

# BUREAU OF RECLAMATION

MARIANO PALANCAR PENELLA

Ingeniero de Caminos.

*El autor, que en el año 1958 recorrió los EE. UU. en viaje de estudios, describe en este trabajo, de modo conciso pero muy completo, la organización y realizaciones del Bureau of Reclamation. El trabajo comienza con una reseña histórica del regadío en EE. UU. y termina con una relación de publicaciones técnicas del Bureau.*

El Departamento del Interior norteamericano, como el antiguo Ministerio de Fomento español, abarca las actividades de Agricultura, Obras Públicas y Minería.

El Bureau of Reclamation es una Agencia Federal, perteneciente al Departamento del Interior que está fundamentalmente encargada del desarrollo y utilización de los recursos hidráulicos de los 17 Estados del Oeste americano.

Parece oportuno, antes de hablar del Bureau, hacer una breve reseña histórica de los regadíos en Estados Unidos.

Como curiosidad es interesante citar que existen antecedentes de riegos precolombinos que se sitúan aproximadamente en el siglo VII, pero hay que esperar a la conquista española, en el siglo XVI para poder disponer de datos concretos. En California, sobre todo, construyen los españoles presas, canales y acueductos de cierta importancia y se desarrollaron pequeños regadíos. Probablemente la primera presa de fábrica en los Estados Unidos fué la Old Mission Dam, en el río San Diego, construída por padres franciscanos al comenzar el siglo XIX.

El regadío moderno comienza en Great Salt Lake Valley, estado de Utah, en el año 1847, con la colonización de los mormones que, a pesar de su falta de experiencia en regadíos, desarrollaron una labor admirable, y en 1865, a los diecisiete años de sus comienzos, tenían 61.000 Ha. de regadío.

Es curioso cómo la necesidad les obliga a sustituir los "riparian rights" clásicamente anglosajones (derechos preferentes de los ribereños) por el sistema latino.

Hoy día el Estado de Utah sigue jugando un papel principal en los regadíos norteamericanos, con magníficos técnicos y escuelas especializadas en estos estudios.

Antes de llegar a la época estatal hay que señalar una serie de intentos de empresas privadas que, generalmente, fracasaron por la serie de razones, bien conocidas, que hacen difícil concebir una gran transformación en regadío como una empresa comercial.

El fracaso de las empresas particulares dió lugar a la intervención estatal, que cristaliza en la Federal Reclamation Act, de 1902, después de cincuenta y cinco años de regadío pionero y comercial.

De esta fecha data el nacimiento del Bureau of Reclamation. Aunque el riego es su objetivo fundamental, en sus estatutos también se reconocen como objetivos a ser cumplidos la producción y distribución de energía hidroeléctrica, la creación de reservas hidráulicas para abastecimiento de poblaciones, el control de inundaciones, la mejora de la navegación fluvial y la conservación de la pesca y la caza. En muchos proyectos se incluyen también instalaciones de recreo.

El impulso gubernamental a los regadíos ha sido un hecho decisivo en la vida del Oeste americano, y con el desarrollo hidroeléctrico que lleva unido constituye una característica esencial de la expansiva economía del Oeste americano.

La financiación de las grandes obras hidráulicas se concibió a base de la aportación de los regantes para la amortización del coste. En principio se fijó un plazo de diez años para el pago, con interés nulo, y a pesar de que se consideraba que económicamente era muy liberal la Reclamation Act de 1902, desde los primeros años se vió con sorpresa que surgían dificultades para el pago de las tarifas.

En 1914 se aumentó el plazo a veinte años (Extensión Act.); tras el período fácil de la guerra se agravaron las cosas, y en 1923 se nombró una Comisión de expertos conocida popularmente como la Fact Finding Commission, cuyo documentado estudio se publicó en 1924 con el nombre de Federal Reclamation by Irrigation y en el cual se decía, entre otras cosas, lo siguiente:

"La experiencia ha demostrado que el sistema de tarifas de riego basadas en la amortización de un porcentaje del coste de las obras en determinado número de años, en lugar de basarlas en la capacidad de las distintas clases de tierra para producir, es anti-económico y difícil de llevar a cabo.

El rendimiento de las tierras debería ser la base para determinar las anualidades de amortización del coste de las obras, y con este fin se debería definir el rendimiento de las tierras como el beneficio bruto medio anual por acre de cada proyecto de riego obtenido de un período de diez años o por todos los años del período (en caso de no llegar a diez) y el cánón anual a pagar debería ser el 5 por 100 del beneficio bruto dicho", habiéndose tomado el beneficio bruto

como referencia en lugar del neto, que es lo lógico por la sencillez que supone.

Como consecuencia de este informe se condonó el pago de atrasos por valor de 27 millones de dólares y se adoptó el sistema propuesto y, finalmente, con motivo de algunos proyectos presentados, cuyo coste era demasiado elevado, resultando plazos de amortización de cien años y aun más; por Acta de Mayo de 1926 se estableció que en los nuevos proyectos se

especificaría en cada caso el plazo de amortización por el Secretario del Interior, sin exceder nunca de cuarenta años.

\* \* \*

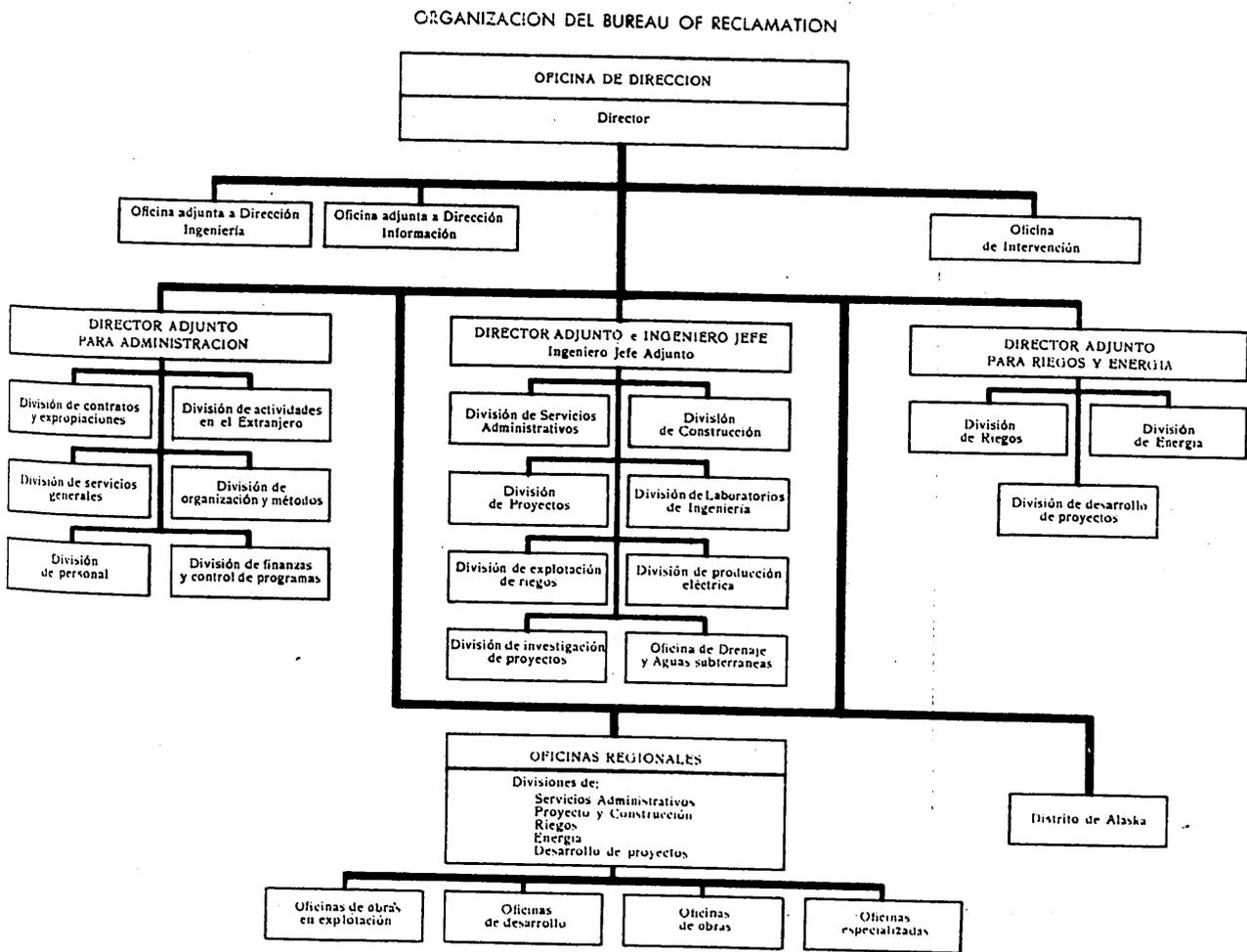
El Bureau of Reclamation está dividido geográficamente en 7 Regiones que abarcan los 17 Estados del Oeste, como puede apreciarse en el Mapa, y con las siguientes capitales regionales:

ESTADOS	CAPITAL	ESTADOS	CAPITAL
1. <sup>a</sup> Región: Wáshington, Oregon, Idaho .....	Boise (Idaho).	4. <sup>a</sup> Región: Nevada, Utah, Colorado .....	Salt Lake City (Utah).
2. <sup>a</sup> Región: California ....	Sacramento (California).	5. <sup>a</sup> Región: New México, Oklahoma, Texas .....	Amarillo (Texas).
3. <sup>a</sup> Región: California, Arizona	Boulder City (Arizona).	6. <sup>a</sup> Región: Montana, North y South Dakota, Wyoming.	Billings (Montana).
		7. <sup>a</sup> Región: Nebraska, Colorado	Denver (Colorado).



En cada una de las capitales de Región existe una oficina técnica importante, y la Región, a su vez, está dividida en Distritos.

En el cuadro siguiente se observa la organización del Bureau.



La Dirección del Bureau radica en Denver, Colorado.

Allí, en el Denver Federal Center, se encuentra la oficina del Ingeniero Jefe, la plana mayor de Ingenieros y los grandes laboratorios de Ingeniería.

Los laboratorios son magníficos, están perfectamente equipados y se dividen en cuatro ramas: Hidráulica, Hormigón, Tierras y Química, con la organización que se indica en el cuadro de la página siguiente:

Su labor es de completa colaboración con los Ingenieros proyectistas y constructores y tiene una actuación muy importante en todas las fases de la obra. Durante el proyecto, analizando los terrenos de posible cimentación, análisis de materiales disponibles de construcción, indicando tipos adecuados de cementos, agentes de adición al hormigón, modelos reducidos para estudios hidráulicos, etc.

Durante la construcción, comprobando los materiales empleados, dando normas de funcionamiento para los laboratorios locales y enfrentándose con los nuevos problemas que se plantean en obra.

Y después de terminadas las obras, comprobando su funcionamiento, aforando caudales en las diversas instalaciones, midiendo rendimientos de bombas y turbinas, pérdidas en los canales, comportamiento de las estructuras, dando mejores métodos para la lucha contra el crecimiento de vegetación en los canales, etc., etcétera.

Realizan además una importante labor de investigación encaminada a obtener unas obras cada vez más económicas y su actividad se refleja en publicaciones técnicas de gran interés. Aunque al final de este trabajo se da una lista de las principales publicaciones técnicas del Bureau, indicaremos que las de mayor difusión son los Manuales: de Hormigón, de

HIDRAULICA	HORMIGON	TIERRAS	QUIMICA
<p><i>Modelos reducidos.</i></p> <p>Presas, aliviaderos, tomas compuertas, válvulas conductos, bombas reguladores.</p> <p><i>Investigaciones especiales.</i></p> <p>Analogía eléctrica. Sedimentación. Cavitación. Aforos de agua. Estudios analíticos. Ensayos de estructuras, maquinaria, etc.</p> <p><i>Varios.</i></p> <p>Mapas en relieve. Instrumental.</p>	<p><i>Materiales.</i></p> <p>Agregados. Productos de adición. Puzolanas. Cementos.</p> <p><i>Hormigón.</i></p> <p>Mezclas. Control de calidad. Propiedades físicas. Propiedades térmicas. Hormigón Prepack. Hormigón ligero.</p> <p><i>Investigación estructural</i></p> <p>Hormigón armado. Cimentaciones.</p> <p><i>Varios.</i></p> <p>Escolleras. Inyecciones de mortero. Rellenos de juntas. Hidrófugos. Bloques prefabricados. Metales. Soldadura.</p>	<p><i>Terraplenes</i></p> <p>Presas. Canales. Desvío carreteras y F.C. Control de calidad.</p> <p><i>Cimentaciones.</i></p> <p>Capacidad de resistencia. Resistencia de pilotes. Estabilidad de taludes.</p> <p><i>Rellenos.</i></p> <p><i>Investigaciones especiales.</i></p> <p>Revestimientos económicos de canales. Estabilización de suelos. Equipos y ensayos de campo y laboratorio.</p>	<p><i>Análisis químicos.</i></p> <p>Agua suelos, pinturas metales, cemento, productos de adición al hormigón, lubricantes.</p> <p><i>Técnicas especiales.</i></p> <p>Petrografía. Microscopios. Difracción rayos X. Metalografía. Métodos térmicos. Radioisótopos. Protección catódica.</p> <p><i>Materiales bituminosos.</i></p> <p>Revestimiento de canales. Control de filtraciones. Terminados asfálticos</p> <p><i>Enlucidos protectores.</i></p> <p>Pinturas. Compuestos de curado. Másticos. Impermeabilizantes.</p>

SERVICIOS

CONSTRUCCION	FOTOGRAFIA	CONSERVACION Y EXPLOTACION
Modelos. Equipos especiales.	Foto. Cine.	Conservación y explotación de la maquinaria. Reparación y modificación de instrumentos y aparatos especiales.

Pinturas, de Tierras, de Aforos de agua, de Normas para Laboratorio de Hormigón y una monografía sobre Métodos en laboratorios de Hidráulica.

\* \* \*

Las realizaciones del Bureau of Reclamation, desde su creación en 1902 hasta la fecha, son verdaderamente impresionantes (1).

Ha construido 136 presas de embalse con una capacidad total de 105.000 millones de metros cúbicos, y 105 presas de derivación, centenares de kilómetros

de canales y miles de kilómetros de otros cauces, con una superficie regada de unos 2.600.000 Ha. que supone más de la cuarta parte de todos los riegos del Oeste americano.

En el aspecto hidroeléctrico ha construido y explotado 30 centrales hidroeléctricas con 5.000.000 de Kw. instalados y una producción anual de 25.000 millones de Kw.-h.

En 1956 se pusieron en riego 80.000 Ha., se instalaron 120.000 Kw. y las inversiones fueron de 160 millones de dólares que se sumaron a los 2.600 millones gastados al origen.

El valor de la cosecha de 1956 ascendió a 828 millones de dólares que suponen 330 dólares por Ha.

(1) Manejamos datos de la Memoria anual de 1956.

El resumen de la cosecha es el siguiente:

	Superficie — Por 100	Valor de la cosecha — Por 100
Cereales .....	25,3	11,9
Forrajes .....	52,6	20,5
Varios .....	17,9	28,0
Semillas .....	4,6	3,4
Verduras .....	7,3	17,4
Frutas .....	4,2	16,0
A deducir por cosechas múltiples, etc. ....	— 11,9	—
Ingresos adicionales .....	—	2,8
	100,0	100,0

Por lo que se refiere a la conservación y explotación de las obras, hay que distinguir entre las grandes obras hidráulicas, de propósito múltiple, que son siempre explotadas por el Bureau, y las demás obras en las cuales se procura que la explotación y conservación las realicen los usuarios. En 1956 el 85 por 100 de la superficie regada por obras del Bureau fué explotada por los usuarios.

Antes de que el agua se suministre a la zona, los futuros regantes deben formar una organización que concierte con el Gobierno un contrato para el pago de las cantidades asignadas, y, generalmente, cuando está puesta en riego las dos terceras partes de la zona, se hace cargo de la explotación y conservación un distrito de riego.

La construcción de los sistemas de distribución suele hacerse bajo contratos independientes con cada distrito.

Aunque sólo sea de modo somero, haremos un comentario a los principales proyectos del Bureau.

*Columbia Basin Project.* — La obra clave es la presa de Grand Coulee, una de las mayores del mundo, con su embalse (Roosevelt Lake) de 11 000 millones de metros cúbicos, que regula el río Columbia.

El proyecto afecta al riego de 100 000 Ha., cuya transformación está muy avanzada, y la producción hidroeléctrica alcanza los 14 000 millones de Kw-h.

*Colorado-Big Thompson Project. Colorado.* — Este proyecto tiene por objeto regular el exceso de agua del río Colorado en su parte alta, mediante el embalse de la presa Granby, para bombear las aguas y transvasarlas mediante un túnel de 13,1 millas al río Big Thompson, utilizándolas después en el riego de 240 000 Ha. de tierras fértiles con regadíos mal dotados en el valle del río South Platte.

La mayor parte de las obras importantes están terminadas. El coste total del proyecto se estima en

160 millones de dólares, y comprende 10 presas de embalse con una capacidad total de unos 1 000 millones de metros cúbicos, 94 millas de canal y 35 millas de túneles, siete centrales eléctricas con producción media de 740 millones de kilowatios-hora, cuatro estaciones elevadoras con 40 000 CV. y 780 millas de líneas de alta.

*Central Valley Project. California.* — Este proyecto consiste en un gigantesco transvase de agua de la cuenca del río Sacramento, en el Norte de California, a la cuenca del río San Joaquín, a cientos de millas hacia el Sur. La obra fundamental es la conocida presa de Shasta, de 180 m. de altura, con embalse de unos 5 400 millones de metros cúbicos; el agua regulada corre por el río Sacramento, atraviesa la zona de la bahía de San Francisco por el Delta Cross Canal y se eleva unos 65 m., en la central elevadora de Tracy, que consume casi un tercio de la producción hidroeléctrica de Shasta, hasta el Delta Mendota Canal, que transporta el agua hacia el Sur hasta Mendota, donde se vierte en el río San Joaquín, sustituyendo su caudal propio, que se ha derivado anteriormente para riego mediante los canales Madera y Friant Kern.

Todas las obras citadas están en explotación. El sistema afecta a 360 000 Ha. de antiguos regadíos mal dotados y 100 000 Ha. de nuevos regadíos.

El coste total se estima alcanza los 870 millones de dólares.

*Missouri River Basin Project.* — Es el primer proyecto concebido para el desarrollo conjunto de toda una enorme cuenca, la del río Missouri, que comprende 1/6 de los Estados Unidos. El proyecto afectará a 2 100 000 Ha. de nuevo regadío y a 400 000 Ha. de antiguos regadíos.

Antes del acta que aprobó el proyecto en 1944, tanto el Bureau of Reclamation como el Army Corps of Engineers habían construido numerosas obras hidráulicas en la cuenca, y la superficie de riego alcanzaba la cifra de 1 800 000 Ha.

Se proyecta la instalación de unos 2 000 000 de kilowatios, que irán a sumarse a los 2 500 000 Kw. ya en explotación.

En la realización de este magno proyecto, actualmente en desarrollo, colaboran el Army Corps of Engineers y el Bureau of Reclamation. El primero está construyendo una serie de presas en el propio Missouri y en algunos afluentes, y establece las necesidades de embalses en relación con la protección contra crecidas. El Bureau construye algunas presas en la parte alta del Missouri y en muchos de sus afluentes. Este proyecto afecta a la Región 6 y a la Región 7 del Bureau.

*Colorado River Storage Project.* — Es un ambicioso y gigantesco proyecto que afecta a la cuenca alta del río Colorado, una región escasamente desarrollada, con precipitaciones pobres (8 a 16 pulgadas anuales),

pero de grandes recursos hidráulicos actualmente no aprovechados. De los 28 millones de hectáreas de superficie de esta región, sólo un 2 por 100 está dedicado a regadío.

Se pretende con este proyecto ayudar a transformar esta región de igual modo que el aprovechamiento del Colorado inferior, con la gigantesca Hoover Dam y las presas Davis, Parker, etc., han contribuido al desarrollo del Sur de California.

La cuenca del río Colorado está dividida en Cuenca Superior y Cuenca Inferior, de acuerdo con el Tratado del río Colorado (Colorado River Compact) negociado en 1922 por siete Estados: Wyoming, Utah, Colorado, New México, Nevada, California y Arizona. El punto de división del río está en Lee Ferry, Arizona. De las 242 000 millas cuadradas de cuenca del Colorado en Estados Unidos, 110 000 corresponden a la Cuenca Superior, que proporcionan la mayor parte de las aportaciones, unos 16 000 millones de metros cúbicos anuales, en tanto que la Cuenca Inferior sólo aporta unos 1 500 millones. Según el Tratado citado, la Cuenca Superior tiene derecho al uso consuntivo de 9 000 millones de metros cúbicos (7,5 millones de acres-pie), pero está obligada a dejar a la Cuenca Inferior no menos de 90 000 millones de metros cúbicos en un período de diez años consecutivos.

Las oscilaciones anuales del Colorado y la tendencia a series de años secos y húmedos dan lugar a grandes problemas; el peor período de diez años secos totalizó unas aportaciones de 140 000 millones de metros cúbicos, por lo cual, deduciendo los 90 000 millones que con carácter preferente corresponden a la Cuenca Inferior, restan 5 000 millones anuales para la Cuenca Superior, muy inferior a los 9 000 millones a que tiene derecho, lo que justifica la necesidad de embalses de regulación.

La obra llave del sistema será la *Glen Canyon Dam*, una presa comparable a la Hoover situada en el río Colorado, con un embalse de 31 000 millones de metros cúbicos. Los proyectos comprenden una serie de presas con capacidad total de embalse del orden de 55 000 millones de metros cúbicos y coste aproximado de 1 000 millones de dólares. El proyecto está en fase de desarrollo.

\* \* \*

Terminamos este trabajo con una lista de las publicaciones técnicas del Bureau que consideramos de más interés:

	Precio (dólares)
<b>Engineering Monographs.</b>	
Núm. 1. Petrography and Engineering Properties of Igneous Rock .....	0,35
» 2. Multiple Correlation in Forecasting Seasonal Runoff .....	0,45
» 3. Welded Steel Penstocks .....	0,35

	Precio (dólares)
Núm. 4. Project Effect on South Platte River Pollution .....	0,35
» 5. Soap Lake Siphon .....	0,35
» 6. Stress Analysis of Concrete Pipe .....	0,35
» 7. Friction Factors for Large Conduits Flowing Full .....	0,85
» 8. Theory and Problems of Water Percolation .....	0,65
» 9. Discharge Coefficients for Irregular Overfall Spillways .....	0,45
» 10. Reinforced Concrete Design Data .....	0,90
» 11. Hydrodynamic Pressures on Dams to Horizontal Earthquake Effects. ....	0,15
» 12. Stresses Around a Gallery Determined by the Photoelastic Interferometer. ....	0,25
» 13. Estimating Foundation Settlement by One - Dimensional Consolidation Tests .....	0,25
» 14. Beggs Deformeter Stress Analysis of Single-Barrel Conduits .....	0,20
» 15. Photoelastic Stress Analysis of Bridge Piers .....	0,20
» 16. Spillway Tests Confirm Model-Prototype Conformance .....	0,60
» 17. Surge Control on the Coachella Pipe Distribution System .....	0,40
» 18. Hydraulic Laboratory Practice .....	0,95
» 19. Design Criteria for Concrete Gravity and Arch Dams .....	0,30
» 20. Selecting Hydraulic Reaction Turbines. ....	0,45
» 21. Crustal Disturbances in the Lake Mead Area .....	0,20
» 22. Insulation Facilitates Winter Concreting .....	0,55
» 23. Photoelastic and Experimental Analog Procedure .....	0,75

#### Otros libros técnicos..

Canal linings and Methods of Reducing Costs (1952) .....	0,25
Concrete Manual .....	2,50
Dams and Control Works (1954). Resumen de la labor del Bureau .....	2,75
Hydraulic and Excavation Tables .....	2,00
Irrigation Water Measurement Tables and Diagrams .....	1,25
Linings for irrigation Canals (1952) .....	0,85
Materials Laboratory Procedures Manual .....	4,10
Paint Manual .....	1,75
Sprinkler Irrigation (1949) .....	0,20
Water Measurement Manual .....	1,50
Welding Manual .....	1,75

#### Design Standards.

<i>Núm. 1. General Design Standards:</i>	
Chapter 2. Reinforced Concrete Design Standards (Revised) .....	0,90
Chapter 3. Safety Design Standards (Revised). ....	0,40

	Precio (dólares)
<i>Núm. 2. Treatise on Dams:</i>	
Chapter 1. Compendium of Dams .....	1,10
Chapter 8. Earth Dams (Revised) .....	2,20
Chapter 9. Gravity Dams (Revised) .....	2,25
Chapter 10. Arch Dams (Revised) .....	6,10
Chapter 11. Buttress Dams .....	1,70
Chapter 12. Spillways .....	1,75
Chapter 13. Outlet Works.	
<i>Núm. 3. Canals and Related Structures:</i>	
(Less Appendices) .....	5,10
(Appendices) .....	2,60
<i>Núm. 4. Power Systems (Revised) ...</i>	4,65
<i>Núm. 5. Field Installation Procedures (Revised)</i> .....	3,00
<i>Núm. 6. Turbines and Pumps (Revised)</i> .....	3,00
<i>Núm. 7. Valves, Gates and Steel Conduits:</i>	
(Less Design Data) (Revised) .....	2,25
Design Data .....	0,25

	Precio (dólares)
<i>Núm. 8. Miscellaneous Mechanical Equipment and Facilities</i> .....	1,25
<i>Núm. 9. Buildings (Revised)</i> .....	3,10
<i>Núm. 10. Transmission Line Structures (Revised)</i> .....	1,45
<i>Núm. 11. Housing and Community Facilities:</i>	
(Less Appendices I and II) (Revised) .....	1,50
Appendix I, Standard Designs for Miscellaneous Buildings .....	1,60
Appendix II, Standard Designs for Residences .....	0,55
<i>Núm. 12. Plant Testing</i> .....	0,80

Los pedidos de libros o de listas completas de publicaciones del Bureau se deben dirigir a: Bureau of Reclamation, Attention: Code 841, Denver Federal Center, Building 53, Denver 2, Colorado, USA.