

El volum total d'embassament és superior a 81.000 hm³

Les grans preses del riu Colorado

Lluís Berga

DIRECTOR DE LA JUNTA D'AIGÜES DE CATALUNYA
CATEDRÀTIC D'HIDRÀULICA I HIDROLOGIA DE
L'ETS D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS DE BARCELONA

El riu Colorado, als EUA, té una longitud de 2.334 km i drena una superfície de 622.000 km² als estats de Wyoming, Colorado, Utah, Nevada, Nou Mèxic, Arizona i Califòrnia. Durant 443 km discorre pel conegut Gran Cañón, una de les grans meravelles naturals del món, que té una amplada mitjana d'uns 60 km, amb una profunditat màxima d'1,6 km i alçàries a les vores superiors als 2.600 m.

Les obres per a l'aprofitament dels recursos i aportacions del riu van iniciar-se a partir de l'any 1922 arran de l'acord (*Colorado River Compact*) a què arribaren els set estats implicats que conformen la conca, que donaria lloc a la construcció de les grans preses del riu Colorado que són actualment les infraestructures bàsiques per a la seva regulació, amb un volum total d'embassament superior a 31.000 hm³.

Per la seva alçada i volum d'embassament destaquen la presa de Hoover, construïda entre els anys 1931-36, i la de Glen Canyon, 1956-1966. La primera, amb una capacitat d'embassament de 34.852 hm³, i la segona, amb 33.304 hm³. Totes dues del tipus d'arc-gravetat, són les peces fonamentals en el control i la regulació del riu Colorado.

El riu Colorado neix prop del "Gran Llac" a les Muntanyes Rocalloses, al nord de Denver (estat de Colorado) (vegeu la figura número 1). Des d'allí baixa ràpidament cap al sud-oest, amb pendents superiors al 2 per mil, i travessa l'immens *plate* del Colorado, que s'estén al sud de l'estat de Utah i al nord-oest del d'Arizona. Després, s'encamina cap al sud i desemboca al golf de Califòrnia, a Mèxic. Té una longitud de 2.334 km i drena una superfície de 622.000 km² als estats de Wyoming, Colorado, Utah, Nevada, Nou Mèxic, Arizona i Califòrnia. Els seus afluents princi-

pals són, al seu marge dret, el Green River, i a l'esquerra els rius Gunnison, San Juan, Little Colorado i Gila. La seva aportació mitjana és de 18.500 hm³/any, cosa que significa un cabal mitjà de 586,6 m³/segon i un cabal específic aproximat de 0,001 m³/segon per km.

El riu Colorado fou descobert l'any 1539 per Francisco de Ulloa, el qual, comandant tres naus i navegant pel golf de Califòrnia, va arribar fins a la seva desembocadura el dia de Sant Andreu, per la qual cosa el batejà

com a riu de Sant Andreu. Un any més tard, Hernando de Alarcón va remuntar el riu amb els seus vaixells fins més amunt de la desembocadura del riu Gila i l'anomenà "el riu de la bona Guia". Però no és fins l'any 1598 que Juan de Oñate, governador castellà del territori de Nou Mèxic, l'anomena riu Colorado a causa del color vermellós de les seves aigües. Des de llavors ha tingut molts noms (riu Colorado, Gran Colorado, el Gran, etc.) però hem d'esperar a 1921 quan el congressista Edward Taylor, durant les discussions del repartiment de les aportacions, aconseguí que el nom oficial torni a ser el de riu Colorado. Curiosament, després de la construcció de les grans preses al seu tram superior i inferior les aportacions sòlides s'hi han vist considerablement reduïdes i les aigües del riu presenten durant la major part de l'any uns tons molt més clars. Anteriorment les aportacions mitjanes eren d'uns 200 milions de tones l'any.

Els períodes de crescudes del riu tenen lloc normalment entre abril i juny i abans de la seva regulació causaven molt de mal,

Del 13 al 17 de juny de 1988 va tenir lloc a San Francisco (EUA) el **XVIè Congrés Internacional de Grans Preses**, sota el patrocini de la Comissió Internacional de Grans Preses. Durant aquests dies foren presentades nombroses ponències i comunicacions sobre les qüestions prèviament escollides per debatre en profunditat, que d'acord amb l'estat de l'art de la construcció de preses i amb la problemàtica que poden representar els grans embassaments foren les següents¹:

- Embassament i medi ambient: experiències de gestió i de mesura de l'impacte.
- Preses de materials solts: elements d'impermeabilització que no siguin nuclis d'argila.
- Progressos recents en la construcció de preses de formigó.
- Avingudes de projecte i laminació d'avingudes durant l'exploració de les preses.

La presència de representants de la Generalitat de Catalunya i

en general d'Espanya en el Congrés va ser molt nombrosa. Hi van haver aportacions qualificades a les diverses qüestions, tal com podem veure en l'Informe General del Comitè Nacional Espanyol de Grans Preses². Però, a més d'una posada al dia de la tècnica en el camp de les preses, el Congrés ha significat també per a molts de nosaltres conèixer més bé les preses dels Estats Units, i l'organització federal i estatal de la gestió dels recursos hidràulics.

Fig. 1 CONCA DEL RIU COLORADO



principalment en el seu tram inferior que corre al llarg de la frontera entre Califòrnia i Arizona. Així, per exemple, l'any 1905 el riu va trencar les defenses del seu marge dret i el seu curs canvià, es va dirigir cap a Imperial Valley, al sud de Califòrnia, i arrasà tots els habitatges i els camps que trobà al seu pas, obrint un nou llit que desembocava al Salton Sea, la superfície del qual va augmentar uns 1.200 km². Es va trigar més d'un any a aconseguir que el riu tornés al seu llit primitiu. També foren importants les inundacions de 1913 a la vall de Yuma i les de 1922 a la vall de Palo Verde. A l'estació d'aforaments que l'*U.S. Geological Survey* té al Gran Cañón del Colorado, la màxima avinguda registrada va tenir lloc el 2 de juliol de 1927 amb un cabal de 3.600 m³/segon, encara que

els estudis històrics mostren que l'any 1884 va tenir lloc una avinguda aigües amunt amb un cabal màxim d'uns 8.500 m³/segon.

Tal com hem assenyalat, el riu Colorado en el seu curs mitjà travessa l'anomenat Colorado *Piateau*, que és format per un conjunt de planures (Coconino, Kaibab, Kanab, Marble, Hualapi, etc.), i ha donat lloc a més de 19 "gorges", on el riu ha tallat profunds congostos, com ara la Marble Gorge (vegeu fotografia núm.1) situada aigües avall de la presa Gleen Canyon. En qualsevol d'aquestes gorges s'hi podria ubicar una presa i, evidentment, en algunes hi han estat construïdes les grans preses del riu Colorado. D'entre totes cal destacar per la seva grandiositat i bellesa la del Gran Cañón del riu Colorado.

El Gran Cañón

El Gran Cañón del riu Colorado (Gran Canyon, en anglès) ocupa un lloc prominent entre les set meravelles naturals del món. El riu discorre en les profunditats del canyó durant 443 km i la força de les seves aigües, juntament amb l'acció de la pluja i de la temperatura, han erosionat les roques amb estratificació horitzontal produint un seguit de canyons o gorges transversals al profund Cañón del riu principal (vegeu fotografia núm. 2). L'amplada mitjana del Cañón és d'uns 60 km, i varia entre un mínim de 30 km i un màxim de 180 km. La seva profunditat màxima és d'1,6 km, amb alçàries, a les vores, superiors de 2.600 m, i a tot el seu perfil hi ha variacions climàtiques importants que serveixen de medi per a la



2 Gran Cañón del Colorado. Vista des del South Rim.

implantació de nombroses i variades espècies vegetals i animals, constituint un dels hàbitats més característics i representatius del món. A les parets rocalloses també podem observar els processos geològics que han tingut lloc al plateau del Colorado des de fa més de 2.000 milions d'anys i és aquí on el llibre geològic s'expressa amb gran transparència des dels esquists de l'època precàmbrica al fons del cañón, fins les arenisques del final del pèrmic a les seves ribes més altes (vegeu fotografia núm. 3). A més de la seva impressionant bellesa, espectacularitat i significació biològica i geològica, el Gran Cañón del Colorado ha constituït una fita molt singular en la història dels descobriments i conquestes de la humanitat. Durant el període prehistòric els vessants del Cañón van ser habitats pels paleoindis i posteriorment pels indis anasazi, cerbat, painte, navahos i molts d'altres. Però, no és fins l'any 1540 que García López de Cárdenas, formant part d'un destacament de l'expedició de Coronado, descobreix el Gran Cañón del Colorado, probablement des del marge sud, entre les zones anomenades Desert View i Moran Point. Des de llavors recorregueren el lloc alguns missioners i ex-



1 Cañón de Marble Gorge aigües avall de la presa de Glen Canyon. Actualment forma part del Parc Nacional del Gran Cañón del Colorado.

pedicions procedents dels regnes hispànics, però durant més de 300 anys el riu Colorado, al seu pas pel Gran Cañón, va ser una zona desconeguda i misteriosa, sense que hi hagués cap descripció de la seva xarxa hidrogràfica; era un espai en blanc en els mapes de Nord-Amèrica. Així, després d'algunes exploracions fetes localment per caçadors i pel govern dels Estats Units, hem d'esperar fins l'any 1860 quan el major John Wesley Powell duu a terme la primera expedició documentada que recorre completament el tram del riu que passa pel Cañón del Colorado. Era una expedició composta per nou homes i quatre barques, i va sortir el 24 de maig del poble de Green River. Després

va baixar per aquest riu fins arribar al riu Colorado, travessant el Marble Canyon i el Gran Cañón del Colorado, per arribar a prop de l'actual llac Mead, després de 95 dies de marxa i de perdre tres membres de l'expedició.

Una de les característiques del riu Colorado al seu pas pel Gran Cañón és la presència de nombrosos ràpids que fan que la navegació amb barca hi sigui molt difícil, sobretot amb cabals baixos. El pendent mitjà del riu en els quasi 450 km és d'un 1,6 per mil, però en els setanta ràpids, que representen una longitud de només el 9 %, hi ha quasi un 50% de pèrdua de cota. La majoria d'aquests ràpids s'han produït per

Quadre núm. 1

NOM (ANY)	RIU	TIPUS	ALÇADA (m)	VOLUM PRESA (x10 ³ m ³)	VOLUM EMBASSAMENT (x10 ⁶ m ³)	CAPACITAT SOBREEIXIDOR (m ³ /seg.)	TIPUS DE SOBREEIXIDOR	USOS
FLAMING GORGE (1964)	GREEN	VA	153	755	4.673	821	V	H,C,S,R
BLUE MESA (1966)	GUNNISON	TE/ER	119	2.355	1.160	954	V	H,C,R
MORROW POINT (1968)	GUNNISON	VA	143	279	144	1.161	V	H,C,R
CRYSTAL (1977)	GUNNISON	VA	98	112	32	1.212	L	I,H
NAVAHO (1963)	SAN JUAN	TE	123	20.521	2.108	963	L	I,R
GLEN CANYON (1966)	COLORADO	VA	216	3.747	33.304	7.815	V	H,S,C,R
HOOVER (1936)	COLORADO	VA	221	3.364	34.852	11.327	V	I,H,C,S,R
DAVIS (1950)	COLORADO	TE/ER	61	2.785	2.243	6.060	V	H,I,S,C
COOLIDGE (1929)	GILA	MV	77	154	1.172	3.398	V	I,H
ROOSEVELT (1911)	SALT	VA	85	272	170	4.248	V	H,I,S,R
PARKER (1938)	COLORADO	VA	98	291	799	11.327	V	H,I,S,R

VA- Volta d'arc-gravetat MV- Voltes múltiples TE- Terra ER- Escullera L- Sobreeixidor de làmina lliure V- Sobreeixidor amb comportes
I- Regs H- Hidroelèctric C- Laminació d'avingudes S- Abastaments urbans i industrials R- Usos recreatius

les aportacions al llit principal del material arrossegat procedent dels congostos laterals que reduïxen la secció del riu i en modifiquen el llit, però alguns procedeixen d'antics golerons de laves volcàniques que van arribar a obstructir el pas de les aigües i van crear en algun cas estancaments molt espectaculars, com podria ser-ho el del ràpid de Lava Falls on hom creu que hi va haver una muntanya de lava d'uns 420 m d'alçada que va crear un llac amb una longitud de més de 200 km de llarg. En tots aquests ràpids, a causa de la disminució de la secció hidràulica del cabal i dels forts pendents locals, les velocitats dels fluxos són molt elevades, de fins a 5 m/segon.

Després de les expedicions de Powell van començar a aparèixer

els primers moviments per a la preservació del Cañon i, després de diverses provatures, el Congrés dels Estats Units va establir el Parc Nacional del Gran Cañon l'any 1919. Posteriorment, l'any 1975, el president Gerald Ford va ampliar la zona del parc nacional fins als límits actuals que comprenen uns 5.000 km².

Obres de regulació. Grans preses

Al final del segle passat van començar a ser construïts els primers aprofitaments hidràulics del riu Colorado i dels seus afluents, principalment per regar terres. D'entre tots aquests, hem d'esmentar els que feren els morrons al Green River, els regs de la vall de Palo Verde, els de la vall

de Yuma i els de l'Imperial Valley, a Califòrnia. Però l'any 1910 el *Bureau of Reclamation* només havia construït la presa de Theodore Roosevelt a Arizona i la derivació de Laguna a la frontera entre Califòrnia i Arizona, i això no significava una regulació efectiva ni un control dels importants recursos que anualment el riu Colorado aportava.

Això es devia a les disputes que els set estats tributaris del riu mantenien des de feia dècades. Però, després de les avingudes catastròfiques ja esmentades dels anys 1905-1906 i de 1913, els estats implicats van arribar a un acord en el repartiment de les aportacions del riu, que es va plasmar en el *Colorado River Compact* (Acord del riu Colorado) l'any 1922, i que va constituir la

peça clau per a poder iniciar les grans obres de regulació del riu. Així, posteriorment, van anar apareixent legislacions específiques al Congrés que van donar lloc a la construcció de les grans preses del riu Colorado que són actualment les infraestructures bàsiques per a la seva regulació.

La figura núm. 1 i la taula núm. 1 mostren les principals preses del riu Colorado i les seves característiques més importants. Hem d'assenyalar que el volum total d'embassament és superior als 81.000 hm³ i, si ho comparem amb l'aportació anual mitjana, ens dóna una idea de l'alt grau de regulació a què estan subjectes els cabals que hi corren (volum d'embassament/aportació mitjana anual = 4.4).

Peces fonamentals

D'entre totes aquestes preses hem de destacar per la seva alçada i volum d'embassament la presa de Hoover i la de Glen Canyon que són les peces fonamentals en el control i la regulació del riu Colorado.

La presa de Hoover té els seus antecedents en la *Boulder Canyon Project Act* (Acta del Projecte del Cañón Boulder) que fou promulgada l'any 1828, sis anys després de l'acord general entre els set estats per al repartiment dels recursos del riu Colorado. Es troba en el Black Canyon o Boulder Canyon (vegeu fotografia núm. 4), entre Nevada i Arizona, i va començar a ser construïda l'any 1931. Les obres s'acabaren l'any 1936. És del tipus arc-gravetat, té una alçada sobre els fonaments de 221 m, i en el seu temps fou la presa més gran del món (vegeu fotografia núm. 5). Els fonaments de la presa tenen una base de 201 m i l'amplada de la coronació és de 14 m, amb una longitud de 379 m. El volum de formigó de la presa és d'uns 3,3 milions de metres cúbics i la capacitat de l'embassament és de 34.852 hm³, quasi el doble de l'aportació mitjana anual del riu. Aquesta presa té molts usos, com ara la regulació del riu per als diversos con-

sums aigües avall (regs, abastaments urbans i industrials), el control de les avingudes i la producció d'energia elèctrica. Per a fer tot això disposa d'una central amb 16 turbines i una potència instal·lada de 1.344,8 Mw que donen una producció anual mitjana d'uns 4.000 Gwh/any.

Per a evacuar els cabals d'avingudes disposa de dos sobreeixidors amb abocador lateral en canal i desguàs posterior en túnel, un a cada marge de l'embassament i amb una capacitat total d'11.327 m³/segon, el doble del cabal màxim registrat al Black Canyon. La longitud del sobreeixidor és de 215 m i té quatre comportes de 30 m de longitud per 4,8 m d'alçada (vegeu fotografia núm. 6). Aquests sobreeixidors foren provats l'any 1941 i no funcionaren realment fins l'avinguda de l'estiu de 1983 (vegeu fotografia núm. 7), cosa que ens dóna una idea clara de la importància que ha tingut l'embassament en la retenció de les avingudes.

L'embassament creat per la presa Hoover té una superfície d'unes 64.000 ha i una longitud de 177 km amb una costa de 1.320 km. És el llac artificial més gran dels Estats Units i l'anomenen Lake Mead, constituint una *National Recreation Area* (Àrea Nacional d'Esbarjo) que rep cada any més de 10 milions de visitants. S'hi practiquen tota mena d'esports nàutics, i és una àrea important de pesca esportiva i de reserva natural. A més a més, el *Bureau of Reclamation* organitza, per als turistes que vénen a la zona, visites tècniques a la presa, amb passejades a través de les seves galeries (vegeu fotografia núm. 8) i a la central hidroelèctrica, que no cal dir que contribueixen de manera molt significativa al fet que els ciutadans compren- guin la importància d'aquest tipus d'obres i la seva necessitat per a un aprofitament més bo dels recursos hidràulics.

La presa de Glen Canyon és la clau fonamental per a tota la regulació del curs alt del riu Colorado, ja que serveix per a les demandes del *Colorado River Storage Pro-*

ject i a més permet complir els compromisos de la *Colorado River Compact* de 1922. Es troba al congost del mateix nom (vegeu fotografia núm. 9); va començar a ser construïda l'any 1956, i l'any 1966 les obres foren acabades. És del tipus arc-gravetat i té una alçada de 216 m (vegeu fotografia núm. 10). La fonamentació de la presa té una base de 90 m i l'amplada de coronació és de 7,5 m, amb una longitud de 476 m. El volum de formigó és d'uns 3,7 milions de metres cúbics, i la capacitat d'embassament és de 33.304 hm³. La central hidroelèctrica consta de 8 turbines amb una potència instal·lada de 1.320 Mw i una producció mitjana anual d'uns 4.200 Gwh. Per a l'evacuació dels cabals d'avinguda disposa de dos sobreeixidors en túnel de formigó perforat a través de la roca dels marges, amb una capacitat total de 7.815 m³/segon. L'entrada de cada sobreeixidor és controlada per dues comportes radials de 12 m x 15,75 m.

Durant la primavera i l'estiu de 1983 va tenir lloc una avinguda molt important a la conca superior del riu Colorado, a causa de la fusió ràpida de la neu i d'unes pluges molt intenses, amb cabals punta d'uns 3.200 m³/segon. Això va obligar a posar en servei els dos sobreeixidors laterals que van estar desguassant, des del 2 de juny fins al 23 de juliol, en alguna ocasió cabals superiors als 900 m³/segon. Un cop va acabar l'abocament van veure que el formigó del revestiment del túnel havia quedat danyat de manera important a causa de la cavitació i l'erosió. El més danyat fou el del marge esquerre: en alguns trams el revestiment havia desaparegut per complet i s'havia produït un forat a la roca de 41 m de llarg, 15 m d'ample i més de 10 m de profunditat. Les obres de reparació van consistir a refer el formigó del revestiment i a construir, a la part superior del túnel, dispositius per a airejar per evitar la cavitació.

L'embassament creat per la presa Glen Canyon té una superfície superior a 63.000 ha i una longitud de 298 km, amb una cos-



3 Gran Cañón del Colorado, amb el riu Colorado al fons del cañón.

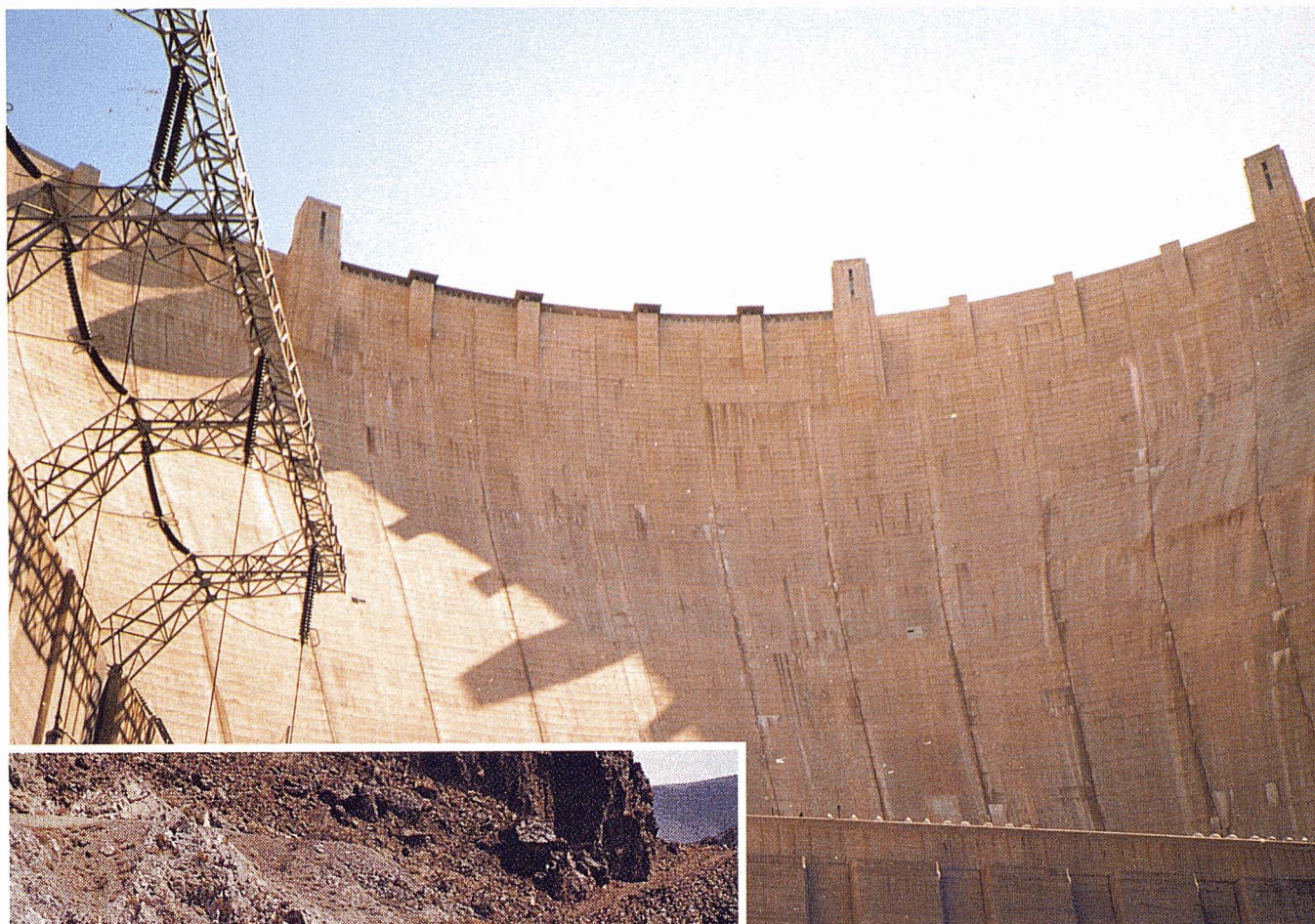
ta de més de 3.000 km. Rep el nom de Lake Powell en honor del primer descobridor americà que va creuar el Gran Cañón del Colorado (vegeu fotografia núm. 11). Igualment que el llac Mead, és un centre turístic molt important d'aquesta zona de l'est dels Estats Units. En una de les seves vores, a 80 km del clos, hi ha el monument nacional de Rainbow Bridge, que és un meravellós pont natural de pedra de 84 m de llum i 88 m d'alçada, i que constitueix el pont d'aquesta mena més gran del món (vegeu fotografia núm. 12).

Un nou sistema ecològic

La construcció de la presa Glen Canyon ha representat l'impacte humà més important al Gran Ca-



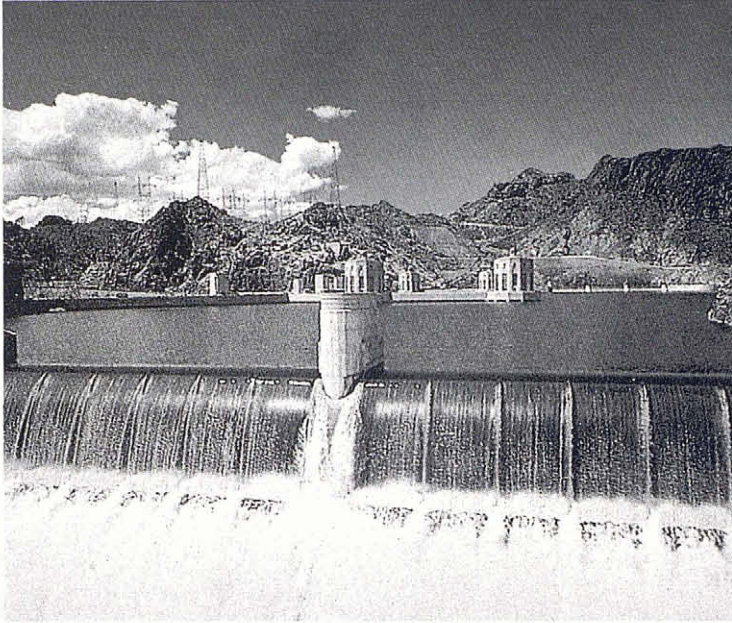
4 Boulder Canyon. Aigües avall de la presa Hoover. Podem observar la central (fletxa llarga), la sortida dels desguassos intermedis (fletxa curta), i la sortida del túnel del sobreexidor de superfície (asterisc).



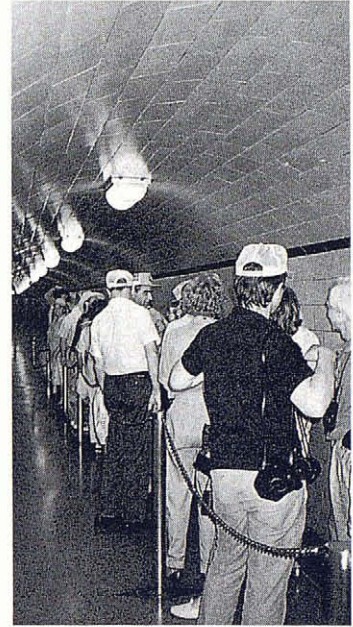
5 Presa Hoover. Parament aigües avall.

6 Presa Hoover. Sobreixidor amb abocador lateral del marge de Nevada.

ñón del Colorado, ja que ha alterat el règim dels cabals, ha eliminat l'aportació de sediments i ha fet disminuir la temperatura de l'aigua que hi circula. Així, han desaparegut les avingudes naturals del riu de cada primavera i els cabals estan totalment regulats; hi ha només la variació diària a causa de la producció hidroelèctrica, amb valors compresos entre els 30 m³/segon i els 900 m³/segon. Això ha donat lloc a un canvi de la vegetació dels marges dels rius, ja que abans les avingudes n'impedien el creixement i ara, en canvi, una gran varietat de plantes ha envaït aquests marges i ha introduït a la zona nous insectes, anfibis, rèptils, ocells i mamífers, canviant-ne l'ecosistema. Per una altra banda, la circulació d'aigües

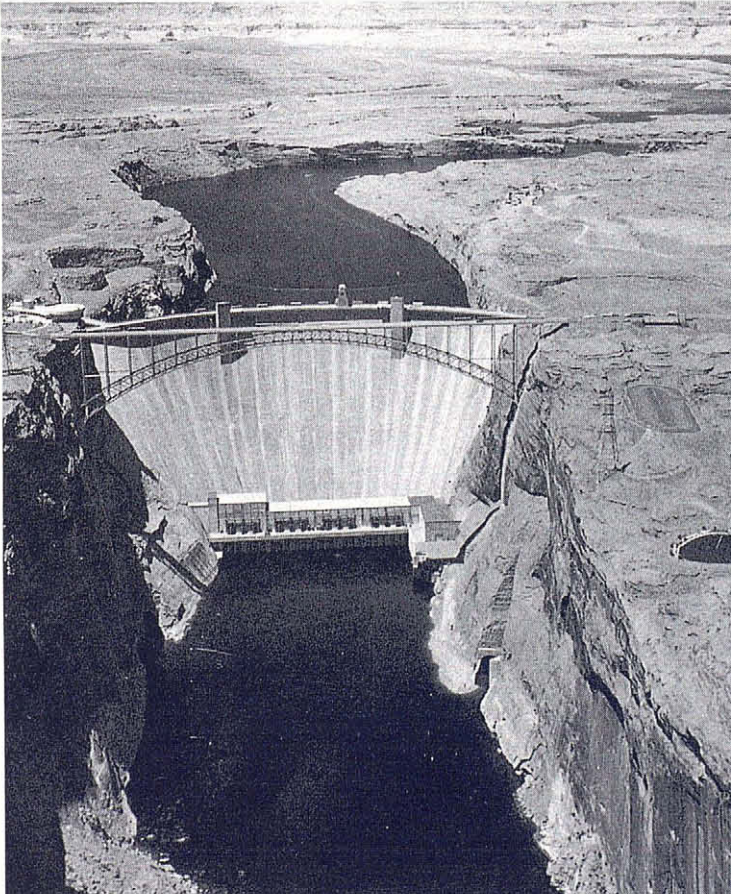


7 Presa Hoover. Primer abocament complet l'estiu de 1983.



8 Presa Hoover. Visita turística a les galeries de la presa.

9 Vista aèria del Glen Canyon amb la presa i el pont penjant d'acer.



més clares, sense sediments, ha produït el creixement de nombroses espècies d'algues que, al seu torn, han desencadenat un nou hàbitat fluvial. També s'han notat els efectes de la variació de la temperatura de l'aigua, que abans oscil·lava entre els 0° C i els 30° C, i actualment és al voltant dels 10° C, per la qual cosa quatre espècies nadiues de peixos s'hi han extingit, però hi han proliferat noves menes de carpes i truites. Com a combinació de tots aquests efectes s'ha desenvolupat un nou sistema ecològic a les profunditats del Cañón del Colorado, sense que puguem postular que globalment el canvi hagi estat perjudicial o beneficiós. Malgrat això, el *Bureau of Reclamation* realitza nous estudis per a intentar rectificar els efectes negatius produïts, adaptant, en la mesura que sigui possible, els esquemes operacionals de la presa de Glen Canyon.

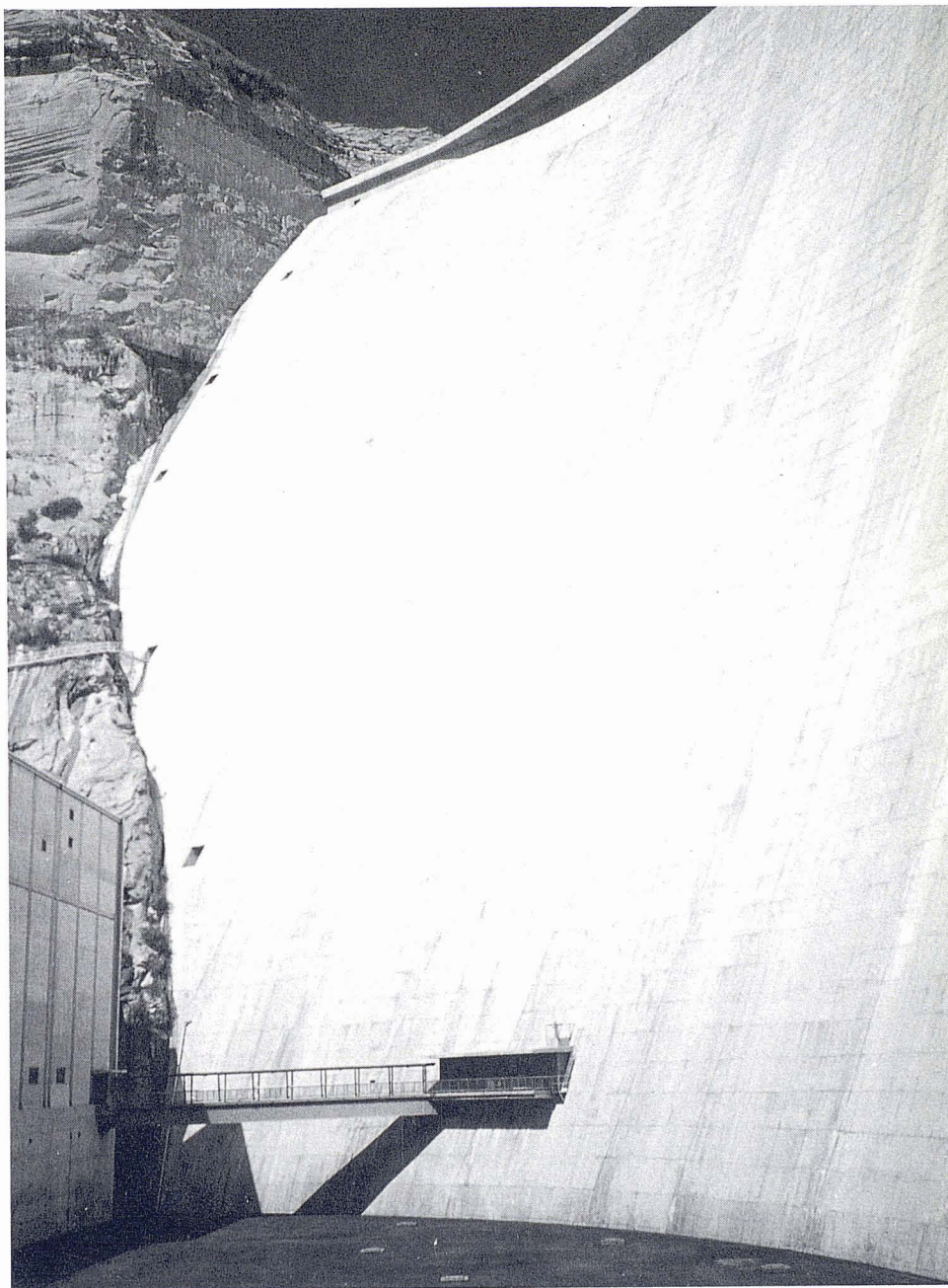
A més de les grans preses abans esmentades, els estudis inicials per a la regulació del riu Colorado proposaven la construcció de tres preses més: la d'Echo Parks al Green River i les de Mar-

ble Cañón i Bridge Canyon aigües avall de la Gleen Canyon, al riu Colorado. La primera fou ja descartada inicialment per la seva afecció al *Dinosaur National Monument*, però els estudis i avantprojectes de les altres dues, malgrat que afectaven força el Gran Canyo, van continuar fent-se fins que l'any 1966, un cop acabades les obres de la presa Glen Canyon, hom va pensar a iniciar-ne la construcció. Però el mes de juny de 1966 el Sierra Club de San Francisco va promoure una campanya pública d'oposició contra aquestes preses per la seva gran afecció al Gran Cañón, i finalment el Congrés dels Estats Units va aprovar una llei que disposava que cap estudi o construcció de preses que afectés la zona del Gran Cañón no es podria fer sense l'aprovació del Congrés.

Finalment la qüestió es va resoldre amb la modificació ja esmentada del Parc Nacional del Gran Cañón, signada pel president Gerald Ford el 1975, que ampliava la zona de parc nacional i, conseqüentment representava la prohibició de construir-hi aquestes preses.

L'assignació dels cabals

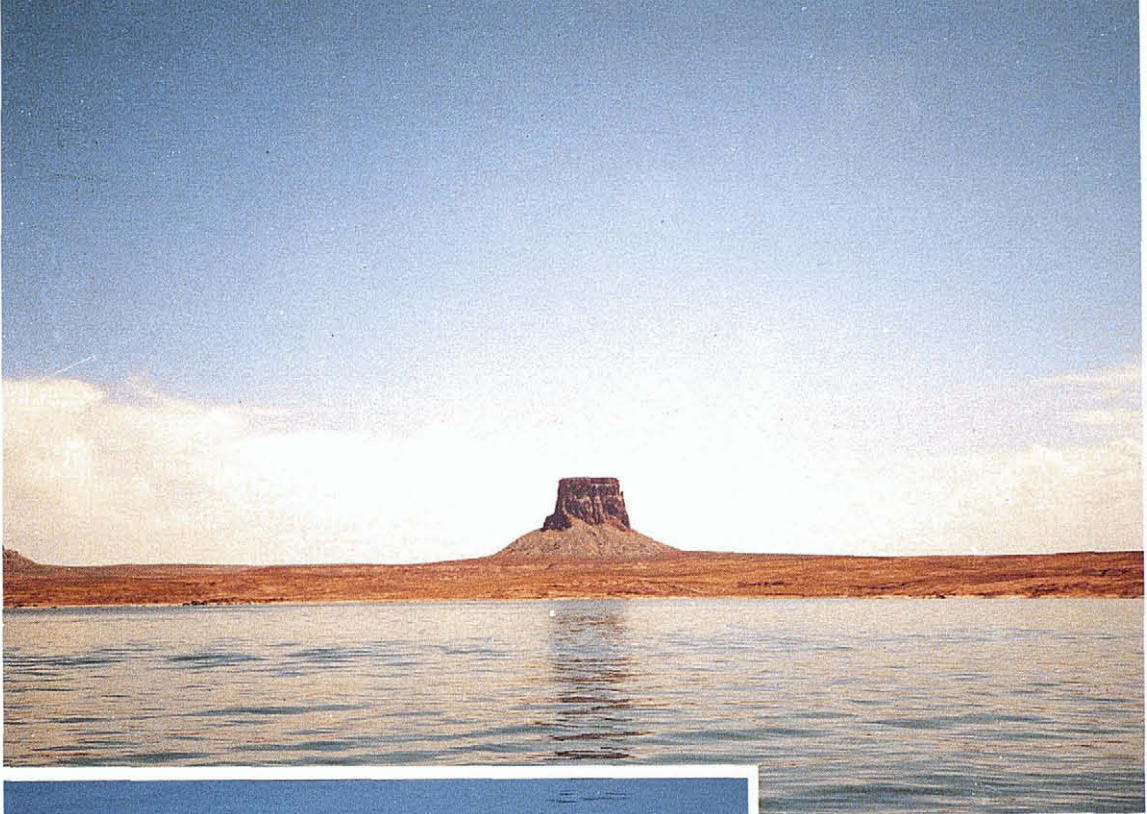
No voldria acabar aquest article descriptiu de les grans preses del riu Colorado sense fer esment del desenvolupament històric i de l'aplicació dels criteris bàsics que han servit durant molts anys per a l'assignació i repartiment dels cabals entre els set estats que hi ha a la seva conca. Com ja he referit, durant els primers decennis d'aquest segle, el consum més important dels cabals que fluïen pel riu el feia l'estat de Califòrnia, principalment per regar les valls Imperial i Coachella, però també per abastar algunes ciutats del sud de Califòrnia. Quan aquestes demandes van anar augmentant, es va plantejar la necessitat de regular els cabals amb la construcció d'una presa de gran capacitat d'embassament (presa de Hoover). D'aquesta manera, i seguint la simple doctrina que l'adquisició dels drets de l'aigua és per als primers que l'usen (l'A p-



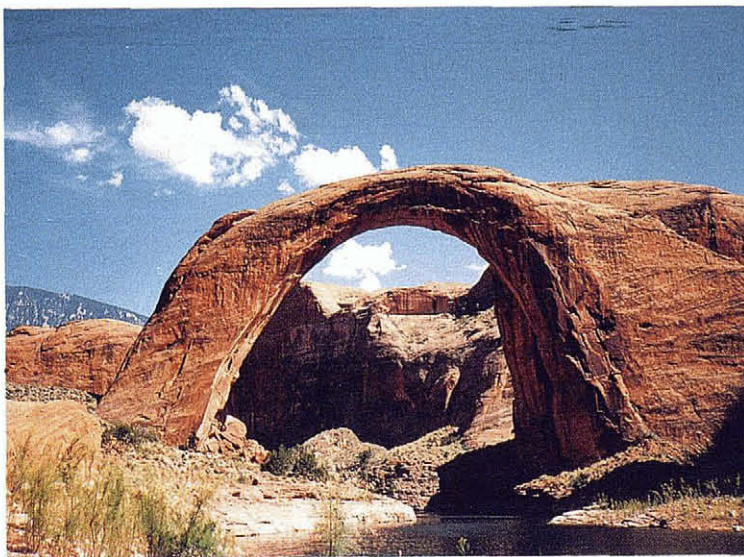
10 Presa Glen Canyon. Parament aigües avall, amb el Golf Course adjacent a la central hidroelèctrica.

propiation Doctrina que regulava els aprofitaments hidràulics a la majoria dels estats de l'est) l'aigua pertanyia a Califòrnia. Això hauria significat que aquest estat hauria disposat d'un monopoli molt important de l'aigua del riu Colorado, monopoli que hauria afectat profundament les perspectives de desenvolupament que ja

hi havia a la resta dels estats que en configuraven la conca. A més, cal tenir en compte que Califòrnia i Nevada pràcticament no contribueixen a l'aportació del riu, ja que la major part dels cabals són generats a Colorado (50%), Wyoming i Utah (35%) i Arizona i Nou Mèxic. Així doncs, és fàcil d'entendre que, quan la iniciativa de



11 Vores del llac Powell al costat d'Arizona.



12 Rainbow bridge prop del llac Powell a Utah.

Califòrnia fou presentada al Congrés, els congressistes van veure que calia adoptar un punt de vista més general de tota la conca i que el repartiment dels cabals havia de fer-se després d'una discussió entre tots els estats afectats.

Per això, durant onze mesos de l'any 1922 les delegacions dels set estats es reuniren a Santa Fe (Nou Mèxic), sota la presidència del llavors Secretari de Comerç Herbert Hoover. Segons refereixen les cròniques de l'època, després de llargues i tenses discussions van arribar a un acord que

(¹) Aquesta assignació a la conca inferior correspon als cabals que ha d'alliberar la conca superior a la inferior i és un valor mitjà del fixat en l'acord que literalment diu "92.510 hm³ per a qualsevol període de 10 anys consecutius".

és conegut com la *Colorado River Compact*.

Segons aquest acord, la conca del riu quedava dividida en dues subconques: la superior i la inferior, i el punt de divisió està situat a Lees Ferry, una localitat aigües avall de la presa Glen Canyon. La conca superior es refereix, doncs, a les parts de Colorado, Wyoming, Utah, Nou Mèxic i Arizona que drenen cap al riu Colorado aigües amunt de Lees Ferry, i la conca inferior inclou les parts d'A-

izona, Nevada, Califòrnia, Nou Mèxic i Utah que drenen cap al riu Colorado aigües avall de Lees Ferry, encara que, com podem veure a la figura núm. 1, la major part de la conca superior correspon als estats de Colorado, Wyoming, Utah i Nou Mèxic, i la conca inferior als de Nevada, Califòrnia i Arizona.

Entre els objectius principals de l'acord hi havia el de trobar un repartiment equitatiu per a l'ús de les aigües del riu Colorado, establir prioritats per als diferents consums, promoure les relacions entre els diferents estats i fomentar el desenvolupament industrial i agrícola de la conca del riu Colorado, regulant-ne les aigües i protegint les vides i propietats contra lesavingudes.

El pacte va fixar, segons les dades hidrològiques de què disposaven aquells anys, que significaven una aportació mitjana de 21.586 hm³/any, el següent repartiment de volums anuals:

- Conca superior	9.251 hm ³ /any
- Conca inferior ¹	9.251 hm ³ /any
- Suplement per a l'estat d'Arizona a la conca inferior.....	1.234 hm ³ /any
- Aportacions del riu a la nació mexicana (ratificat en el Tractat de l'aigua USA-Mèxic de 1944)	1.850 hm ³ /any
TOTAL.....	21.586 hm ³ /any

Basant-se en aquests pactes es van començar a construir les grans preses de regulació del riu i a establir els consums efectius de cabals, encara que la realització de les obres d'aprofitament i la distribució de recursos van estar envoltades de grans debats i polèmiques entre els diferents estats, a causa fonamentalment de la insuficiència de cabals. En realitat, s'ha vist que l'aportació mitjana del riu no és de 21.586 hm³/any, sinó només de 18.500 hm³/any; hi ha, per tant, un dèficit important respecte a allò que havia estat previst, cosa que ha representat una veritable batalla cada cop que un estat volia ampliar els seus regadius o fer noves obres de derivació per a consums urbans o industrials. Aquestes polèmiques s'accentuaren l'any 1956 quan el *Colorado River Storage Project* va autoritzar la construcció de la presa Glen Canyon. Això va provocar que el 1968 fos promulgada la *Colorado River Basin Project Act* en la qual, recolzant-se en els acords de 1922, el Secretari de l'Interior quedava autoritzat a coordinar amb els representants dels set estats els criteris d'exploració i operació dels grans embassaments d'emmagatzematge del riu Colorado per tal de poder satisfer les peticions i demandes dels estats de la conca.

Així doncs, podem concloure que el senzill conveni de l'any 1922, amb el repartiment global de cabals, ha servit per a tirar endavant les grans preses de regulació del riu i, encara que hi ha hagut i hi ha molts problemes i polèmiques, ha estat la base del desenvolupament de les importants obres d'infraestructura hidràulica que porten l'aigua del riu Colorado a les terres, ciutats i indústries de tots set estats.

LI. B.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. *Transactions of the Sixteenth Congress on Large Dams*. San Francisco 1988.
- 2.- COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS. ALONSO FRANCO, M., BERGA, L., BRAVO, G., CASAMAYOR, L., FERNÁNDEZ, P., FORA, J., GAZTAÑAGA, J.M., GUITART, J.L., HERRERO, E. *Informe general al XVI Congreso Internacional de Grandes Presas de S. Francisco*. Revista de Obras Públicas. Número Extraordinari abril-maig. 291-404, 1988.
- 3.- COOLEY, B. *The Colorado River*. Crescent Books. New York 1986.
- 4.- WATKINS, T.H. *The Grand Colorado: The story of a River and its canyons*. American West Publishing Company. Palo Alto. 1969.
- 5.- COOLEY, M., ALRIDGE, B., EULER, R. *Effects of the catastrophic flood of december 1966*. U.S.G.S. Professional paper 980. Washington. 1970.
- 6.- BEAL, M. *Grand Canyon. The story behind the scenery*. Kc. Publications Inc. Las Vegas. 1987.
- 7.- HOFFMAN, J.F. *Grand Canyon: Visual*. Western Recreational Publications. San Diego. 1987.
- 8.- BREED, W. J., ROAT, E. *Geology of the Grand Canyon*. Museum of Northern Arizona and Grand Canyon Natural History Association. Flagstaff. Arizona. 1976.
- 9.- CHRONIC, H. *Pages of stone*. Vol 4: Grand Canyon and the plateau country. The Mountaineers. Seattle. 1984.
- 10.- ANNERINO, J. *Hiking the Grand Canyon*. Sierra Club books. San Francisco. 1986.
- 11.- POWELL, J. W. *Exploration of the Colorado River and its tributaries*. Government Printing Office. Washington. 1875.
- 12.- POWELL, J. W. *The exploration of the Colorado River and its Canyons*. Dower Publications Inc. New York. 1961.
- 13.- CRUMBO, K. *A river runner's guide to the history of the Grand Canyon*. Johnson Books. Boulder Colorado. 1985.
- 14.- BUREAU OF RECLAMATION. U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR. *Hoover Dam Arizona-Nevada*. U.S. Government Printing Office. Washington. 1986.
- 15.- BUREAU OF RECLAMATION. U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR. *Construction of Hoover Dam*. Kc. Publications Inc. Las Vegas. 1976.
- 16.- SKERRET, R. G. et al. *The story of the Hoover Dam*. Nevada Publications. Las Vegas. 1979.
- 17.- CASTALDO, G. *Hoover Dam and Lake Mead*. Western Supply. Las Vegas. 1986.
- 18.- JONES, S. *Glen Canyon Dam, and Steel-arch bridge*. Sun country Publ. Page. Arizona. 1984.
- 19.- BUREAU OF RECLAMATION. U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. *Glen Canyon Dam and Powerplant*. Self-Guided Tour. U. S. Government Printing Office. Washington.. 1984.
- 20.- BUREAU OF RECLAMATION. U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. *Glen Canyon Dam*. U. S. Government Printing Office. Washington. 1986.
- 21.- RICE, L., WHITE, M.D. *Engineering aspects of Water Law*. John Wiley. New York. 1987.
- 22.- RADOSEVICH, G.E., NOBE, K.C., ALLARDICE, D., KIRKWOOD, C. *Evolution and Administration of Colorado Water Law: 1876-1976*. Water Resources Publications. Littleton. 1976.
- 23.- REISNER, M. *Cadillac desert. The American West and its disappearing water*. Penguin Books. New York. 1986.
- 24.- COLORADO RIVER WATER USERS ASSOCIATION. *Living with a water giant: The Colorado River*. Coachella. California. 1988.