, contribuyeron estos queridos y admirados amigos con su ejemplo y estímulo a que prosiguiese la labor emprendida.

A todos estoy muy profundamente agradecido.

Al leer este discurso reviven en mí los detalles del acto, ya lejano, en que mi padre y maestro leyó el suyo con motivo de su ingreso en esta docta casa. ¡Qué lejos estaba entonces de mi mente que pudiera ser yo protagonista de un acto semejante!

Aquel hecho grato fué festejado con satisfacción y alegría por los que colaboraban con él en sus tareas de investigación y por los que seguían sus enseñanzas en el campo de la Geología, estudios que hacía poco y por su impulso habían adquirido, en el ambiente universitario y de investigación, notorio desarrollo.

A lo largo de muchos años, juntos hemos recorrido y estudiado estas tierras tan queridas y admiradas de España, y desde hace ya mucho tiempo, conjuntamente con otros naturalistas, he recibido sus enseñanzas, orientaciones y consejos, llegando así a ser colaborador vinculado a su personalidad científica.

El supo investigar y enseñar y además crear escuela, pues fueron muchos sus discípulos, y yo, entre ellos y como todos, ilusionado con la especialidad elegida.

He continuado su labor en tierras hispanas y africanas vinculadas a España, con frecuencia en compañía de colegas y alumnos, habiendo sido también compañeros de andanzas en gratas jornadas a través de altas y quebradas cumbres viejo amigos montañeros de "Peñalara", interesados siempre por las cuestiones científicas y que, cómo no, hoy también están aquí, siéndome muy grata su presencia, pues traen añoranzas de la juventud.

El acto de leer el discurso y ocupar entre vosotros el puesto vacante va siempre acompañado de hondo pesar, pues supone la desaparición de alta personalidad científica. Es ley de vida, pero no por ello menos dolorosa.

Falleció en Madrid el 12 de julio de 1956 quien me precedió en el puesto que he de ocupar, el Excmo. Sr. D. Luis Jesús Fernández de Córdoba y Salabert, Duque de Medinaceli.

Zoólogo y autor de interesantes publicaciones científicas sintió desde joven extraordinario interés por las Ciencias Naturales, siendo especialista distinguido en aves y mamíferos.

Sentía gran afición a la caza, pero no sólo como sencilla actividad deportiva, sino como medio de capturar animales por los que se interesaba al estudiar su género de vida y costumbres, llegando de este modo a crear con las piezas más selectas cobradas, o por las más raras y curiosas, un museo en su palacio de gran variedad y riqueza y de alto interés científico.

Las aves y mamíferos que lo constituyen proceden del Africa oriental inglesa, de las tierras polares, del archipiélago de Francisco José, de la Indica, Birmania, etc., y de diversas regiones peninsulares. De este modo el Duque de Medinaceli no sólo fué un deportista aventajado, sino verdadera personalidad científica que reunió y ordenó en su palacio magníficas obras de taxidermia montadas en real ambiente natural, contribuyendo así de modo muy destacado a los estudios y tareas de la Zoología.

Pero además en sus libros *Expedición Artica de 1910*, *Once años después* y *Notas sobre la cacería en el Africa oriental inglesa*, describe con riguroso y sencillo criterio científico el ambiente natural, poco conocido y extraño, de aquellas lejanas tierras.

En relación con las aves de rapiña, es importante el trabajo que leyó en el acto de su toma de posesión en esta Academia en 1927, titulado *Aves de rapiña y cetrería*, el titulado *Aves de rapiña y de caza*, discurso leído en la inauguración del curso 1944-45 de esta Academia y el dedicado a *Las águilas y su empleo en la cetrería*. Anterior es el discurso leído en la sesión inaugural del curso de 1941, también de la Real Academia de Ciencias, en el que trata de *El elefante en la Ciencia, la Mitología, la Tradición y la Historia*, trabajo en el que se desarrolla el género de vida de este so- ciable animal, el mayor de los mamíferos terrestres actuales.

Medinaceli se hizo distinguido naturalista por su constante interés y contemplación de la Naturaleza, que tuvo ocasión

de admirar y estudiar en ambientes tan magníficos y extraños como el de los abiertos y grandiosos paisajes polares, los misteriosos y sombríos de las selvas tropicales y ecuatoriales y los quebrados y luminosos de nuestras serranías.

Fué, pues, el Duque espíritu selecto, lleno de curiosidad por los seres y por su ambiente natural que luego supo perpetuar en lo posible en su magnífico, variado y rico museo. Como cazador es natural se interesase de modo especial por el arte de la cetrería, habiendo empleado el buho para la captura de diversas aves, con fines científicos, consiguiendo de este modo muy importantes resultados al capturar especies no bien conocidas o desconocidas científicamente dentro de la rica ornitología peninsular.

Las rudas tareas cinegéticas, no exentas de peligro y llenas siempre de peripecias e incomodidades, fueron en otros días reemplazadas por tranquila y docta labor en su despacho. Tradujo así las fábulas de Le Brunn y las de Florián, lujosamente editadas, bien ilustradas y magníficamente encuadradas, regalo muy estimado de sus amistades.

Ocupó el Duque de Medinaceli el cargo de Secretario de la sección de Ciencias Naturales de esta Real Academia de Ciencias, cometido que dados sus conocimientos como naturalista desarrolló con pericia y docta constancia, lo que no es de extrañar, pues su espíritu de hombre de ciencia encontraba gozo en ello al ser para el Duque grata tal labor. Su espíritu observador, educado en la contemplación y en el análisis de la Naturaleza, era en él rasgo atávico y heredado de sus muy lejanos antepasados, pues Medinaceli descendía de D. Fernando de la Cerda, hijo del Rey Sabio.

Tal fué en sus grandes rasgos en relación con sus actividades científicas y con las tareas desarrolladas en esta Real Academia de Ciencias la personalidad del Duque de Medinaceli, cuyo sillón vengo, por los azares de la vida y por vuestra benevolencia, a ocupar.

Descanse en paz tan gran figura aristocrática y tan distinguido y entusiasta naturalista.

Elemento fundamental del paisaje es el roquedo, pues al ser atacado por el complejo proceso erosivo, adquiere relieves de detalle de extraordinaria variedad. Pero a estas sencillas formas se imponen las elementales y grandes masas del relieve topográfico, destacando así en el ambiente natural de los campos, las líneas generales del edificio geotectónico y además los detalles que más o menos acusadamente dan carácter a su arquitectura.

El volumen fundamental del relieve terrestre en general es estructural. Sus formas están de acuerdo con la distribución y disposición de los conjuntos rocosos, o sea la geotectónica. Los detalles dependen de la calidad y de cómo se alteran las rocas al ser atacadas por la intemperie y las aguas corrientes. Estos son, pues, exclusivamente erosivos.

Puede darse el caso que los efectos erosivos tengan más valor que los impuestos por las estructuras. Sucede esto muy frecuentemente en los paisajes de ruda climatología y en aquellos en que predomina la aridez, y más si las estructuras geotectónicas son muy complejas y diferentes.

En el proceso erosivo hay destrucción, a veces muy acusada. Hoy el mundo está inquieto, preocupado, porque tal proceso ataca con violencia la tierra vegetal en grandes espacios de la superficie terrestre, especialmente cuando por el clima, la cubierta vegetal, pradera, matorral o bosque, no la cubre y la protege debidamente. De este modo, las tierras son con facilidad arrastradas por las aguas corrientes, desapareciendo en cantidad insospechada el suelo vegetal, la mayor riqueza de la Humanidad.

Tal proceso erosivo es muy intenso en los países de acusadas características de aridez y también donde la deforesta-

ción y los cultivos han roto el equilibrio natural establecido entre vegetación espontánea y suelo vegetal.

Vamos a ocuparnos a continuación en especial de la evolución del relieve peninsular en los últimos tiempos geológicos y de cómo las obras hidráulicas y los regadíos dependen del relieve, llamando la atención una vez más sobre la importancia del arrastre sólido de nuestros ríos y del fenómeno de aterramiento.

### EVOLUCION DEL RELIEVE PENINSULAR EN RELACION CON LAS OBRAS HIDRAULICAS

Me vengo ocupando en estos últimos tiempos del estudio del relieve peninsular y de su evolución a lo largo de los tiempos pliocenos y cuaternarios, teniendo en relación con estas cuestiones casi ultimado un trabajo de cierta extensión.

El presente discurso pudiera ser considerado como prefacio o prólogo del mismo. He desarrollado en él ideas generales sobre estos problemas geomorfológicos, habiendo escogido para ello determinadas regiones o comarcas en las que el relieve ofrece determinadas y peculiares características a veces genuinas en este respecto y típicas dentro del conjunto peninsular.

Se relaciona también en el citado trabajo el relieve actual de nuestros campos con las grandes obras hidráulicas, pues en ellas, al ser levantadas, el hombre no ha hecho más que complementar lo que ya la Naturaleza le ofrece, que en muchos casos es lo fundamental de la obra que se piensa llevar a cabo.

En relación con el relieve y con esta labor nuestro país es muy variado, pues no en todas las regiones y comarcas han actuado los mismos fenómenos y procesos creadores de formas y relieves y de su evolución, permitiendo tal diversidad un

análisis de interés por las enseñanzas y consecuencias que se derivan, y más al estar tales cuestiones tan íntimamente ligadas a las obras hidráulicas que tan gran desarrollo han adquirido en estos últimos tiempos y tan gran diversidad ofrecen en nuestro país.

El relieve de los campos de la Península hispánica en sus grandes líneas es consecuencia de las viejas estructuras geotectónicas, fundamentalmente debidas a la orogenia pirenaicoalpina, influyendo también en él, y a veces de modo acentuado, la distribución y tipo de los complejos rocosos.

ORIGEN DEL RELIEVE PENINSULAR.

Tal relieve, a lo largo de los últimos tiempos geológicos, durante el Plio-Cuaternario, ha evolucionado notoriamente, pues la erosión, en su sentido más amplio y en especial la de las aguas corrientes, ha cincelado las grandes masas montañosas, modificando su aspecto macizo y sencillo mediante detalles, del mismo modo que en un gran edificio, la labra de su cantería y la ornamentación de las fachadas, le prestan su peculiar carácter y le dan el estilo.

En amplios espacios de la Península hispánica este relieve de detalle resalta patentemente y adquiere a veces más interés que el movimiento general de las grandes masas montañosas. Ello es debido a la variada e intensa erosión sufrida por determinados conjuntos litológicos situados en ambientes de acentuada aridez, con rudos contrastes térmicos y con impetuosas y accidentales precipitaciones, o en zonas donde la nivación y la pluviosidad son copiosas. Tal acontece muy especialmente en las comarcas del Sur y Sureste, por tierras levantinas y otros parajes, tan ricos en formas peculiares de relieve, donde el acarvavado y el abarrancamiento alcanzan desarrollo espectacular, como sucede por los campos arcillomargosos de Guadix, Baza y Alhama de Murcia, en las Bardenas Reales o en el laberíntico y corroído Torcal de Ante-

quera y la Ciudad Encantada de Cuenca, de típicos relieves cársticos.

Contrastan con estos relieves de detalle los grandiosos macizos de las cumbres pirenaicas, de los Picos de Europa, de Gredos o Sierra Nevada, los encajados valles en garganta de las vertientes cántabras y levantinas, las formas armoniosas y suaves del Occidente peninsular por campos de Extremadura y Galicia o las planas, pesadas y sencillas en los dominios castellanos.

Al terminar el Terciario cesa la orogenia pirenaico-alpina, que tan profundamente trastornó al conjunto peninsular, dándole la configuración que actualmente ofrece. Se constituyen así sus grandes unidades morfoestructurales, quedando sometidas al proceso erosivo, siendo ya éste el que más o menos acusadamente ha de imprimir en ellas el relieve de detalle, a veces como se ha indicado muy acusado y cuyo rasgo peculiar es la variedad y a veces su desconcertante fisonomía. Tal proceso, que no ha cesado nunca en este período de tiempo, cuando termina el Terciario y comienza el Cuaternario va a actuar en general sobre formas de relieve muy amplias y sencillas, pues tal período se caracteriza por haber terminado el último e intenso proceso geotectónico y ser seguido por largos y repetidos ciclos de erosión que suavizaron y rebajaron las montañas ha poco constituídas, adquiriendo así todo el país la fisonomía que caracteriza a las tierras sometidas a largos procesos de actividad subaérea, con dominio de formas acabadas y con tendencia a veces a relieves estructurales.

Para explicar ciertas particularidades del relieve peninsular hay que hacer resaltar que en el pasado proceso orogénico pirenaico-alpino deben distinguirse dos fundamentales conjuntos de fenómenos que actuando en general de consuno, por el dominio de unos, a lo largo del tiempo, pudieran dife-

UNIDADES MORFO-  
ESTRUCTURALES. EL  
PROCESO EROSIVO.

FENOMENOS OROGÉ-  
NICOS Y EPIROGÉ-  
NICOS.

renciarse dos fases: una previa, preponderantemente orogénica, de muy larga duración, gran complejidad y de intensidad variable según las zonas que fueron afectadas y las diferentes fases que se sucedieron. Su génesis desarrollada en el interior de la corteza terrestre, según esfuerzos y tensiones tangenciales, determinó plegamientos con deformaciones superficiales de la corteza terrestre muy amplias, de gran radio, surgiendo así en el solar hispano los abultados relieves montañosos pirenaico-alpinos en su sentido amplio. La segunda fase, algo posterior en sus principales manifestaciones, fué especialmente epirogénica. Tuvo desarrollo más rápido y su génesis fué más sencilla, pero afectó a grandes conjuntos peninsulares. Estos en sus zonas más antiguas, en especial hacia el Centro y Occidente, quedaron divididos por grandes fracturas en compartimientos diversos al ser así afectados, sufriendo deformaciones en sentido vertical, que en ocasiones y en determinados espacios alcanzaron gran valor, movimientos que han durado en la Península hasta tiempos geológicos muy recientes. Debido a ello ciertos conjuntos de bloques tendieron a elevarse, surgiendo relieves de grandes masas y más o menos acusados, como acontece con el Sistema Central y en especial con Guadarrama y Gredos. Otros conjuntos se rehundieron, dando origen a fosas que en ocasiones alcanzaron gran profundidad, de tal modo que sus fondos quedaron en ocasiones por bajo del nivel de los mares periferos a la Península, fosas que al mismo tiempo que se acusaban iban rellenándose por grandes masas de sedimentos, como ha sucedido con la fosa ibérica y con las de ambas Castillas.

A las elevaciones en masas por procesos epirogénicos es a lo que es debido la gran altitud que hoy ofrecen los Pirineos y Sierra Nevada, deformación esta última posterior, muy reciente, de finales del Terciario. El mismo fenómeno, pero con otras características, afectó a todo el conjunto del Escudo

Hespérico, si bien con valores muy diferentes, debido a lo cual alcanza tan gran altitud media la meseta de Castilla.

Sobre este conjunto de tierras tan plegadas y removidas actuó con energía el proceso erosivo normal que fué esculpiendo los detalles del relieve, sobre las fundamentales formas orográficas, proceso que va a ser tanto más marcado, cuanto más rápida fué la deformación, y que ha sido tan reciente y acusada en ocasiones, que pese a las ingentes masas de derrubios arrastrados y esparcidos por las aguas al sopié de los escarpes y rampas que las limitan, siguen acusándose aún hoy poderosas, con formas amplias y macizas, siendo buen ejemplo la mole de Sierra Nevada, culminación del conjunto hispano.

A los fenómenos orogénicos y epirogénicos, y en especial a estos últimos, tan íntimamente unidos entre sí y que no es posible a veces separar en el tiempo, pues actuaron de consuno, es debida la gran diversidad de aspectos del relieve, tanto en sus grandes formas como en los de detalles, en este caso debido a la labor de la intemperie, de las aguas corrientes y glaciares y al batir de las olas.

En general pudiera decirse respecto a la Península que a lo largo del Terciario y en especial durante el Eoceno y Mioceno se desarrollan las fundamentales fases orogénicas pirenaico-alpinas propiamente dichas. Al finalizar el Mioceno y durante el Plioceno alcanzan gran valor los movimientos epirogénicos, y al terminar tal período y a lo largo del Cuaternario antiguo tienen lugar en especial los retoques del relieve por las acciones subaéreas, erosión normal de las aguas corrientes, de los glaciares, en este caso ejercido en las zonas montañosas de mayor altitud del viento, del mar, procesos que han sido en ocasiones muy enérgicos. Todo ello actuando conjuntamente ha dado lugar a que la Península se ofrezca tal cual hoy la contemplamos, habiendo sido las zonas más modificadas y las que más variedad ofrecen respecto al relieve aquellas que se extienden en el dominio de las deformaciones oro-

génicas o a lo largo de las líneas de contacto o flexiones entre conjuntos de bloques que tendieron a levantarse o a hundirse, pues en tales parajes las variaciones del nivel local de base a lo largo de los cauces ha sido constante, determinando ello la continuidad de los ciclos de erosión.

Si el proceso orogénico pirenaico-alpino y el anterior, mucho más antiguo hercínico, crearon la estructura y las fundamentales características del substrato peninsular y de las alineaciones montañosas, jóvenes en el caso del conjunto pirenaico-alpino, el epirogénico exaltó los relieves cuando ya habían sido sometidos a un intenso proceso de destrucción después de formadas, al elevar tales edificios geotectónicos en masa y a gran altura, relieves que aún se acusaron con más fuerza al producirse las grandes fosas inmediatas a ellos. Tal sucede con la depresión ibérica respecto a los Pirineos y con el estrecho corredor que desde Baza, por Guadix, Granada y Antequera, va jalonado por acentuadas fosas que separan los conjuntos montañosos bético y subbético.

Las zonas de hundimiento de carácter epirogénico alcanzaron en la periferia peninsular a grandes espacios que abismándose en el mar dieron lugar a los óvalos mediterráneos y atlánticos o a las escarpadas y rectilíneas costas cantábricas.

Así, pues, las montañas, las antiplanicies, las depresiones y costas existentes hoy en la Península, así como otras formas de relieve, son en amplios espacios de época reciente, constituyendo los conjuntos fundamentales del edificio peninsular. La erosión al terminar el Plioceno y a lo largo del Cuaternario, de acuerdo con las estructuras y con los materiales litológicos que las integran, va a dar el carácter, el estilo, al acusar sus rasgos geotectónicos y diferenciar la litología.

IMPORTANCIA DEL  
PROCESO EPIROGÉ-  
NICO.

Pero la Península no fué total y uniformemente afectada por los fenómenos tectónicos a lo largo del Terciario de modo uniforme. Amplios espacios, con viejas estructuras orogénicas hercínicas, arrasadas hasta sus más profundas raíces y reducidas al estado de penillanura, sufrieron al ser afectadas por la orogenia pirenaico-alpina deformaciones especiales poco acentuadas, pliegues de fondo de muy gran radio o flexiones localizadas a lo largo de zonas de mínima resistencia, siendo más bien los fenómenos epirogénicos derivados los que desnivelaron y removieron tales países y en especial el Occidente peninsular, situado al Norte del valle bético y al Este del macizo mesozoico portugués. En amplio espacio jugaron los bloques de este viejo cratón paleozoico sedimentario-eruptivo en sentido diverso, lo que está denunciado por el relieve fundamental que caracteriza a tales regiones, a más del debido a la erosión normal que ha venido rejuveneciendo en estos últimos tiempos geológicos más o menos intensamente sus formas sencillas, caducas, arrasadas y desquiciadas. Pueden estar éstas al descubierto o quedar a veces y en amplios espacios ocultas por la cobertera del Terciario continental, especialmente del Vindoboniense, lo que también puede suceder con estructuras influenciadas por el proceso orogénico pirenaico-alpino, más o menos desmanteladas y de sencillas formas o con dominio de la llanura, en las que puede seguirse con facilidad la evolución del relieve en épocas recientes, que es acusadamente policíclico. La cobertera terciaria, poco o nada afectada por la moderna orogenia, ofrece relieves estructurales, con influjo muy marcado de la litología, lo que es peculiar en los dominios de Castilla, en especial en la altiplanicie del Duero y en la depresión ibérica.

Pero donde los ciclos erosivos han actuado con más constancia e intensidad es allí donde la orogenia pirenaico-alpina se desarrolló con más violencia. En estos países montañosos el relieve fundamental es más o menos conforme con las es-

estructuras, dependiendo el de detalle de las acciones erosivas normales, remontantes, epigénicas o impuestas, pues también aquí los fenómenos epirogénicos han hecho variar frecuente y acentuadamente los niveles de base locales, y por ello los resultados del proceso erosivo alcanzan gran amplitud y gran diversidad, siendo el policiclismo el rasgo más acusado.

Ventaja grande para el estudio del proceso de erosión pliocuaternario es que la Península, después de sufrir la orogenia pirenaica alpina, estuvo sometida en grandes espacios a importantes ciclos de arrasamiento, de tal modo que el país en general, como ya se ha dicho, ofrecía sencilla topografía, pues en amplias zonas domina la penillanura postpontiense, labrada en conjuntos sedimentarios terciarios modernos que enrasa y se articula con anteriores penillanuras constituídas sobre formaciones mesozoicas o del Paleozoico inferior.

Los países así arrasados que ocupan con preferencia el centro y Occidente peninsular, en tiempos pliocenos se desquician, se rehunden y basculan, comenzando un nuevo ciclo de erosión que va a actuar con energía modificando relieves relativamente recientes y sencillos, creando otros y, lo que es fundamental, haciendo surgir una nueva red fluvial, la cuaternaria o actual, que a trechos hoy aparece integrada por tramos de la del final del Terciario, lo que sucede especialmente en el Occidente y en el Sureste de la Península.

Estos procesos de erosión pueden seguirse bien al ofrecer los indicados tramos fluviales rasgos propios, lo mismo que los relieves de las viejas tierras del macizo Hespérico, entre cuyas formas caducas avanzan los ríos.

Formas diferentes presenta el marco de orogenia pirenaico-alpina que lo circunda, siendo aquí los relieves más complejos y quebrados. En las fosas externas dominan ya las formas estructurales, planas, en mesa, alcanzando finalmente el relieve gran exaltación con dominio de las grandes altitudes y

DESQUICIAMIENTO  
DE LOS BLOQUES  
CORTICALES EN EL  
OCCIDENTE PEN-  
INSULAR.

fuertes desniveles en los países montañosos marginales, pirenaico-cantábrico y bético, verdaderas cordilleras que son a su vez a este respecto muy diversas entre sí, ofreciendo por ello cada una su peculiar fisonomía.

Vemos, pues, que el relieve actual peninsular está dado en su sentido más amplio por viejas y arrasadas estructuras orogénicas hercínicas, por otras mucho más recientes pirenaico-alpinas, que han evolucionado hacia tipos especiales de formas, según su localización y litología, y por países con dominio del llano, que ocupan las amplias depresiones o los países arrasados en penillanura.

En época reciente ha evolucionado el relieve hacia tipos especiales por rejuvenecimiento de viejas formas debido a la basculación del macizo Hespérico, de ascendencia hercínica, como sucede hacia Occidente, por elevación en masa o hundimiento de grandes conjuntos de compartimientos o bloques, lo que caracteriza muy especialmente a las zonas centrales, especialmente al Sistema Central, y al Noroeste peninsular. En otro caso están los países por desplome hacia el Cantábrico y el Mediterráneo o la formación del Mar de Alborán, lo que sucede con el litoral del Norte, con el de Levante o con el país mediterráneo meridional.

Así, pues, cada país en relación con el relieve ofrece rasgos peculiares que se han alcanzado en estos últimos tiempos. Pero no es posible que analicemos ahora tan variado y complejo conjunto, pero sí dar en relación con tal evolución en época geológica reciente algunos ejemplos y en ciertos casos ver cómo el hombre ha aprovechado determinadas características del país para alzar presas y crear embalses o modificar las características del ambiente natural mediante extensos y ricos regadíos.

EL RELIEVE DE LAS HESPÉRIDAS E HISPÁNIDAS  
EN LOS DOMINIOS HERCÍNICOS DE OCCIDENTE.

En los dominios del Paleozoico del Occidente peninsular, la orogenia hercínica muy desmantelada muestra estructura de tipo apalachano a veces sumamente regular. Seguidas cresterías de cuarcitas del Ordoviciense van denominando a amplias vallonadas pizarrosas de la misma edad, pero con inversión del relieve primitivo, por cuanto los conjuntos pizarrosos superiores quedan hoy dominados por los cuarcitosos que coronan a las sierras.

A tal estructura se acomoda en tiempos pliocenos la red fluvial principal que con valles amplios y poco encajados se arrumba en grandes espacios de NW. a SE., de acuerdo con las directrices de los fundamentales plegamientos, perdiéndose por agotamiento en el interior peninsular en un país de acentuados rasgos arreicos.

Por ello y entonces el relieve en este país era poco acentuado y de gran monotonía, pues la cobertera terciaria que descansaba sobre el pizarral paleozoico, a veces potente, rellenaba los valles, no sobresaliendo sino las cresterías cuarcitosas más acusadas, con desniveles que no sobrepasaban como máximo y en general los 250-300 m.

Al bascular el país hacia el Océano al finalizar el Plioceno un nuevo ciclo de erosión normal se inicia. La red fluvial fundamental, salvo accidente de detalle, va a cambiar sus antiguas directrices y va a correr de SE. a NW., con tendencia siempre a escapar de esta directriz impuesta por la geotectónica, cortando a las corridas de cuarcita mediante portillos y amoldándose a las directrices de los antiguos afluentes. Al mismo tiempo, socavándose los valles, especialmente los ocupados por el Terciario, la red se encaja, labor que fué acusada

RELIEVE DE LAS  
HESPÉRIDAS.

a lo largo de los valles principales, de tal modo que el Guadiana se encajó después del Plioceno en este país de escasa pendiente de 110 a 120 m., por lo que los mantos de raña quedaron colgados a tal altura sobre sus aguas.

De este modo, tal relieve, más o menos rejuvenecido, está impuesto por las directrices orogénicas y por la litología al acomodarse los valles a los sinclinales ocupados por el pizarral, y las cresterías quedar formadas por los entrerríos cuarcitosos. Forman éstos en sus principales conjuntos monótona y no muy quebrada serranía, que a veces se acusa algo más al alcanzar hoy los desniveles totales valores de hasta 500 m., serranía orientada de NW. a SE., que es la que da lugar a las Hespéridas de Hernández-Pacheco, Ed., formas de relieve que como se ve tienen muy vieja ascendencia geotectónica, pero que se ha rejuvenecido y acusado en época geológica muy reciente plio-cuaternaria.

RELIEVE DE LAS  
HISPÁNIDAS.

Muy oblicuos a las directrices generales de las Hespéridas existen relieves en escalón muy acusados debido a fracturas más o menos transversales a los arrumbamientos hercínicos de estas zonas de Occidente, fracturas que corren más o menos de WSW. a ENE. Tales relieves también existen más al interior de la Península, alcanzando los resaltes o desniveles debidos a ellos valores de importancia, siendo los que dan la peculiar fisonomía al Sistema Central, pero ofrecen muy peculiar aspecto en la Extremadura central y septentrional. Interrumpen bruscamente y en escalón que cae hacia el Sur a las alineaciones hespéridas, dando origen a accidentes serranos de gran corrida y desnivel, como acontece en los límites septentrionales de la depresión del Guadiana y a lo largo de las Sierras de Montánchez y las Villuercas. Estos accidentes por fractura con salto en general hacia el Sur son las Hispánidas de Hernández-Pacheco, Ed., fracturas que son de ascendencia antigua, al menos post-hercínicas, pero han venido jugando

a lo largo del tiempo y en épocas diferentes y con cierto valor en el Plioceno superior y al comienzo del Cuaternario, de tal manera que las rañas se inician a veces en zonas localizadas en estos frentes de fractura, siendo en cierto modo aquellos depósitos el resultado final del proceso erosivo que se localizó a lo largo de tales accidentes geotectónicos.

Así, Hespéridas e Hispánidas dan origen al finalizar el Plioceno y al comienzo del Cuaternario a relieves serranos peculiares y típicos de amplias zonas peninsulares, pero especialmente del Occidente y de modo muy marcado en Sierra Morena, Montes de Toledo y Extremadura central y septentrional.

Los portillos a que nos referimos en muchos casos aparecen colgados a 150-200 m. de altura sobre los cauces actuales interrumpiendo las alineaciones serranas cuarcitasas de las Hespéridas, apreciándose con frecuencia que varios pueden quedar alineados en la citada dirección de NE. a SW., indicándonos ello que son jalones que van marcando los cauces fluviales de una red hoy desaparecida que corría a más alto nivel y que al evolucionar se encajó y cambió sus trazas, dando origen a la red actual, que por erosión ha rebajado en general el país y que sólo accidentalmente aprovecha tales pasos, como sucede con el Guadiana en el Portillo de Cijara.

SIGNIFICACIÓN DE  
LOS PORTILLOS DE  
LAS ALINEACIONES  
DE LAS HESPÉRIDAS.

La evolución del país en estos últimos tiempos geológicos, por la acción erosiva fundamentalmente de los ríos, hace que ofrezca muy buenas características fisiográficas y geotectónicas para la construcción de altas presas que den lugar a grandes embalses y especialmente para la implantación de extensos y ricos regadíos en territorios inmediatos de muy evolucionado y sencillo relieve.

APROVECHAMIENTO  
HIDRÁULICO Y RE-  
GADÍOS EN LOS RE-  
LIEVES DEL OCCI-  
DENTE PENINSULAR.

El mejor ejemplo nos lo da el Portillo de Cijara en el valle del Guadiana, donde el encajamiento es tan pronunciado y las características geotectónicas tan adecuadas, que reúne

las condiciones precisas para haber podido levantar una gran presa que al reembalsar las aguas del río determina en su ancho y poco pendiente valle un grandioso hiperembalse. Tal obra regulariza totalmente el régimen muy irregular del río. Asuso de este lugar existe otro pronunciado estrecho, el de Puerto Peña, que cuando se cierre con otra gran presa complementará al embalse de Cijara. Finalmente, en Orellana la Vieja también el valle ofrece condiciones para cerrarlo con otra presa que dará origen a un tercer embalse también de importancia.

Así, pues, algo más de 3.000 millones de metros cúbicos de agua embalsada permitirá el desarrollo de los grandes regadíos en los llanos del Guadiana de la Extremadura central, una de las revoluciones más ambiciosas del ambiente natural y del agro de los campos peninsulares, ya en pleno y fructífero desarrollo. Tal transformación estará favorecida con los 60.220 k.-h. que se obtendrán en los saltos establecidos a pie de presa.

En este caso la regularización del Guadiana, de algunos de sus afluentes y la creación de los citados embalses es empresa lógica y natural, pues todas las características fisiográficas y geológicas son favorables a tan grandiosa empresa por estrechez en los portillos, estructura geotectónica adecuada para seguridad de la obra y de la impermeabilidad del terreno y por la amplitud y escasa pendiente del valle, lo que permite crear amplios embalses reguladores. Por otra parte, la no existencia de grandes intereses creados por lo despoblado del país y por el no gran valor de las tierras han contribuído poderosamente a su ejecución y que a expensas de ella puedan establecerse los riegos del Guadiana, que como se ha indicado es una de las revoluciones agrarias más ambiciosas y de más claro porvenir.

También los riegos se han establecido en comarcas en las que la Naturaleza ofrecía las mejores características para ello

por dominar la llanura y la penillanura, por la calidad de las tierras y por su clima, únicamente deficitario de lluvia en el seco, largo y ardoroso verano.

Las características geológicas, y muy especialmente el relieve, han hecho, pues, tal proyecto lógico, fácil y eficiente.

#### REJUVENECIMIENTO DEL RELIEVE EN LA PENILLANURA DE OCCIDENTE.

Se caracterizan las zonas occidentales de la Península, desde los campos de Zamora, por tierras de Salamanca y Extremadura, muy especialmente en los dominios del pizarral paleozoico cámbrico-silúrico y de los berrocales graníticos, por el gran desarrollo y la uniformidad de la penillanura postpontiense, que ofrece en ocasiones extraordinaria regularidad.

En grandes espacios, allí donde las alineaciones residuales de las Hespéridas la recorren, aparece cubierta por la raña, siendo indicios tales depósitos de un reajuste final de la estructura del país al removerse determinados compartimientos aislados entre sí por fracturas, lo que modificó el relieve, determinando ello la evolución de la red fluvial que durante el Cuaternario va a acomodarse a otras directrices. Tal hecho fué debido en especial a la basculación de estas regiones hacia el Atlántico.

Al acomodarse la red fluvial a tales fenómenos epirogénicos de remoción de bloques y movimientos de basculación hacia el Oeste, los ríos iniciaron un nuevo ciclo de erosión, tanto por acción erosiva remontante procedente de Occidente como mediante el proceso epigénico, determinando ello un acentuado encajamiento de toda la red en la vieja penillanura que domina hoy con su arrasada superficie desde 150-160 m. a los cauces del Duero y Esla; desde unos 120 m. al del Ague-

REJUVENECIMIENTO  
DE LA PENILLANU-  
RA POST-PONTIENSE  
PENINSULAR.

da; desde 160 m. a los del Tajo y Alagón, y desde 175 m. al cauce del Salor, afluente del Tajo por su margen izquierda, y que recorre una de las zonas más extensas y uniformes de la citada penillanura pizarrosa en tierras de Cáceres.

Todos estos ríos, pues, avanzan encajados en zanja, con uniforme y escasa pendiente, ofreciendo los perfiles longitudinales de sus valles inclinaciones que no sobrepasan el 3-4 por 1.000, pues se trata de una red vieja muy evolucionada.

De este modo, la sencilla y uniforme penillanura, debido al conjunto de fenómenos indicado, desarrollados a lo largo del Plioceno final y del Cuaternario, aparece hoy hendida por profundas zanjas en cuyo fondo avanza el río, que antes corría en amplios y pandos valles a nivel casi del extenso y llano país; ríos que se perdían al avanzar hacia el interior peninsular en la llanura que se dilataba y se hacía más y más uniforme hacia el Este, en los dominios del Escudo Hespérico.

APROVECHAMIENTO  
HIDRÁULICO DE LA  
FLEXIÓN OCCIDENTAL.

Un país de este modo rejuvenecido respecto a su relieve en estos últimos tiempos geológicos se presta para el aprovechamiento hidroeléctrico de sus ríos caudales, y más al ser adecuadas para ello las características geotectónicas del terreno, en los tramos relacionados con el establecimiento de las presas, embalses y centrales, en donde se obtiene uno de los fundamentos caudales de energía en nuestro país.

Tal es lo que ha sucedido con el Esla y el Duero y lo que ya se ha iniciado en relación con el Tajo.

#### EVOLUCIÓN Y TIPO DE RELIEVE DEL NOROESTE PENINSULAR.

Más allá de la altiplanicie de Castilla, en el Noroeste peninsular, en la zona más antigua del Escudo Hespérico, destaca el gran macizo de Galicia. Queda el país formado por amplia zona cratonizada, en la que dominan destacadamente las

rocas granudas eruptivas acompañadas por materiales sedimentarios de la base del Paleozoico que han sufrido acentuada metamorfización. Tales conjuntos se diferencian bien en sus costas, donde el Océano se insinúa y avanza adentrándose en ellas, dando así origen al magnífico y grandioso paisaje de las rías.

Galicia da origen en general a una vieja penillanura que en tiempos recientes, al finalizar el Terciario, se ha fracturado en bloques diversos, y al mismo tiempo que el conjunto occidental de la Península, bascula y se inclina hacia el Oeste. Debido a ello, la red fluvial que recorre el país, que es de gran caudal, ha desarrollado ingente labor erosiva rejuveneciendo a la desquiciada y vieja penillanura de modo variado, según las zonas que se consideren.

Por ello, el relieve ha evolucionado policíclicamente, no existiendo menos de tres ahondamientos sucesivos en la génesis general erosiva de esta red, antes de haber alcanzado el relativo perfil de equilibrio de los tiempos actuales en la generalidad de sus valles, lo que se aprecia con claridad al observar sus perfiles transversales, especialmente en los principales que corren hacia el Atlántico, profundamente encajados en el terreno; ríos que al alcanzar el país litoral y debido al movimiento antes indicado de basculación han sido invadidos por el mar en sus valles bajos, lo que determinó la formación de las rías, cuya manifestación más genuina son las Rías Bajas, que se abren hacia el Atlántico.

La subdivisión y desarticulación del país, según bloques corticales diversos que se removieron en la vertical, hizo que la extensa penillanura primitiva perdiera sus características de uniformidad y rigidez. Por tanto, la red fluvial a lo largo de sus valles evolucionó de modo muy diferente, según que el espacio sobre el cual corría tuviera tendencia a elevarse, a

VIEJA PENILLANURA DE GALICIA. SU RELIEVE POLICÍCLICO.

CARACTERÍSTICAS DE LA RED FLUVIAL DE GALICIA. SUS ANOMALÍAS.

rehundirse o a quedar estabilizado. Por ello, a lo largo de un río de cierta importancia y longitud la fisonomía del valle es tan diversa, pues ha tenido que amoldarse a un conjunto de fenómenos que han variado en el tiempo y en el espacio. Tal hecho es tan acusado cuando se examina en conjunto el país gallego, como patente cuando se trata de casos particulares.

En general, el relieve y la red fluvial se acomodan a dos fundamentales directrices; una arrumbada sensiblemente de S. a N., otra más notoria que se orienta de NE. a SW., direcciones que se amoldan a las corridas de las principales fracturas que van jalonadas por manantiales minero-medicinales, a veces termales y por focos sísmicos locales de cierta actividad, fracturas que individualizan a bloques diversos.

En este país, que alcanzó el estado de penillanura al finalizar el Terciario, ya avanzados los tiempos miocenos, el movimiento de bloques corticales, una vez desarticulado el conjunto, ha sido acusado a lo largo del Plioceno y en el Cuaternario antiguo. El reajuste no se ha alcanzado aún, lo que está denunciado por la gran sismicidad local de Galicia. Verdaderos pilares quedaron en alto o se elevaron, como acontece con los macizos granítico-paleozoicos de Peña Trevinca y Sierra de Queija, que resaltan a gran altura dominando el país rehundido a su alrededor. Otros conjuntos de bloques descendieron acentuadamente, originándose así verdaderas depresiones, pequeñas fosas como la de El Bierzo en los límites de Orense con León o las más reducidas alineadas a lo largo del Sil, destacando la de El Barco de Valdeorras, la de Quiroga, y ya fuera del valle y no tan acusada, pero sí extensa y ocupada como aquéllas por sedimentos terciarios, la de Monforte de Lemos.

La desconcertante anomalía aparente, a veces muy acusada, de las trayectorias seguidas por los ríos, se explica por la existencia de estas líneas de mínima resistencia, siendo caso muy particular la que se acusa en la cuenca media del Sil,

zona donde recibe importantes afluentes. Aun analizando un mapa de no gran escala, las relaciones existentes entre el valle del Sil y el relieve del país directamente relacionado con el río, tales anomalías son muy acusadas y pronto se echan de ver.

Lógicamente el Sil, antes de alcanzar los parajes de Quiroga, cuando el río corría a más alto nivel, debió dirigirse hacia la llanura de Monforte, pero su cauce se encajó más y más a medida que los bloques corticales comenzaron a moverse, fenómeno que el río compensó con su enérgica acción erosiva epigénica, de tal modo que hoy el Sil corre profundamente encajado al cruzar el bloque de Castro Caldelas a más de 650 m. por bajo del borde alto meridional de la arrasada y rehundida comarca de Monforte de Lemos, que alcanza en sus zonas centrales altitud de unos 380 m., siendo inexplicable, cuando tales países se contemplan desde el Oeste, cómo el Sil se apartó de los llanos de Monforte y se encajó tan angosta y profundamente en garganta entre rocas graníticas y gneisicas de gran dureza del macizo de Castro Caldelas, gargantas que son sin duda las más grandiosas de todo el Noroeste peninsular.

Ello ha permitido levantar en una pronunciada angostura la alta presa de San Esteban, lo que ha determinado a lo largo del valle del Sil, de no gran pendiente, un importante embalse. El salto así originado en este tramo epigénico del río es uno de los principales de España, indicándonos ello cómo esta red tan anormal se presta, como viene sucediendo, para un magnífico aprovechamiento hidroeléctrico.

Corre el Bibey, principal afluente del Sil por su margen izquierda, casi de S. a N., fuera de su zona de cabecera, acomodándose a una gran fractura que separa el macizo de la Sierra de Queija del de Peña Trevinca, descendiendo de modo gradual y sin acusadas rupturas de pendiente desde Porto, si-

RELIEVE DEL VALLE  
DEL BIBEY. SU SIG-  
NIFICACIÓN.

tuado hacia los 1.200 m. de altitud, hasta alcanzar el Sil, confluencia situada a los 255 m. de altitud.

Es el Bibey colector general de amplia zona situada entre montañas, que muy arrasadas ofrecen plana superficie de cumbrés a altitudes comprendidas entre los 1.700 y los 2.000 m.

El río con frecuencia sufre locales y acentuados cambios de dirección que dan lugar a cerrados meandros encajados, resultado de una evolución erosiva epigénica al encajarse el río en la fracturada y desquiciada penillanura que va dominando al fondo del valle desde los 280-300 m. de altura.

Salva, pues, el río un verdadero accidente, un pronunciado desnivel, al salir del país que he denominado de valles, excavado en la penillanura baja, y alcanzar las zonas sometidas hoy a la intensa acción erosiva remontante de la penillanura situada a mayor altitud, lo que se acusa bien en el perfil longitudinal del río. Más hacia la cabecera el Bibey es ya un verdadero torrente de montaña.

En la mayor parte de su recorrido ha conseguido en general el Bibey un perfil longitudinal uniforme, debido a largo ciclo de acción erosiva remontante, destacando en su vallónada el resalte que separa dos fundamentales zonas, la inferior, modificada ya por largo período de erosión al rejuvenecerse la penillanura baja, y la superior, que ahora comienza a ser alcanzada por el avance de la acción erosiva remontante, fenómeno debido al reajuste que ha sufrido el país al moverse positivamente los bloques hacia su cabecera y rehundirse otros en las zonas del valle bajo.

El retroceso del umbral de erosión que separa ambas zonas del valle del Bibey ha sido muy acentuado, puesto que queda localizado en la actualidad por encima del nivel de la penillanura baja.

Como seguidamente el río alcanza el país montañoso, no existe hacia su cabecera tramo relativamente llano, como a veces sucede con otros ríos en Galicia al desarrollarse sus va-

lles en la zona ocupada por la penillanura superior, pudiendo servir de ejemplo el valle del río Jares.

En general el perfil del río Jares es mucho más quebrado que el del Bibey y más variado su valle en relación con las características de sus diferentes tramos.

SIGNIFICACIÓN DEL  
RELIEVE DEL VALLE  
DEL JARES.

Asuso de la confluencia de ambos en un trayecto de unos cinco kilómetros el perfil longitudinal es bastante suave, con pendiente media de un 11 por 1.000, hasta que alcanzados los 540 m. se destaca un gran accidente en escalón, que ocupa poco más de dos kilómetros de longitud. En él puede decirse que el río se despeña, pues desciende unos 220 m., dando origen a un verdadero torrente profundo y angostamente encajado, trayecto donde la pendiente media sobrepasa los 110 m. por 1.000, zona donde queda retenida la acción erosiva remontante de un ciclo de erosión reciente.

Después de este verdadero umbral, debido en parte a una gran fractura y a brusco cambio de la resistencia de los materiales graníticos, y alcanzada la altitud de 760 m., el Jares vuelve a correr plácidamente, con pendiente poco superior al 12,5 por 1.000, hasta la altitud de 980 m. en las cercanías de la aldea de Jares, donde ya se inicia el tramo torrencial de cabecera.

La última zona donde el río corre con escasa pendiente está formada por la penillanura alta, que no ha sido alcanzada aún por el último ciclo erosivo mediante la acción erosiva remontante.

El Jares ofrece, pues, dos tramos en su valle medio de modalidad muy diferente; uno inferior muy evolucionado y encajado en la penillanura baja; otro superior, de sencillo y muy acabado relieve, en donde el valle se desarrolla ampliamente y poco encajado, corriendo casi a nivel de la penillanura alta. Ambos tramos quedan separados por el gran umbral existente ayuso Alberguería, donde el río se despeña

torrencialmente, accidente que no es más que el paraje alcanzado en la actualidad por el avance de la acción erosiva remontante.

Quien recorre Galicia siguiendo los valles principales, a lo largo de las líneas férreas y carreteras más importantes, no tiene idea de cuál es el relieve de esta interesante región peninsular, pues en este país formado por bloques corticales los que más se hundieron determinaron las grandes depresiones, en las que los valles pierden pendiente y se ensanchan; los bloques que se levantaron originaron determinados macizos montañosos, cuya zona de cumbres es extensa y muy aplanaada. El resto del territorio, perdida su uniformidad al no quedar estables sus diversos compartimientos, ha dado origen a un país de características muy variadas e intermedias a las del más inferior, que denominamos país de valles y al que da origen a los planos campos cumbreños o penillanura de cumbres.

En el país intermedio, la penillanura da origen a dos fundamentales niveles: el de la penillanura baja y el de la penillanura alta, debido a que grandes fracturas han dividido su primitivo y único nivel en zonas situadas a altitudes diferentes.

Todos estos diversos países son el resultado de una evolución compleja, que ha afectado a la primitiva penillanura, muy uniforme y extensa, resultando de ello la quebrada y la beríntica región gallega.

Las fundamentales características que ofrecen los principales ríos de Galicia para su industrialización hidroeléctrica hace que puedan agruparse los siguientes conjuntos: Ríos que van encajados en profundas gargantas, con perfiles longitudinales muy suaves, presentando con relativa frecuencia sus vallonadas estrechas relativamente acusadas. Tal es el caso del Sil en el tramo comprendido entre Quiroga y su con-

fluencia con el Cabe, zona donde se ha levantado la gran presa de San Esteban, que determina un gran embalse. Características semejantes serán las del salto que ha de originar la gran presa de Bao en el Bibey. El salto del Miño en proyecto, que inundará Puerto Marín, es también de este tipo.

Otro conjunto forman los ríos afluentes a la red principal, que quedan divididos en dos tramos, no teniendo en cuenta el de cabecera, ambos de escasa pendiente. Uno inferior, muy encajado en la penillanura baja por haber sufrido un proceso de erosión largo e intenso; otro superior, poco encajado en la penillanura superior por no haber sido aún alcanzada por la acción erosiva remontante del último ciclo erosivo. Ambos tramos quedan separados por un gran accidente en escalón, donde el río salva un desnivel muy considerable.

El aprovechamiento hidroeléctrico en este caso es excelente, pues el salto existente por el accidente natural se une al originado por la construcción de la presa que se levanta en la zona alta del escalón. Al mismo tiempo, el embalse situado en la penillanura superior alcanza considerable cabida, pues las aguas del río ocupan amplio valle de no gran pendiente.

Buen ejemplo es la zona del río Jares, aprovechada hidroeléctricamente por la gran presa de Alberguería o Prada.

De tipo semejante es el tramo fluvial del Bibey aguas arriba de Viana del Bollo, donde se levantará la presa de San Lorenzo.

Otro conjunto forman los ríos generalmente subafluentes, cuyas zonas de cabecera ocupan muy amplio desarrollo en la penillanura alta, no la de cumbre, siendo por ello sus valles no muy pendientes ni acentuadamente encajados. Tal zona alta queda separada de la cuenca del río hacia el cual fluyen, ya muy evolucionada y con tramos muy encajados en la penillanura inferior por bruscos y muy fuertes desniveles. Buen ejemplo nos lo ofrece el río Návea, en cuya zona alta se ha

levantado la presa de Chandreja, que regulariza su caudal, quedando ayuso el gran salto de Puente Nuevo.

Finalmente está el caso de las altas cuencas fluviales, que se desarrollan en zonas especiales sobre la penillanura de cumbres de las arrasadas comarcas montañosas situadas ya a gran altitud y donde la acción glaciaria cuaternaria imprimió muy peculiar carácter a su relieve. Estas altas cuencas fluviales quedan materialmente colgadas sobre el país seguido por la fundamental red fluvial, pudiendo por ello ser asiento de aprovechamientos hidroeléctricos de interés y de muy especiales características.

Tal es el caso del alto Cenza, que se origina en las navas y replanos situados por encima de los 1.100 m., en las laderas orientales de la Sierra de Queija, zona que en gran parte podrá ser embalsada y dar así lugar a salto de gran desnivel, con caudales estacionales muy estimables apropiados para las épocas de más acusados estiajes.

Aprovechamiento semejante, pero más complejo y amplio, es el del alto Tera, en las montañas de Peña Trevinca y Sierra Segundera, fuera ya de Galicia, en la comarca de La Sanabria, pero geográficamente en el mismo ambiente y con características fisiográficas y geológicas semejantes.

Favorece además este buen aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos del NW. peninsular, el gran caudal medio anual de su red fluvial.

#### EVOLUCIÓN Y RELIEVE DE CANTABRIA. VALLE DEL BESAYA.

De gran interés en relación con la evolución del relieve y de su red fluvial es lo acaecido en la orla externa montañosa de la Cantábrica, en sus vertientes septentrionales y hacia sus zonas medias.

Se ha elegido para su análisis el valle del Besaya, pues

de todos los que ocupan la zona media de esta cordillera en su vertiente septentrional es la que ofrece características más típicas y en la que mejor se aprecia su peculiar relieve.

Queda centrada tal cuenca en la comarca denominada La Montaña, que abarca casi la totalidad de la provincia de Santander, o sea la porción oriental de la región cántabro-astúrica.

EL PAÍS DE LA  
MONTAÑA, EN CAN-  
TABRIA. SU VERDA-  
DERO CARÁCTER Y  
RELIEVE.

Tal denominación de la Montaña es debida a su quebrado y variado relieve, pero en realidad la verdadera zona o comarca montañosa quedaría reducida a una banda centrada en la provincia santanderina que cruza de W. a E. el país, desde las altas tierras de la Liébana hasta alcanzarse las quebradas y más bajas comarcas de Vizcaya.

Al Norte quedaría el país bajo litoral o la Marina; al Sur un conjunto de comarcas con características de tránsito entre el país francamente cantábrico y el situado hacia el Sur, en los dominios ya de la Meseta, o sea la porción septentrional de la altiplanicie del Duero, donde ya el relieve es mucho menos movido, mas de grandes masas y en cierto modo estructural; cruza el Ebro tales zonas encajado en profundas y tortuosas gargantas epigénicas, separando así relieves arrasados que quedan hacia el S., que dominan su valle y que aún no han sido alcanzados por el ciclo erosivo remontante de la actual red fluvial, y los situados al N., con relieve ya típicamente cantábrico y de génesis distinta y muy reciente.

La banda central, la representativa de La Montaña, ofrece en su conjunto relieve muy quebrado, a veces exaltado y en amplias zonas laberíntico, siendo casi exclusivamente debido a la acción erosiva de las aguas corrientes, que descendiendo de las cumbres montañosas cántabras alcanzan el mar después de un recorrido de S. a N. no muy largo, pero sí de gran pendiente, pues hasta alcanzar el país de la Marina no pierden los ríos su característica torrencial.

Se deduce del estudio geomorfológico de estas zonas que

en un principio, ya avanzados los tiempos terciarios, este país, hoy tan quebrado, daba origen a un plano inclinado poco accidentado, sólo dominado por relieves amplios y macizos fraguados en los conjuntos calizos del Carbonífero o del Cretáceo, plano que descendía de modo gradual y suave hasta el Cantábrico desde la línea divisoria de aguas, que no es la actual, pues quedaba mucho más avanzada hacia el N.

Tal descenso, en gran parte, fué impuesto debido al juego de un conjunto de bloques individualizados por fracturas sensiblemente paralelas, longitudinales y transversales, muy desiguales en sus corridas, que a manera de gradería quedan más bajos, cuanto más se aproximan al Cantábrico.

La red fluvial por evolución normal se fué encajando en el antiguo plano inclinado, formado, como se ha dicho, por diversos bloques removidos, surgiendo así poco a poco un relieve negativo por socavación, creciéndose y acentuándose los desniveles a medida que tal proceso de erosión normal proseguía.

El relieve actual del país montañoso es, pues, debido a intensa vallificación, lo que bien claramente está sentido por el pueblo que en estas comarcas vive, pues denomina a la mayoría de las comarcas que integran al país con el nombre del valle del río que la recorre, como acontece con el “Valle de Cabuérniga”, “Valle de Cieza”, “Valle del Pas, del Ruesga, de Saba, de Pisueña, de Valderredible”, ya en los dominios del Ebro.

En otros casos la denominación hace referencia a los ríos que cruzan el país, tal sucede con las comarcas de Río Nansa, Río Tuerto, etc.

Se deduce de este análisis morfológico que tal zona central de Cantabria, La Montaña, no debe ser considerada como país montañoso si se tienen en cuenta su génesis y carácter fisiográfico, pues no se trata de un relieve positivo que resal-

ta y se eleve sobre un verdadero zócalo, sino de un país primitivamente sencillo, excavado, en el que los relieves han surgido por el ahonde producido por la acción erosiva normal de las aguas corrientes.

Persiste tal denominación de la Montaña, en realidad impuesta por un concepto falso que del quebrado paisaje se tiene, debido a que las gentes que lo habitan viven especialmente a lo largo de los valles, asentados en sus vegas, donde se han desarrollado los principales núcleos de población. Tales gentes contemplan el país de abajo hacia arriba, dando por montañas y zonas cumbreras lo que no es más que el resultado de una labor de socavado, pues el terreno no se ha alzado, sino que el relieve se ha fraguado a medida que los ríos proseguían su labor erosiva de arrastre, de socavación.

Es la presencia de los diversos conjuntos rocosos, duros o blandos que se suceden, a lo que es debido la existencia de tan variadas y quebradas gargantas, de tan profundos valles que van alternando con amplios ensanches o vegas. Como la de Bárcena de Pie de Concha, de Corrales de Buelna, del Pas, ocupadas en gran parte por potentes masas de aluviones plio-cuaternarios sobre materiales rocosos deleznable del Secundario.

El país es, pues, sencillo en esencia, con cierta monotonía de relieve en sus grandes conjuntos, pero francamente complejo, laberíntico, cuando se lo analiza en detalle.

La alternancia a veces muy marcada de encajadas y angostas gargantas con empinados cauces y de ensanchamientos acusados de los valles, que llegan a ser casi planos en sus extensas vegas, haría que esta red fluvial pudiera ser fácilmente aprovechada para el establecimiento de grandes presas en los estrechos y formación de embalses importantes en los espacios donde los ríos pierden pendiente y se ensanchan.

Pero tal cosa no es posible debido a que el país a lo largo

APROVECHAMIENTO  
HIDROELÉCTRICO DE  
LOS VALLES CÁNTA-  
BROS.

de los ríos y en especial en las zonas de vegas está intensamente poblado, perfectamente explotado agrícola y ganaderamente, y el industrializarlo hidroeléctricamente no haría sino crear una riqueza para destruir otra, sin duda de mayor importancia y de muy vieja tradición.

Pero ya en algunos ríos y hacia zonas de sus cabeceras tal cosa es posible, debido a la topografía especial y a que sus altos valles no están tan poblados. Tal sucede con el Nansa, en el Occidente de Santander. En su cabecera, potente masa de conglomerados y areniscas del Permotrías, que buzan fuertemente hacia el Norte, es atravesada en estrecha garganta de muy pendiente cauce por las aguas del Alto Nansa, quedando así aislada la verdadera cabecera, amplia y de no gran pendiente del valle alto del río francamente torrencial, pero no muy encajado. De este modo, la presa y embalse de Salceda regulariza en cierto modo al régimen del río en su cabecera antes de que el Nansa pase por el conjunto arenoso y de conglomerados donde tan gran desnivel salva, determinando tal obra un salto de importancia, aprovechamiento hidroeléctrico que se prosigue ayuso estos parajes inmediatos a Tudanca mediante canales y saltos diferentes, hasta alcanzarse la presa y el embalse de El Pozón, donde el aprovechamiento del río termina, habiendo salvado las aguas un desnivel total de unos 650 m.

Pero además de este interesante aprovechamiento hidroeléctrico del Nansa existe teóricamente otro de mucha mayor importancia en la cabecera del Besaya, donde por las condiciones fisiográficas, características especiales del relieve y por el dominio de las margas yesíferas del Trías el río desarrolla enérgica acción erosiva remontante, por lo que su cabecera retrocede constantemente, haciendo que se desplace, geológicamente hablando, con rapidez la línea divisoria de aguas, amenazando tal hecho con la captura del alto Ebro en las inmediaciones y ayuso Reinos. Precisamente en estas zonas

el Ebro, retenido por una presa, da lugar al gran embalse que regula totalmente su cuenca alta, ocupando las aguas la extensa y panda llanura de La Virga, donde se ha formado un lago natural de bastante mayor extensión superficial que la bahía santanderina, con un volumen de 500 millares de metros cúbicos. Cuando lleno el embalse alcanza la cota de 835 m. Si tan sólo unos 10 m. por bajo de tal nivel se atravesase en túnel la Cantábrica, en la línea divisoria de aguas que queda próxima al embalse y hacia el Norte, divisoria baja por la escasa altitud de los amplios collados que la forman que se elevan a sólo 1.040 m. de altitud, el túnel con poco más de cuatro kilómetros haría que las aguas retenidas en el embalse del alto Ebro, alcanzasen la cabecera del Besaya, originándose así un aprovechamiento hidroeléctrico de extraordinaria importancia.

Importantes y muy variados intereses creados, entre ellos los riegos a lo largo de la ribera del Ebro, por Logroño y Zaragoza, alcanzada ya la depresión ibérica, impiden tal aprovechamiento hidroeléctrico, que en un país poco habitado o con colonización incipiente estaría ya en pleno rendimiento.

#### EL RELIEVE DE CASTILLA Y SU EVOLUCIÓN.

Las elevadas y llanas tierras castellanas tienen como antecedentes, respecto a su relieve, los siguientes fundamentales conjuntos de fenómenos: los orogénicos en su fase pirenaica, los epirogénicos, en cierto modo derivados de aquéllos con remoción de bloques a lo largo del Terciario superior y especialmente al finalizar el Mioceno y durante el Plioceno; la basculación de todo el país hacia Occidente al finalizar tal período, las variaciones de la red fluvial a lo largo de los indicados tiempos y muy especialmente al finalizar el Plioceno y durante el Cuaternario antiguo, y la influencia muy di-

CAUSAS DEL RELIEVE ACTUAL DE CASTILLA.

recta que en el relieve ejerce la disposición y distribución de los conjuntos litológicos y en especial los del Mioceno superior y en zonas restringidas las del Cretáceo medio y superior.

Fuera de la llanura y hacia el Este, importantes relieves son debidos a la presencia de antiguos macizos de tiempos primarios que plegados con la orogenia hercínica al finalizar el Paleozoico fueron de nuevo afectados orogénicamente por la fase pirenaica. Debido a la resistencia de sus materiales y por dar origen a bloques que quedaron en alto, hoy son núcleos montañosos muy destacados, tales como la Sierra de la Demanda, donde se sobrepasan ampliamente los 2.000 m. de altitud.

EVOLUCIÓN DE LA  
RED FLUVIAL CAS-  
TELLANA.

Los movimientos epirogénicos que afectaron a Castilla, independientemente de la basculación general del país hacia Occidente, con desnivelación de diversos compartimientos que tienden a hundirse, son efectos indirectos derivados de la orogenia alpina, que conmovió y alteró la estabilidad de estas antiguas zonas muy rígidas del Escudo Hespérico, cubierto en estos espacios por potente cobertera fundamentalmente terciaria.

La red fluvial anterior a la actual se establece así en un país de sencillo relieve, con escasa altitud y asiento de zona deprimida ocupada por potentes masas de sedimentos del Terciario medio y superior, de facies continental que descansan así directamente sobre el paleozoico o sobre relieves algo más movidos, hacia el centro y Norte del país, fraguados en formaciones del Secundario que en ocasiones también están arrasadas por ciclos repetidos de erosión, especialmente las de edad cretácea.

Tal red tenía muy acusadas características endorreicas, corriendo hacia el interior del país en dirección a amplias llanuras bajas, desde zonas periféricas alejadas, cuyos relieves

muy acabados por ciclos erosivos no alcanzaban altitudes de importancia. Avanzaban los ríos en determinados períodos húmedos que caracterizaron al Terciario inferior, siguiendo amplios valles de escasa pendiente y con corriente difusa, que terminaban en parajes pantanosos o se agotaban en las épocas más secas, pero sin dar en absoluto lugar a cuencas lacustres, como en un principio se supuso. En tales espacios llanos, y al extinguirse esta red fluvial por evaporación durante períodos mucho más secos, se depositaron finos materiales sedimentarios, predominantemente arcillosos o margosos, y en zonas más centradas y secas, cargándose de sales, dieron origen a conjuntos yesíferos y margosos, finalizando tal época con la formación de la cubierta caliza muy generalizada del Pontiense y que hoy da origen a los páramos. Todo esto sucede a lo largo del Mioceno superior.

Tal estado de cosas se exalta en el Plioceno final, elevándose la Meseta conjuntamente con el Sistema Central a gran altura, fenómeno provocado por las postreras fases de los movimientos alpinos, que de este modo actuaron sobre el substrato profundo de la Meseta.

Al mismo tiempo, todo el Escudo Hespérico del que forma parte Castilla, como ya venimos indicando, bascula hacia el Océano, estableciéndose poco a poco y de Occidente a Oriente el desagüe general, lo que está favorecido por la acción erosiva remontante que se propaga del exterior al interior, del lado del Atlántico hacia el centro de la Meseta, avenamiento que termina por alcanzar en general a todo el país terciario en los dominios de la altiplanicie del Duero y a zonas secundarias y aun paleozoicas periféricas a la misma, donde sólo muy restringidos espacios aún conservan rasgos de arreísmo, como acontece especialmente por tierras palentinas, siendo de ello resto la desecada y gran laguna de La Nava.

Los campos de la altiplanicie del Duero reflejan con su

típico relieve estructural, el resultado de tal ciclo de erosión, que ha dado origen a formas pesadas, horizontales y sencillas.

PROCESO EPIGÉNICO  
EN EL CENTRO Y EN  
LAS ZONAS MARGI-  
NALES DE CASTILLA.

A veces, en los campos más centrados de Castilla o en sus límites septentrionales y meridionales, determinados relieves mesozoicos, fundamentalmente calizos, son exhumados al desaparecer por erosión la cobertura terciaria, quedando encajados en ellos por epigenia la red fluvial; accidentes que rompen la monotonía de los amplios valles castellanos al cambiar momentáneamente su configuración y pendiente en tan críticos tramos fluviales. El encajamiento del Duero en el manchón cretáceo calizo situado asuso de San Esteban de Gormaz, el del Tajo en Entrepeñas y del Guadiela en Buendía, igual en formación; lo mismo que el torno del Tajo en Toledo, en el substrato cristalino, pueden servir de ejemplo de tales procesos epigénicos.

ATERRAZAMIENTO  
FLUVIAL.

El último retoque al relieve se alcanza ya en el Cuaternario, pues es típico que en todos los valles que cruzan Castilla se desarrolle normalmente el proceso de aterrazamiento, destacando cuatro niveles de terrazas fundamentales, si bien el nivel más alto esté muy destruído. Quedan las terrazas situadas a alturas sobre el nivel medio de los ríos de 10-12 m., 20-22 m., 35-40 m., y a unos 80 m. Los niveles colgados de la raña, cuando existen, dominan al río desde 110-120 m., ocupando en ocasiones con extraordinaria regularidad muy amplios espacios, como acontece en los campos de Riaza, indicando tales depósitos colgados la iniciación de los últimos ciclos de erosión general que ha experimentado el país antes del establecimiento definitivo de la red fluvial a lo largo del Cuaternario.

Tal aterrazamiento tiene en los valles bajos relación muy íntima con las zonas de desembocadura, donde los cambios de nivel eustáticos del Océano, a lo largo del Cuaternario, se

han dejado sentir; pero como los niveles de las diferentes terrazas de los valles castellanos de estos mismos ríos quedan aislados y sin conexión con las zonas inferiores, la desembocadura de los valles, debido al tramo encajado existente en el borde occidental del macizo Hespérico arrasado en penillanura y donde los ríos se encajan en profunda zanja sin señales de aterrazamiento, el origen de los niveles de las terrazas en el interior de Castilla plantea problemas fisiográficos que aún no tienen solución para todos satisfactoria.

De este modo, por cambios lentos y continuos del relieve, por influjo de movimientos epirogénicos avanzando el Terciario, por modificaciones sufridas por la red fluvial miocena de la que es heredera la del Plioceno, derivada de ésta muy directamente la actual o Cuaternaria, y por diferenciación en el relieve de formas y accidentes debido a la diversa litología, en lo que han influido también las características climáticas, alcanza Castilla en detalle su configuración y su peculiar relieve.

En los llanos de Castilla el aprovechamiento hidroeléctrico de sus ríos y los regadíos vienen alcanzando gran desarrollo, siendo ello debido a la evolución del relieve que hemos indicado y que se ha alcanzado ya en tiempos muy recientes de la historia geológica.

INDUSTRIALIZACIÓN  
DE LOS RÍOS CAS-  
TELLANOS.

En relación con el aprovechamiento hidroeléctrico debe en primer lugar mencionarse el doble embalse de los ríos Tajo y de su afluente el Guadiela, determinados por las grandes presas de Entrepeñas y Buendía, presas y embalses de los más importantes de la Península, siendo en conjunto tal obra de las de mayor eficiencia de los últimos tiempos llevadas a cabo.

La confluencia de los ríos Tajo y Guadiela se efectúa en los dominios de las zonas medias del acusado relieve cretáceo de la Sierra de Altamira, arrumbado sensiblemente de Norte

a Sur. Este relieve da fundamentalmente origen a un anticlinal muy complejo o anticlinorio fallado longitudinal y transversalmente.

Se acomoda a una de las principales fracturas longitudinales el valle del río Tajo, que en los parajes asuso Sayatón va francamente encajado, siguiendo el rumbo impuesto por las características geotectónicas. El Guadiela corta más o menos transversalmente al plegamiento cretáceo, saliendo pronto de sus dominios, pero salvándolo también muy estrecha y profundamente encajado en sus masas rocosas, penetrando en la alineación repentinamente, dando origen al grandioso estrecho de Buendía, donde se ha levantado la presa de este nombre.

El Tajo, en uno de los cambios bruscos de su cauce, corta a un acusado pliegue en rodilla del conjunto cretáceo, originando igualmente un angosto y corto estrecho, el de Entrepeñas, donde se ha levantado la presa. Los embalses así conseguidos de ambos ríos están en conexión mediante un túnel, de tal modo que funcionan como una sola entidad al poder transvasarse las aguas indistintamente de uno a otro, por lo que ambos ríos quedan regularizados en este doble embalse, de una cabida total cuando lleno de 3.700 millones de metros cúbicos.

Al pie de presa en el embalse de Entrepeñas se aprovecha el salto de este modo originado y mantenido por ambos ríos. Vuelve a aprovecharse el caudal en otro nuevo salto determinado por la antigua presa de Bolarque, hoy recrecida, que determina un embalse en los valles de ambos ríos Tajo y Guadiela, siendo la producción de este salto en la actualidad muy importante, salto muy regularizado debido al doble y grandioso embalse existente asuso su localización.

La morfología, el relieve del país, de este modo aprovechado y excavado por ambos ríos en la Sierra cretácea de Altomira, es típicamente epigénico. Salvo quizá las más des-

tacadas corridas de esta alineación, el resto quedó soterrado por el conjunto sedimentario terciario oligo-mioceno. Posteriormente, y por el conjunto de fenómenos indicados, al tratar de la evolución del relieve en Castilla, en tiempos finales del Terciario, la red fluvial, debido al ciclo de erosión, poco a poco fué exhumado este antiguo relieve alpino soterrado que era salvado a nivel mucho más alto que el actual por ambos ríos en parajes donde existían pasos naturales situados casi a nivel de la antigua llanura. Al continuar el proceso de erosión, el país terciario se rebajó por erosión más y más y ambos ríos comienzan así a encajarse epigénicamente en la antigua masa caliza cretácea de la Sierra de Altomira, llegando los valles a cortar el accidente en profundas gargantas, accidentes que inexplicable y paradójicamente son salvados por los ríos, de no tenerse en cuenta el desarrollo del fenómeno epigénico.

Es muy probable que todo este macizo cretáceo con núcleo quizá jurásico, enraizado profunda y ampliamente en el substrato, de origen a un compartimiento que ha permanecido más o menos estable e incluso elevándose algo, mientras el resto de la gran depresión terciaria se rehundía.

De todos modos, y debido a esta especial configuración geotectónica puesta al descubierto por erosión en tiempos modernos, ha sido posible crear este gran doble embalse que tan alta significación tiene en la regularización del alto Tajo, en el aprovechamiento hidroeléctrico del mismo y que tan poderosamente ha de influir en los riegos ya en marcha de las vegas del Tajo, entre Aranjuez y Talavera de la Reina, en donde se está operando otra de las grandes revoluciones del campo español.

## EL RELIEVE PENINSULAR DE LAS ZONAS DEL SURESTE.

Domina en todo este complejo y quebrado país del Sureste peninsular, típicamente alpino por su génesis, en relación con el relieve de sus grandes masas rocosas, un retoque muy marcado, a veces francamente enérgico, debido a la acción erosiva de las aguas corrientes; pero en especial el relieve está motivado por la remoción que todo el país ha sufrido al finalizar el Terciario y especialmente a lo largo del Plioceno, al rehundirse en general hacia el Mediterráneo y quedar en alto o elevarse por compensación isostática determinados compartimientos situados más hacia el interior de la Península.

En tal relieve de detalle hay que destacar también el debido a las aguas sin encauzar y a la intemperie, erosión en el primer caso discontinua; en el segundo constante, como tiene que suceder en un país de tan acusadas características de aridez.

RASGOS DE LA RED  
FLUVIAL DEL SE.  
SU LABOR EROSIVA.

En este país los fenómenos de epigenia alcanzaron y alcanzan desarrollo extraordinario. Ello es debido a ser en tal zona muy frecuentes y potentes los conjuntos calizos, por lo que los tramos fluviales en garganta es lo normal, gargantas profundas, angostas, tortuosas, a veces verdaderas grietas, en donde las aguas desarrollan ingente labor erosiva. Alternan los tramos así encajados con ensanchamientos repentinos y muy acusados de los valles, al dominar en tales zonas los conjuntos litológicos de escasa consistencia, arcillo-margosos del Terciario y Secundario y en particular los niveles de arcillas yesíferas del Trías, donde la acción erosiva transversal de las aguas es fácil y enérgica.

Toda esta red fluvial está en la actualidad en pleno ciclo erosivo, denunciando sus especiales características y el aspecto del país, en relación con el relieve, que se trata de una red

joven, pues no es anterior, salvo en detalles, a los últimos tiempos pliocenos, época en que los fenómenos de exhumación de antiguos relieves soterrados comienzan a acusarse de modo acentuado. A ello contribuye la inestabilidad de todo el país, en el que el asentamiento o compensación isostática de bloques diversos no se ha conseguido. Queda denunciado tal hecho por la gran sismicidad local de estas tierras, que se acusa muy especialmente a lo largo de determinadas fracturas, debiendo destacarse la del bajo Segura, zona de las de mayor sismicidad del Mediterráneo.

Se inician tales procesos no bien se sale de los dominios de La Mancha, por Albacete, y se alcanzan francamente las vertientes mediterráneas por los campos de Alpera y Almansa, por Yecla, Hellín y Cieza.

Al principio el llano domina, quedando dominado por formas acusadamente estructurales, constituídas por el Cretáceo calizo fundamentalmente. Relieves en alargados y altos promontorios, limitados por rampas acusadas, a veces con cantiles y cingleras, que son de ascendencia antigua, del Terciario inferior y que fueron soterrados en parte por el Terciario medio oligo-mioceno y hoy puestos al descubierto por exhumación al iniciarse el reciente y enérgico ciclo erosivo, que socava y transporta los materiales blandos y va acusando más y más en formas de mesa, muela, cuchillares, los viejos relieves fraguados en rocas duras del Cretáceo medio y superior, principalmente, y del Trías calizo, alcanzando sus formas relieves muy destacados en los campos comprendidos entre Jumilla, Hellín y Cieza. Así, pues, es a partir del Mioceno superior y a lo largo del Plio-Cuaternario cuando este relieve del ESE. comienza a formarse y a dar el carácter peculiar a una de las regiones más interesantes a este respecto de la Península.

A medida que se desciende y se aproxima el Mediterráneo el relieve se acusa más, se exalta. Ya al alcanzarse los

campos de Calasparra y Cieza se ofrece con toda complejidad, siendo rasgo de la red fluvial que recorre el país su desconcertante y laberíntica traza, destacando patentemente cómo ya cercanos a la costa se orientan más o menos paralelos a ella al acomodarse a depresiones de reciente formación, en gran parte rellenos con sus sedimentos, pues la Naturaleza en estos casos tiene horror a las superficies deprimidas que rápidamente son colmadas de derrubios, lo cual nos indica la reciente constitución del relieve y la juventud de esta red fluvial.

Los ríos Segura y Mundo han hendido el terreno, de por sí muy quebrado, en profundas gargantas, resaltando en las zonas indicadas el tramo del Segura al cortar los relieves calizos de la Sierra Cubillas o las gargantas del río Mundo a su paso por Los Almadenes. Después de su confluencia, y hacia la depresión erosiva de Calasparra, concurre un conjunto de cauces hacia el Segura, todos ellos con cambios de dirección tan frecuentes y acentuados que sus valles dan origen a un verdadero laberinto, labrado en el dominio de los materiales calizos del Eoceno, con alternancia de margas y arcillas del Trías y apuntamientos eruptivos, zona en la que se denuncia de modo patente el proceso epigénico.

En relación con el relieve de detalle debido al clima árido de esta región, los campos de Librilla y Alhama de Murcia a lo largo del quebrado país por donde discurre el río Almería y sus torrenciales afluentes, las carcabas y abarrancamiento alcanzan proporciones extraordinarias, ofreciendo el terreno un relieve francamente atormentado, en pocas zonas peninsulares superado, fenómeno que adquiere con frecuencia el aspecto típico y verdadero de "bad land". También es de destacar el intenso proceso erosivo efectuado por arramblamiento en toda esta región, que está en la actualidad en pleno desarrollo en todo el Corredor de Sorbás y en las inmedia-

ciones de Almería, donde especialmente se ofrecen ejemplos magníficos de abarrancamiento.

El aprovechamiento de esta red fluvial para riego y energía en país tan quebrado, de tan compleja geotectónica y tan anormal en relación con los procesos fisiográficos es difícil, pues presenta grandes dificultades y problemas. Lo fundamental es conseguir en lo posible una regularización del régimen fluvial con miras a los regadíos de las huertas próximas de Murcia, Orihuela y de otras que pudieran crearse, zonas que siempre son deficitarias de aguas.

Más que el aprovechamiento hidroeléctrico de los saltos originados por las presas, interesa almacenar agua para la época estival, de tan acusada sequía.

Son ya muchas las obras hechas, siendo algunas presas y embalses sumamente interesantes por los problemas resueltos en relación con las características geológicas del país.

Pero todo embalse es extraordinariamente perturbador, y más en países como éste, pues rompe el equilibrio relativo existente en el proceso que desarrollan los ríos, y como la Naturaleza tiene horror a las depresiones, a los huecos, y estos ríos, por causas varias y en especial por deforestación del país y el dominio de cultivos en campos de gran pendiente, arrastran una masa de aluviones extraordinaria, todos los vasos de los embalses están sometidos a un proceso de relleno que sobrepasa todo lo imaginable. Se trata de ríos que están en plena acción erosiva, favorecida e incrementada por la desaparición no sólo de las arboledas, sino de los matorrales, debido a lo cual su carga sólida durante las avenidas es enorme. La última catástrofe de Valencia en el pasado octubre en relación con el Turia, muy semejante a estos otros ríos del SE., bien claramente lo demuestra.

REGULARIZACIÓN DE  
LA RED FLUVIAL EN  
RELACIÓN CON LOS  
REGADÍOS.

LOS ARRASTRES SÓ-  
LIDOS. EL RELLENO  
DE LOS EMBALSES.

## EVOLUCIÓN DEL RELIEVE EN LA DEPRESIÓN DEL VALLE DEL EBRO.

Características muy diferentes respecto a su evolución general y a la del relieve en especial, en los últimos tiempos geológicos tiene la depresión ibérica en relación con la bética. En aquélla el Guadalquivir es el heredero directo de un brazo de mar del Terciario superior, que se reduce con el tiempo al golfo plioceno, que termina por desaparecer en el Cuaternario antiguo, siendo sustituido por el valle medio, el bajo y las marismas del Guadalquivir.

DEPRESIÓN IBÉRICA Y EL MACIZO TIRRENO. EL PIRINEO PALEÓGENO.

En la depresión ibérica primitivamente marina, mucho más amplia que la actual, la evolución ha sido más compleja. La comunicación con el mar en el Terciario inferior fué a través de lo que hoy es Cantabria y el SW. de Francia, pues en sentido contrario este golfo marino del Eoceno estaba limitado por la masa continental que se extendió por lo que hoy es Mar Balear hasta Córcega y Cerdeña, dando origen al macizo de la Tirrenida. Resto de tales tierras emergidas son hoy las zonas axiales y profundas de la cordillera costero catalana, o sea de las Catalánidas.

PROCESO SEDIMENTARIO.

Durante el Oligoceno la extensión del golfo ibérico se reduce, pues el Pirineo ha emergido ya en esta zona deprimida de origen marino.

Potentes depósitos de conglomerados indican la ingente labor erosiva ejercida por las aguas corrientes sobre la cordillera pirenaica recién elevada, y en el viejo macizo hespérico, masas de derrubios que son ya típicamente continentales en toda la depresión, al desaparecer definitivamente el dominio del antiguo golfo.

Formado ya el Pirineo y la alineación ibérica en el Oli-

goceno, durante tal período y el Mioceno medio la sedimentación arcillosa, areniscosa y margosa es intensa, lo que se acentúa en el Mioceno superior, época en que se depositan grandes masas de yesos de origen continental y calizas, dando tal proceso origen al relleno de la depresión, que adquiere acentuadas características de continentalidad. Su red fluvial es típicamente endorreica, pero posteriormente la depresión ibérica, bien por basculación hacia el ESE., que es lo más probable, o por desborde de las aguas de la cuenca y verterse hacia el Mediterráneo, lo que es menos probable, se establece un avenamiento general de NW. hacia el SE. en toda ella, avenamiento que desarrolló intenso ciclo de erosión, rebajándose el país en general al ser los deleznales depósitos del Oligo-Mioceno continental arastrados por las aguas hacia el Mediterráneo, no tardando esta red fluvial, que se originó en los relieves pirenaicos y en los ibéricos, en concentrarse en un cauce principal, el del Ebro.

El poder erosivo de las aguas corrientes se había acentuado a lo largo de los últimos tiempos del Terciario, pues el Pirineo se elevó en masa y a gran altura debido a fenómenos epirogénicos avanzados los tiempos miocenos, después de haber sufrido un largo proceso erosivo que rebajó y suavizó muy acentuadamente su relieve, pudiendo aún hoy reconocerse, en sus zonas más elevadas, los restos de tal sencilla superficie de cumbres, en su mayor parte destruída por el proceso erosivo normal y de las glaciaciones cuaternarias.

Así, en tiempos finales del Plioceno y durante el Cuaternario antiguo, toda la amplia depresión ibérica es de nuevo sometida a un continuado y enérgico proceso de erosión normal, que partiendo del río caudal, el Ebro, por acción erosiva remontante y por procesos de epigenia se adentra en los relieves pirenaicos e ibéricos.

Al mismo tiempo, la red fluvial se concentra en cursos importantes, que son los que hoy dan la peculiar fisonomía

al país, al interrumpir con sus anchos valles, en general ocupados por regadíos o en vías de estarlo, a la seca y monótona campiña oligo-miocena.

ATERRAZAMIENTO  
CUATERNARIO Y PRO-  
CESO DE SOCAVACIÓN  
DEL EBRO.

A lo largo del valle del Ebro y de todos sus principales afluentes, una vez que salen del dominio pirenaico o ibérico, el aterrazamiento fluvial es grandioso y típico, dando con sus regulares y amplios replanos aspecto muy especial a los valles en ancha artesa, que aparecen ocupados por ingente masa de aluviones. Ejemplos de estos aterrazamientos los ofrece el Gállego hacia los parajes de Puypullín y de Pullantrán, al Norte y cerca de Puendeluna, donde el desarrollo y escalonado de las terrazas es espectacular. Lo mismo ocurre con el Segre y el Cinca hacia Fraga y Borjas Blancas, y en el primero también en los alrededores de Lérida. Típicos son los del Ebro en Zaragoza, zona donde asuso de la capital y en amplio trecho el valle del Ebro es asimétrico, pues se ha desplazado de SW. a NE., resaltando sobre él altísimos escarpes yesosos en Mina Real y Malfora, frente a Torres de Berrellén, Sobradíel y Utebo, escarpes en los que se produce en la actualidad grandes corrimientos de tierras o argayos al ser zapeados por la base los altos ribazos por acción erosiva del río.

En la depresión ibérica, una vez que el Ebro alcanza los parajes de Pina, comienza el río a encajarse en el terreno, diferenciándose más y más el estrecho y encajado valle del amplio y llano país que lo domina, siendo el fenómeno francamente espectacular desde Alforque a Escatrón, zona donde el Ebro, corriendo de 125 a 145 m. por bajo de la llanada general y bastante encajado, materialmente se retuerce y enrosca en sus pronunciadísimos meandros epigénicos, algunos como el de Sástago, casi estrangulados, fenómeno que vuelve a repetirse asuso y ayuso de Caspe, si bien el desnivel en este tramo fluvial, de tan acentuadísimos meandros, entre el valle y el rellano superior, mucho más disecado, no sea ya tan acen-

tuado, pues alcanza valor medio de 85 a 90 m., zona donde destaca el meandro abandonado que rodea al relieve cónico de la Herradura.

Más ayuso, de estos parajes el río continúa con acentuados caracteres de encajamiento, pues a poco ha de cortar epigénicamente las zonas meridionales de la cordillera litoral catalana, lo que ha conseguido mediante largo y complejo proceso de erosión. Salvado al fin tan gran accidente alcanza el Mediterráneo.

Desemboca así el Ebro en el Mediterráneo, después de salvar angostos y largos corredores, de típica evolución epigénica, labor desarrollada en época geotectónica muy reciente.

De la labor erosiva de este río en toda su amplia cuenca nos habla la turbiedad de sus aguas y el gran desarrollo que ha adquirido su delta, que ha evolucionado y se ha desarrollado a lo largo de los tiempos históricos muy rápidamente, pudiendo aproximadamente tener idea de tal proceso debido a los datos que se tienen de la desembocadura del Ebro de tiempos romanos.

No podía faltar en este río caudal de evolución tan rápida y en cierto modo anormal, la idea de su aprovechamiento hidroeléctrico y para regadíos e incluso para la navegación en su valle bajo. Ya en su cabecera, y a lo largo de sus caudalosos afluentes, procedentes del Pirineo, existen obras de gran importancia.

APROVECHAMIENTO  
INTEGRAL DEL EBRO.

Los proyectos en relación con su tramo bajo a partir de Pina son grandiosos, y uno parece que ha merecido ya la atención de los Poderes Públicos.

Se ha dicho que en este grandioso proyecto "Calpe parece ser la clave, y Mequinenza, donde se levantará la gran presa, la víctima", y así es en realidad.

Comprende el tramo fluvial a lo largo del Ebro directa-

mente afectado por las obras unos 150 km. y quedarán inundados 32 km. en el valle del Segre y 22 km. del Cinca.

Los intereses creados desde hace siglos hacen, pues, que tales obras encuentren las naturales resistencias y dificultades, pues para llevarlas a cabo es imprescindible destruir una gran riqueza, si bien se cree otra mayor.

Como anteriormente se ha indicado, el embalse de Mequinenza, de levantarse la única y gran presa, tendrá una cola cuando lleno de unos 150 km. con un perímetro de unos 500. Ha de recibir, pues, innumerables cauces, en genera de régimen arramblado, que proceden de tierras labrantías, de secano en amplias zonas y con quebrado-relieve, en donde las aguas, especialmente las de arrollada tormentosas y de los grandes aguaceros invernales dejan sentir intensamente su poderosa acción erosiva y de arrastre.

Un proyecto tan grandioso ha de tener lógicamente dificultades y problemas, tanto en relación con los intereses creados por el hombre en un país de tan viejas culturas, como por las condiciones fisiográficas del río. Por ello, la elección del proyecto no ha sido fácil, ni su estudio sencillo y rápido, pero la obra proyectada es de tan gran porvenir que una vez elegido el proyecto más conveniente y ejecutados los trabajos, contribuirá muy acertadamente a la industrialización de esta zona de tan gran porvenir.

#### EVOLUCIÓN DEL RELIEVE DEL VALLE BÉTICO.

El valle bético es, sin duda, una de las regiones que llegan a constituirse en tiempos más recientes, como evolución directa de un gran golfo marino de edad pliocena. Se alarga y se ensancha el valle recorrido por el gran río andaluz, el Guadalquivir, a medida que las aguas del Atlántico se retiran, hasta que ya en tiempos cuaternarios, en época protohistó-

rica, terminó por desaparecer colmado por aluvionamiento el gran estuario o Lago Tarteso, residuo final del golfo plioceno que da hoy origen a las Marismas.

Como antecedentes lejanos de la evolución del país, en gran parte ocupado por la depresión bética, está el Estrecho Bético, brazo de mar epicontinental que a lo largo del Mioceno unió en determinadas épocas las aguas del Atlántico con las del Mediterráneo a través de lo que hoy es Andalucía media y alta y el Sureste peninsular. Por entonces no existía el Estrecho de Gibraltar, estando el Mar de Alborán, o sea el fondo occidental del actual Mediterráneo, ocupado por una masa de tierras que unía la zona meridional de la Península con el litoral nor-occidental de Africa.

El Estrecho Bético mioceno fué sustituido por dos profundos golfos marinos que persisten durante el Plioceno; uno en comunicación con el Mediterráneo, otro abierto al Atlántico. Así, pues, la fisonomía de estas tierras ha cambiado mucho desde los tiempos finales del Plioceno, pues entonces todo el valle bético y amplias zonas de la campiña andaluza estaban ocupados por el citado golfo, cuyos sedimentos, formados por margas grises, pueden reconocerse hoy asuso el puente que salva el Guadalquivir en las cercanías de Baeza. Entonces las olas rompían al pie de los escarpes formados por las calizas miocenas, que hoy se descubren al pie de Sierra Morena. Una costa con playas y cantiles se extendía cerca y al Norte del actual valle del Guadalquivir, por las provincias de Córdoba y Sevilla. El litoral meridional se extendía al Sur de los campos ocupados por la campiña siendo mucho más recortado, estando jalonado por acusados relieves y ofreciendo aspecto semejante al del litoral actual levantino.

El gran valle bético, sin fuertes desniveles, es acusadamente asimétrico. Queda al Norte limitado por Sierra Mo-

ANTECEDENTES DE  
LA DEPRESIÓN BÉ-  
TICA.

CARACTERÍSTICAS  
DEL VALLE BÉTICO.  
LAS TERRAZAS.

rena, a cuyo pie avanza el Guadalquivir, que a veces se encaja epigénicamente en sus dominios, como ocurre en el meandro encajado epigénico de Montoro. Al Sur lo limita la tendida campiña, que desde alturas bien acusadas desciende mediante amplias lomas hacia el río.

En estos dominios el valle rara vez va encajado, pues a lo sumo su cauce queda dominado por los ribazos de la primera terraza. Las altas dan con su conjunto origen al peculiar escalonamiento de las tendidas laderas de su ancho valle.

Es acaso esta comarca la de evolución más sencilla y lógica, pudiendo servir de ejemplo de la transformación de un gran golfo marino a lo largo de los tiempos finales del Terciario y durante el Cuaternario antiguo, en el amplio valle de un río caudal.

CAPTURA PROBABLE  
DE LA ALTA CABE-  
CERA DEL GUADAL-  
QUIVIR.

El alto Guadalquivir es río de vieja ascendencia terciaria y ha mantenido sus características primitivas hasta ahora, salvo los cambios no muy acentuados a lo largo de un largo proceso evolutivo. Si tenemos en cuenta los rasgos de la orogenia y del relieve que caracteriza al país que queda hacia el Nordeste, hacia la Oróspeda romana, se aprecia que las alineaciones de Cazorla y Segura continúan en ella en un principio con sus mismos arrumbamientos, alcanzándose pronto los desagües mediterráneos, que se concentran en el Segura.

Sabiendo que toda esta zona ha sufrido movimientos epigénicos acusados que han removido sus diferentes compartimientos, puede con facilidad admitirse la hipótesis que el alto Guadalquivir primitivamente se adentraba en tal país y rindiera entonces el tributo de sus aguas al Mediterráneo.

Otro cauce fluvial por entonces se había constituido en lo que ya era depresión bética y cuyas aguas vertían en el golfo marino plioceno. La cabecera de este río ejercía potente acción erosiva remontante, por lo que se adentraba más y más en los relieves marginales del extremo Noreste de Ca-

zorla, formándose así el tramo fluvial encajado existente entre el Tranco y Villanueva. Progresando el fenómeno llegó el momento crítico en el que la cabecera del río bético capturó el valle que hoy es alto Guadalquivir, precisamente al comienzo de la profunda angostura del Tranco de Beas, donde el río traza pronunciado codo de captura.

Tal fenómeno debió tener lugar ya avanzados los tiempos pliocenos. La evolución posterior del valle fué sencilla hasta adquirir éste y el país de la campiña su aspecto actual.

Sólo fuera de los dominios de la verdadera depresión bética hay un aprovechamiento hidráulico importante del Guadalquivir: la presa y embalse del Tranco de Beas, cuya misión fundamental es la regularización de la cabecera del río. La presa se ha establecido a la entrada de la acentuada garganta epigénica a la que ya nos hemos referido, abierta fundamentalmente en materiales calizos y margosos del Trías. A pie de presa existe un importante aprovechamiento hidroeléctrico.

APROVECHAMIENTOS  
HIDROELÉCTRICOS.

Están regularizados igualmente los ríos procedentes de Sierra Morena mediante presas que determinan importantes embalses, ríos que atravesando la Sierra y desaguando en el Guadalquivir tienen un nivel de base local muy bajo, por lo que han desarrollado una acción erosiva remontante y de epigenia muy intensa, corriendo profundamente encajados en el plano inclinado y arrasado en penillanura de la Sierra, y especialmente al alcanzar su frente meridional, que lo salvan en profundas y estrechas gargantas. En ellas se han levantado presas, y en los valles, de muy escasa pendiente, se embalsan las aguas, regularizándose sus regímenes de acentuadas características torrenciales.

Deben citarse los embalses del Guadalmena, Guadalén, Rumblar, del Jándula, éste de importancia. El del Guadal-mellato, que además de abastecer a Córdoba de agua, contri-

buye a los regadíos, siguiendo más hacia ayuso los de Puente Nuevo y La Braña, en el Guadiato, y el actualmente en construcción del Bembezar. Es importante también el de la Ribera de Cala, abasteciéndose de aguas Sevilla mediante el embalse de la Minilla, en el Huerva.

En los afluentes de la margen izquierda son importantes los embalses del Guadajoz y el Salado, y gran influencia en el régimen de las zonas bajas así como en las condiciones del puerto de Sevilla tendría el actualmente en proyecto de Iznójar, en el Genil, cuya cabida será de 800 millones de metros cúbicos y que recibirá las aguas del alto macizo montañoso de Sierra Nevada.

En el mismo Guadalquivir, y para aprovechamiento hidroeléctrico, se han construído mediante presas escalonadas los saltos de Racioneros, Mengíbar, San Rafael, Valtodano, El Carpio, Casillas y otros, que producen en conjunto un gran caudal de energía hidroeléctrica.

#### EL RELIEVE DE LA CORDILLERA PIRENAICA.

El paisaje del Pirineo se caracteriza fundamentalmente por su grandiosidad y variedad. La compleja estructura geotectónica y la diversidad litológica imprimen a esta gran cordillera rasgos especiales. Ingentes cresterías que rebasan ampliamente los 3.000 m. de altitud, encajados y profundos valles que adquieren grandes proporciones al salir del país montañoso y alcanzar la depresión ibérica, restos aún vivos del extenso glaciario cuaternario que ocupan sus principales macizos que resplandecen con las masas de hielos y nieves permanentes, e innumerables y pequeños lagos, detalle alegre en los rudos roquedos, diferencian al Pirineo marcadamente del resto de las montañas hispanas. Tal conjunto de rasgos denuncian la inmensa y compleja labor erosiva que ha escul-

pido en esta cordillera los relieves más vigorosos del conjunto peninsular.

Es cierto que en Sierra Nevada se alcanzan altitudes mayores, las máximas de la Península, pero esta montaña, de tranquila belleza en su conjunto, no ofrece en detalle paisajes tan impresionantes, y si los Picos de Europa, en la Cantábrica, asombran por la exaltación extraordinaria de sus relieves calizos, no ofrecen el ambiente grato y apacible que con frecuencia nos brinda el Pirineo.

En estas montañas el glaciario cuaternario se desarrolló, incluso en sus vertientes meridionales, con amplitud suficiente para que los valles glaciares se extendiesen hasta el pre-Pirineo, valles que aún conservan sus típicos perfiles y sus anfiteatros morrénicos, que ha poco comenzaron a ser invadidos por los conos de deyección torrencial o desfondados por la acción erosiva de los ríos.

En el resto de las montañas peninsulares el glaciario o fué exclusivamente de cumbres o a lo sumo las lenguas glaciares descendiendo no salieron al dominio real de la montaña.

Por otra parte el Pirineo forma parte de la España húmeda, por ello sus ríos son caudalosos, habiendo desarrollado una labor erosiva muy enérgica, sólo acaso comparable con la que ha tenido lugar en las vertientes septentrionales de la Cantábrica, al N. de los Picos de Europa.

El Pirineo es fundamentalmente alpino, o mejor, pirenaico, pues la fase orogénica que lo constituyó se anticipa en el tiempo a la fundamental orogenia típicamente alpina. Pero hay que indicar que sus zonas profundas, la porción axial, que tan gran desarrollo alcanza, es de ascendencia hercínica.

En relación con las formas fundamentales del relieve el Pirineo ofrece peculiaridad muy destacada; la acentuada armonía existente entre relieves muy recientes y muy movidos,

GLACIARISMO PIRENAICO Y CAUDAL FLUVIAL.

OROGENIA Y RELIEVE DEL PIRINEO.

de aguadas cresterías, entre las que se encajan los circos glaciares y aquellas otras formas sencillas y aplanadas también cumbreñas de ascendencia pre-cuaternaria, superficies embotadas residuales de un acabado ciclo erosivo anterior.

Esta gran cordillera es una verdadera muralla casi ininterrumpida, pues sus pasos o puertos son pocos y todos ellos alcanzan gran altitud. En conjunto el Pirineo es asimétrico, pues de los 150 km. de anchura que alcanza en su zona central, la mayor parte, casi 100 km., corresponden a las vertientes meridionales, resaltando en su arquitectura general la ausencia de valles longitudinales. Sólo existe la canal de Berdún, que desde Sabiñánigo al Este, alcanza la depresión de Pamplona al Oeste, amplio y alargado corredor de unos 45 km. de longitud erosivo-tectónico que queda ya en realidad alejado de los verdaderos dominios de la cordillera. En cambio, ésta parece hendida por valles transversales muy profundamente encajados que se adentran en ella hasta alcanzar su zona axial.

Conforme la cordillera surgía se constituyó una red fluvial que va a atacar violentamente al nuevo relieve. Los materiales de arrastre o aluviones resultantes de tal proceso quedan depositados al pie de la montaña, rodeando los bordes septentrionales de la depresión ibérica, materiales que incluso llegan a cubrir las zonas marginales de este primitivo Pirineo, indicándonos tal hecho el cese del proceso orogénico y la gran intensidad del ciclo erosivo precedente.

De este modo, la cordillera no bien formada sufre un intenso período de demolición que rebaja su altura y suaviza su relieve, que en parte va a quedar soterrado por sus propios escombros, por lo que casi llegó a desaparecer como macizo bien destacado mediados los tiempos terciarios.

PROCESO EPIROGÉ-  
NICO.

Avanzada tal edad, la fase orogénica eocena fué seguida por un proceso epirogénico, de época fundamentalmente mio-

cena. Toda la vieja y derruida arquitectura montañosa en bloque fué elevada a gran altura, con valor de 1.000 a 2.000 m., siendo entonces cuando surgió y se formó el Pirineo que hoy contemplamos y sobre el que se desarrollaron nuevos y violentos ciclos erosivos.

Así, la alineación actual pirenaica es una cordillera que ha surgido sobre sus propias ruinas, encerrando en su interior, hoy puesto al descubierto por la erosión, el núcleo de otra antiquísima arquitectura montañosa. Por ello, a lo largo del Plioceno superior y del Cuaternario antiguo, la erosión va a actuar sobre conjuntos estructurales muy diferentes, unos dominantes, otros semidestruídos, y también sobre formas de relieve residuales, relativamente recientes oligo-miocenos, que en general, más o menos desniveladas, ocupan zonas de cumbres o sobre otras más antiguas, que surgen por exhumación al destruirse en parte la cobertera secundaria que las ocultaba y fosilizaba, niveles erosivos no bien datados en el tiempo y de edad diferente.

El carácter del ciclo erosivo fluvial plio-cuaternario va a ser fundamentalmente epigénico y de acción erosiva remon-  
tante que parte de la depresión ibérica, procesos ambos que van a alcanzar gran valor.

CICLO EROSIVO FLU-  
VIAL. DOMINIO DEL  
PROCESO EPIROGÉ-  
NICO.

En los valles se acusa acentuadamente el policiclismo, encajándose las sucesivas vallonadas de diferentes ciclos erosivos en las precedentes, que en muchos casos son de ascendencia precuaternaria. Toda esta red corre en sentido transversal, siendo, pues, consecuente, salvo el tramo del Aragón, que desde Jaca a Sangüesa se amolda longitudinalmente a la canal de Berdún, siendo, pues, su traza subsecuente.

Al correr los ríos de N. a S. lo hacen transversalmente a la estructura geotectónica y a los relieves más acusados y en

relación directa con ella; por eso la acción erosiva es epigénica. Los valles se han establecido en este quebrado país de modo inexplicable, pues arremeten contra los relieves rocosos, macizos y duros, y se apartan de países bajos formados por materiales blandos. Buen ejemplo de este interesante y desconcertante proceso epigénico, impuesto por los rasgos del relieve antiguo y de la constitución geotectónica, es el del Cinca en la garganta del Entromont, ayuso el pueblo de Mediano. El río parece que ha arremetido y ha hendido a potentes masas de calizas eocenas del Numulítico y se ha apartado, dejando hacia el Sur, y muy próximo a su encajadísimo valle, a terrenos mucho más bajos y blandos formados por materiales del Eoceno medio calizo-margoso y del Flysch. El proceso epigénico, aquí como en otros muchos casos, es patente y espectacular.

Es también característico que los ríos en su avance ofrezcan angostas gargantas y amplios ensanchamientos o cuencas alternantes, lo cual no es más que el reflejo directo de las variaciones litológicas. Famosos son, además del estrecho del Entremont citado, los angostos de Terradets y Collegats en el Noguera Pallaresa, el del Seira en el Esera, las gargantas de Canfranc en el Aragón y tantos otros, abiertos en materiales calizos jurásicos, cretáceos y del Eoceno o en potentes masas de conglomerados. Como ensanches de los valles merecen ser citados el grandioso de la Conca del Trempt, en el Noguera Pallaresa, los llanos de Orgañá, en el Segre, el ensanchamiento acusado del valle de Boltaña, en el Ara, todos en general formados en zonas margoso-arcillosas del Trías o de niveles cretáceos o eocenos margosos.

Durante la máxima glaciación de los tiempos cuaternarios, los hielos y nieves permanentes cubrieron al Pirineo desde el macizo del Canigó, al Este, al Pico de Orí, al Oeste, con extensión de unos 300 km. y anchura máxima por los maci-

zos de Monte Perdido, Aneto y Montcalm de 60 a 65 km. Tal masa de hielos y nieves permanentes descendía en las vertientes septentrionales en amplios frentes hasta altitud de unos 500 m. En la vertiente meridional pocas veces alcanzaron los 1.000 m.

De tal glaciación hoy sólo quedan pequeños glaciares colgados que ocupan las vertientes orientales hacia el Norte de los macizos que sobrepasan los 3.000 m. de altitud de la Maladeta, Maubiél, Monte Perdido, Viñemal y Balaítus, descendiendo sus frentes en franco retroceso a altitudes que oscilan entre 2.500 a 3.000 m.

Es precisamente en aquellos espacios cumbreños donde las sencillas y acabadas formas de relieve precuaternarias persisten con mayor extensión por no haber sido atacadas por el ciclo normal de erosión, donde la labor de los hielos actuó con más energía, llegando así a desaparecer casi en su totalidad tal relieve al haber dado asiento, como se ha dicho, a profundos circos glaciares sencillos, como el de Montarto, o compuestos por varios secundarios, como los de Colomers. Sus fondos suelen estar ocupados por pequeños lagos, los "estanyes" o "ibones", circos enmarcados por altas y agudas crestas y en los que se inician los valles glaciares de típico perfil transversal en U, que llegaron a alcanzar en la máxima glaciación hasta unos 50 km. de longitud.

En los frentes, las lomas morrénicas, con alturas de 60 a 100 m., dan origen a relieves peculiares y en realidad postizos por amontonamiento, lomas que corresponden a diferentes estadios glaciares, y que escalonadas a lo largo del valle son testimonio de las diferentes glaciaciones, si bien los restos morrénicos de la más antigua estén totalmente destruidos al haber sido arrollados por las glaciaciones posteriores.

Hoy tal relieve, tales formas de erosión glacial, están muertas. La erosión subaérea y normal lentamente lo destru-

FORMAS DE RELIEVE  
GLACIAR.

ye; los circos van siendo invadidos por pedreras y canchales, resultantes de la desintegración debida a la intemperie, y los conos de deyección se extienden e invaden los dominios de los anchos y planos valles glaciares, quedando con frecuencia desfondados en amplios espacios por la acción erosiva reciente y actual de los torrentes. Al mismo tiempo los estanys o ibones van siendo ocupados por aluviones, habiendo muchos desaparecido por relleno, dando hoy origen a los "plans". Tal es el caso del Plans de Esterri de Aneo, en la alta cabecera del Noguera Pallaresa y de otros muchos.

No es ocasión ahora de hacer un detallado análisis de las muy numerosas instalaciones hidroeléctricas existentes en el Pirineo español, pero sí relacionar algunas con los principales procesos que han determinado los accidentes y formas de relieve por ellas aprovechados.

Los estrechos donde se han localizado las presas se han constituido por proceso epigénico, en general excavado en materiales rocosos calizos, ofreciendo buena localización, cuando además interstraficados con las calizas existen niveles margosos que hacen impermeable al conjunto en donde se ha abierto el estrecho. Para poder ser aprovechado tal estrecho tiene que estar en relación con un gran ensanchamiento del valle donde éste pierde pendiente, ensanche que ha de originar el embalse regulador.

Como ejemplo de este tipo de presas en general de gran altura y embalses de gran cabida está el de San Antonio y Camarasa en el Noguera Pallaresa; el actual en construcción en el Cinca de Mediano, así como todo el fundamental aprovechamiento del Noguera Ribagorzana, destacando el embalse de Escalles.

Los saltos mediante canal con origen en saltos a pie de presa quedan situados en zonas donde los ríos salvan gran desnivel por accidente tectónico, bien por fracturas o por cam-

bio brusco de la litología. Tal sucede en el tramo del Noguera, entre la presa de San Antonio y la cola del embalse de Camarasa.

Lo mismo sucede cuando mediante canal se gana gran altura, siendo los establecimientos más adecuados aquellos en que los ríos salen de una zona montañosa y alcanzan otra; por ejemplo, los dominios del alto Pirineo para entrar en el pre-Pirineo, pues entre ambos existe siempre un acusado desnivel.

En relación con el aprovechamiento de un conjunto de pequeños lagos o ibones, más o menos recrecidos para aprovechar su caudal, se forman saltos importantes; el mayor ejemplo nos lo ofrece el Salto de Capdella, en el alto Flamisell, en donde se aprovechan las aguas del conjunto de ibones del macizo de Montarto.

También son buenos ejemplos los aprovechamientos de este tipo en Panticosa, con las cuencas de los lagos de Bachimeña y Bramatuero, o el Salto de Sallent, aprovechando las aguas de los lagos de Camplo Plano y Respumuso. En los tres casos, los saltos son importantes, de centenares de metros, especialmente el de Capdella, así como el caudal aprovechado en los mismos.

Buen aprovechamiento a lo largo de un valle glaciar es el del alto Cinca, en el valle de Pineta, asúso Bielsa, donde además de un caudal procedente del glaciar de Monte Perdido y de un conjunto de lagos existentes en aquellas altas zonas, como el de Tucarroya, se recoge el caudal de importantes torrentes que descienden hacia el valle de Pineta.

Complejidad geotectónica y diversidad de relieve caracterizan fundamentalmente a nuestras tierras. Ello hace posible el aprovechamiento de la red fluvial, integral en algunos ríos, y la implantación de extensos y ricos regadíos. Condiciones naturales que conjuntamente con la técnica y el trabajo permiten la rápida y progresiva evolución industrial que se está operando en España para bien de todos.

CONTESTACIÓN

DEL EXCELENTÍSIMO SEÑOR

D. ALFONSO PEÑA BOEUF

SEÑORAS Y SEÑORES:

Habéis oído el discurso de D. Francisco Hernández-Pacheco, dotado de gran contenido y erudición científica, que ilustra de un modo muy concreto la explicación y causas determinantes del relieve orográfico de la Península Ibérica.

Materia es ésta de gran importancia, tanto por su doctrina científica y también cuando en la época presente estamos trabajando con la mayor intensidad en el aprovechamiento de las fuentes naturales que deseamos produzcan la transformación industrial de España.

Es, pues, bien natural que un joven académico, provisto de autoridad por largos estudios y experimentaciones personales, haya elegido este tema, que tiene gran sugestión.

Nuestro electo compañero reúne con singular ventaja no sólo los muchos y acertados estudios hechos por él mismo en esta materia, sí que, además, acumula la gran experiencia de su ilustre padre D. Eduardo, que afortunadamente tenemos entre nosotros como miembro muy destacado en esta Academia, y que alentó desde el principio la formación científica de su hijo y después incluso tuvo y persevera la colabo-

ración del mismo. Es el caso de D. Francisco un ejemplo bien singular de continuación científica de su padre, y por eso podríamos decir que la evolución del profesor que elegimos es plenamente litogénica.

Si fuéramos a hacer una completa descripción de los méritos que concurren en el Doctor D. Francisco Hernández-Pacheco tendríamos que llenar copiosas cuartillas con extenso relato, pues actualmente en los cargos que desempeña como catedrático de Geografía física de la Universidad de Madrid y de Geología aplicada en la misma Universidad, en su actuación como profesor adjunto de Fisiografía y Geología en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en cooperación con el titular ingeniero y geólogo D. Clemente Sanz, los cometidos técnicos que desarrolla como jefe de Sección de Geografía física en el Instituto "José de Acosta", de Geomorfología en el de "Lucas Mallada" y en el de Estudios Africanos, así como en las Sociedades científicas nacionales y extranjeras de Historia Natural y geográficas, constituyen una serie de trabajos asiduos y tan extensos, que sólo con actividad diaria se pueden desarrollar, empleando en ello gran trabajo constante.

De todo ese conjunto se puede tener una idea por las publicaciones del autor, que en número de ochenta y ocho forman relación y que se manifiestan en el *curriculum vitae* que antes de su elección tuvo esta Academia como relación de méritos acreditados a tal efecto.

La medalla número 30 que dentro de unos instantes le va a ser impuesta al tomar posesión del cargo de Académico numerario, perteneció antes al Excmo. Sr. Duque de Medinaceli, que durante muchos años ocupó dicho sitio y que dejó entre nosotros grata memoria. Es, pues, una silla de aristocrática ascendencia por doble concepto.

En el discurso de Hernández-Pacheco se pone de manifiesto que el relieve de la Península Ibérica es consecuencia de las viejas estructuras geotectónicas por la formación de la orogenia pirenaico-alpina de la época terciaria y más tarde, durante el período cuaternario, ha evolucionado de un modo muy ostensible como siempre pasa por efecto de la erosión, fenómeno que sigue constantemente su efecto destructivo y que es causa de sucesiva modificación de la geografía física de los terrenos.

Señala el conferenciante que en el proceso pirenaico-alpino hay dos fases fundamentales: la previa y preponderantemente orogénica, que determinó los plegamientos y relieves montañosos generales, y la epirogénica, que produjo grandes deformaciones verticales, con elevaciones y depresiones en los sistemas rocosos. Y después, con mayor modernidad, afectando a toda esa masa convulsionada y de formación violenta, se continúa la modificación del aspecto y estructura del relieve con el proceso de erosión que con alteraciones superficiales y decantaciones sucesivas modifica día a día los perfiles aparentes.

Si soslayando el punto de vista científico, que tiene tan gran interés en la Geología de España, miramos solamente el aspecto de las condiciones naturales de aprovechamiento vital, podemos decir que en nuestro solar hispánico hemos sido desgraciados.

La formación orogénica antes indicada es tan violenta en su desarrollo vertical y tan complicada en su forma y constitución física que, para las condiciones en que tiene que desarrollarse la vida de convivencia de sus moradores, constituye una inmensa dificultad para el logro de sus actividades.

El inmenso trabajo que es preciso desarrollar para dar movilidad a los seres vivientes a través de obstáculos tan enormes como llevan las diferencias de nivel, acusadas por miles

de metros en cortos espacios horizontales, forma en nuestro territorio nacional una de las más fuertes dificultades al desarrollo de su propia vida.

Las naturales expansiones de los hombres hacen crear las vías de comunicaciones, y los ásperos sistemas montañosos producen indudablemente un freno a sus movibilidades, lo que da lugar a un trabajo más reducido en el rendimiento eficaz de ellas y como efecto consume en gran parte sus energías en trabajos pasivos.

Pero no es sólo en este aspecto de dificultad de comunicaciones, aun siendo importantísimo para la actividad nacional, sino que, además, hay otros varios que tienen con la misma causa contribución muy onerosa en lo que pudiéramos llamar nuestro patrimonio propio.

Si por arte taumátúrgico se pudiera conseguir que las alturas de los macizos montañosos quedaran reducidas a la mitad de sus ordenadas verticales, esta reforma ideológica influiría de tal modo en la economía nacional que su beneficiosa influencia sería la más trascendental de cuantas pudieran soñarse.

La distribución de vientos sería notoriamente alterada. Los temporales del Atlántico y del Oeste y Norte serían propagados al interior de la Península y el régimen de lluvias sería seguramente beneficiado en regularidad.

Bien se acusa este fenómeno en los mapas hidrográficos, en los que se observa claramente que en varias regiones, y por el solo recorrido de algunos kilómetros de distancias horizontales, se aprecian cantidades de lluvia anuales que están en la enorme relación de 1 a 6, por la discontinuidad producida en el intervalo.

Los ríos de nuestro territorio son verdaderos torrentes, en los que el régimen fluvial de circulación permanente sólo lo tienen en los tramos inferiores, modificados constantemen-

te por las aportaciones sólidas de sus arrastres en la cuenca, y la cantidad, de por sí pequeña, de hidraulicidad intrínseca en su volumen total queda distribuída tan irregularmente por la complicada orografía que periódicamente constituye casi una calamidad en lugar de benéfica influencia.

La erosión en los montes de España juega un papel muy importante. Ya hemos dicho antes que es un fenómeno normal de formación constante de los terrenos actuales, constituyendo por sí sola el moderno proceso de evolución desde la gea formativa.

Estos ríos, en lugar de ser —como en la mayor parte de los países— un cauce tranquilo, por donde transcurren las aguas de un modo apacible y poético, en nuestro país son, en general, unas torrenteras agresivas y tumultuosas. En los tramos altos, la pendiente fuerte hace poco permanentes las aguas, y las torrenteras forman unos pliegues de canchaleras y derrubios; en las zonas inferiores los arrastres y sedimentación de sus turbias aguas constituyen en formación unos terrenos de limo, que hacen divagar el cauce con meandros y cauces auxiliares capaces de empachar anchas extensiones de sedimentos.

Y siendo un territorio el nuestro que adolece del defecto de agua con tan calenturiento anhelo en casi todas las regiones, se vierten al mar en algunas épocas inmensas cantidades de líquido bienhechor precisamente por su discurrir tumultuoso.

\* \* \*

La evidencia de tales hechos hace comprender la imperiosa necesidad de poder proporcionar a los españoles un alivio en su desgraciada situación de origen, y en tal sentido los grandes planes de obras públicas sirven de notoria mejo-

ría. Es, indudablemente, la mejor manera de auxiliar a la Geología, encauzando, por decirlo así, su proceso formativo.

Cuando en el período más agudo de la guerra de España resonaba el cañón con mayor ímpetu, a finales del año 1937, el Generalísimo me confió el estudio de un plan general de obras públicas que sirviera de arranque a la reconstrucción nacional, cuando el ansiado triunfo de las armas nacionales hubieran conseguido la paz y tranquilidad para el trabajo. Y antes de formado el primer Gobierno nacional empezamos a redactar el complejo proyecto general.

Las devastaciones ya anteriores a la guerra, los grandes estragos en los territorios que en ella fatalmente habían de producirse, las previsiones que debían hacerse para un mejor porvenir y la impulsión que industrial y agrícolamente debían realizarse posteriormente, obligaban a fijar la atención de los poderes públicos en cuatro grandes sectores, a estos efectos: las carreteras y caminos de comunicación, los ferrocarriles, las obras hidráulicas y, por último, las de puertos y trabajos marítimos. Inmenso programa para redactarlo con acierto en poco tiempo, pues era de esperar que la terminación de la guerra llevaría inmediatamente la impaciencia a los epíritus de los españoles, que con tanta presteza hacían entonces la encarnizada lucha por su liberación.

Pues con la reducidísima, pero muy eficaz, cooperación de unos colaboradores, que en número no excedieron de seis, se hizo la redacción de un Plan general de Obras Públicas, que al principio se refirió a media España y luego se completó para la otra media, Plan que en el plazo inmediatamente siguiente a la terminación de la guerra se entregó al Gobierno, el cual otorgó su aprobación y la publicación de una Ley del Estado para su cumplimiento inmediato y vigencia de algunos años. En este Plan se hizo la segregación de los ferrocarriles porque la índole de éstos y su relación con las empresas concesionarias obligaba a otras complejidades adminis-

trativas, que después fueron consideradas y que dió lugar a copiosísimo estudio.

En realidad es preciso indicar que el Plan, aunque de gran extensión —pues abarcaba todos esos sectores—, tenía como tónica general la de economía en su conjunto, pues harto sabido era el presagio de que por una economía que había de quedar tan quebrantada por tan justificados motivos sólo debía impulsarse lo que se presentaba con mayor rendimiento y con el verdadero sentido de carácter urgente.

Pero si todos esos sectores tienen de por sí muy directa relación con el relieve geográfico, sería excesivamente prolijo el detalle de todos ellos, y atendiendo más bien a la sugerencia invocada en el discurso del Sr. Hernández-Pacheco sólo nos referiremos al presente a lo que en las obras hidráulicas tiene más aplicación aparente.

El estudio completo de las cuencas de los ríos fué en el Plan citado, y en el sector correspondiente, el motivo fundamental de las mejoras propuestas.

Dada la época en que se hizo y con el punto de vista de la urgencia en la puesta en marcha, es natural que no tuviera carácter de agotamiento en su aspiración, sino de logro del mejor escalonamiento en una modesta aunque eficaz reconstrucción nacional.

A este fin, las cuencas principales (y después las de afluentes) se consideraron desde el origen con la formación de pantanos reguladores y de embalse, consolidación de márgenes, aprovechamientos para riegos y potencia hidroeléctrica, que son, en suma, los más principales elementos de utilización. Y así, se hizo una extensa descripción de obras a realizar con índice de urgencia en cada grupo para tener una estadística de plan ordenado que a través de bastantes años, con más o menos rigurosidad, se está llevando a cabo.

De ese modo, en la cuenca del Ebro, desde tramo superior se incluyó en su comienzo el pantano del Ebro y los siguién-

tes de Alloz, Yeşa, Sotonera, zona de Tardienta y Monegros, hasta los de zona inferior a Zaragoza, con los desagües y zonas de aplicación con canalizaciones y defensas. Así también, el conjunto, casi hasta entonces poco apreciado, de la cuenca del Tajo, por su básica regulación con el doble embalse de Entrepeñas y Buendía fué iniciado, y que ahora, una vez terminado, ha producido los mejores efectos, así como los subsiguientes, en serie sucesiva de embalses todavía en período de menor avance y como alentadora esperanza los que sin consignar aún de modo efectivo presentan gran porvenir desde la zona inferior al Tiétar.

Una cuenca que en época anterior era casi desconocida a los efectos de utilización y transformación era la zona hidráulica del Guadiana, con sus grandes posibilidades en las márgenes de Cijara y Badajoz. Esta fertilísima cuenca ya fué incluida en el Plan general como zona de las mejores posibilidades, aunque en aquella época no se hiciera más que la puesta en juego de sus líneas fundamentales, pero la iniciativa ya estaba apreciada.

La gran cuenca del Duero, con aprovechamiento de riego y de energía en las mejores condiciones de utilización, no era necesario exaltarla, pues conocidas eran sus posibilidades. La del Guadalquivir y sus afluentes, con la parte afectada por las mareas e influenciada por la navegación. Las de la zona del Norte, con las aguas del Miño y sus afluentes. Y por último y de gran interés los ríos de vaciante en la región de Levante, que desde época bien remota eran conocidos.

Todos éstos fueron estudiados y hasta proyectadas y presupuestadas sus obras principales para ser explícitamente incluidas en aquel Plan, y aunque ahora modernamente surgen por distintas Corporaciones planes con nombres regionales distintos que parecen dar una iniciativa moderna, en rigor todo eso fué considerado, incluido y valorado ya en aquellos pri-

mitivos documentos a que hacemos referencia, por haber sido incluidos y a los que se debe su paternidad.

Ahora bien, en la época actual, ya sin la precipitación que hubo de tener un desarrollo de urgencia, es necesario ocupar la atención en aquellos aspectos de la erosión y sus arrastres, que tienen íntima relación con la fisonomía geológica y que en verdad no han sido muy tenidos en cuenta en los planes estatales. Me refiero a la denudación que se produce en las laderas por las escorrentías y a los sedimentos y decantaciones, que en su arrastre modifican el álveo.

Es bien notorio que en casi todos los ríos españoles las laderas que no están protegidas se van denudando sucesivamente y su fertilidad se extingue con las arroyadas frecuentes.

No sería oportuno indicar los muchos medios que se ofrecen para evitar estos demoleedores efectos, pero sí aprovecharemos todas las ocasiones en que puedan recomendarse para complementar los planes hidráulicos con aquellas previsiones destinadas a conjurar este peligro, que lento pero constante es causa del empobrecimiento de grandes extensiones de terreno.

Las dos causas, erosión y sedimentos, que son simultáneas en un ciclo de tiempo, tienen tal importancia en nuestro país que si se midieran en su aspecto crematístico constituirían en el total de las cuencas efectos de tanta consideración como los propios riegos.

Buena sugestión es para los planes del porvenir, ya que de momento no haya sido posible atender más que el tratamiento general de urgencia.