

**LOS RECURSOS NATURALES
EN EL
DESARROLLO ECONOMICO**

© Editorial Universitaria, S. A., 1970

Inscripción N° 38.535

Derechos exclusivos reservados para todos los países

Edición original: *Natural Resource
Information for Economic Development*
(The Johns Hopkins Press, Baltimore,
Maryland, 1969)

Traducción del Servicio Editorial
y de Idiomas de la CEPAL

Texto compuesto con fotomatrices
Photon Baskerville

Se terminó de imprimir en los talleres de
EDITORIAL UNIVERSITARIA,
San Francisco 454, Santiago de Chile,
en el mes de diciembre de 1970

Proyectó la edición *Mauricio Amster*

Impreso en Chile
Printed in Chile

ORRIS C. HERFINDAHL

Los recursos naturales en el desarrollo económico

Medios
y programas
de
información

Estudio auspiciado conjuntamente por
RESOURCES FOR THE FUTURE, INC.
y el INSTITUTO LATINOAMERICANO DE
PLANIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

EDITORIAL UNIVERSITARIA, S.A.



INDICE

Prefacio	13
Agradecimientos	15
Introducción	19
I Función de los recursos naturales en el desarrollo económico	22
Los recursos naturales como acervo de capital	22
¿De qué tamaño deberían ser las industrias de recursos naturales?	27
Principios que rigen la inversión en información	30
Tipos de información	31
Las decisiones a largo y a corto plazo	34
Resumen	35
<i>Anexo:</i> La teoría del descuento	38
II Posibilidades y limitaciones de los programas de información	41
Algunas consideraciones generales	45
Algunos aspectos fundamentales de la fotografía aérea	46
Mapas planimétricos y topográficos	52
Investigaciones geológicas	55
Estudios edafológicos y otros estudios conexos	63
Otros usos de los estudios de tierras	71
Estudios forestales	75
Potencialidades de los satélites	78
<i>Anexo:</i> La estrategia para la exploración	84
III El costo de la información sobre recursos naturales	92
Métodos fotográficos	95
Mapas topográficos	96

Estudios de geología regional	96
Estudios edafológicos	102
Estudios geofísicos	109
Estudios geoquímicos	112
Estudio de los recursos madereros	113
Estudios integrados	113

IV Estado en que se encuentra la información sobre los recursos naturales en América Latina **118**

Métodos fotográficos y levantamiento de mapas	118
Densidad de pluviómetros y fluviómetros	123
Conclusiones	128
Actividades desarrolladas actualmente en América Latina en relación con la información sobre recursos naturales	130

V Programación de los gastos en información sobre los recursos naturales **146**

Información vinculada al transcurso del tiempo	151
Información que se recolecta después de percibirse la existencia de una oportunidad de inversión	151
Cuando se prevé un crecimiento súbito de la demanda	165
Crecimiento gradual previsto de la demanda	169
Información que no depende del transcurso del tiempo	173
La acumulación de información sobre los recursos considerada en sus rasgos generales	176
<i>Anexo:</i> Procedimiento para determinar la fecha de construcción óptima y la duración óptima del programa de recolección de datos cuando la demanda es creciente	179

VI Algunas orientaciones para organizar y administrar las actividades de información	183
¿Cuánta información?	185
¿Cuáles son las zonas adecuadas?	189
Sugerencias para administrar algunos tipos de actividades de información	198
Fotografía aérea	198
Mapas para usos generales	199
Datos geológicos	200
Datos hidrológicos y meteorológicos	205
Estudios de suelos y estudios conexos	213
¿Deben ser integrados los estudios de recursos naturales?	217
¿Cuáles son algunos de los problemas de organización?	221
Un solo organismo que contenga todos los servicios de información sobre los recursos naturales	223
Un pequeño organismo general de información sobre los recursos naturales	226
Consecuencias de orientar la información sobre recursos naturales hacia el proceso de decisión acerca de las inversiones	234
Beneficios y costos: Información que va más allá de los datos sobre recursos naturales	236
<i>Anexo A:</i> Encabezamiento de las líneas y las columnas de los cuadros que muestran el estado de la información sobre los recursos naturales en América Latina	241
<i>Anexo B:</i> Datos sobre caudales de Chile y del Oeste de los Estados Unidos	246

VII La experiencia de Chile y el Perú, y algunos problemas de los países pequeños	252
La experiencia de Chile	252
El proyecto	252
El Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN)	262
La experiencia del Perú	264
La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)	264
Algunas consideraciones sobre los problemas de los países pequeños	266
VIII Resumen	270
La información como tipo de inversión	271
Tipos de información	272
Costos	274
Aerofotografía	274
Levantamiento de mapas topográficos	275
Estudios de geología regional	275
Estudios geofísicos	275
Mapas edafológicos	276
Estudios integrados	276
Principios y pautas	277
¿Cuánta información?	277
¿Para qué regiones debe recopilarse información?	281
Informaciones hidrológicas y meteorológicas	282
Estudios integrados de información sobre recursos naturales	283
Organización de las entidades encargadas de reunir información sobre los recursos naturales	285
Informaciones económicas	289
Bibliografía	292

LISTA DE CUADROS

1. Estimación del costo por milla cuadrada de la fotografía estereoscópica	80
2. Estimación del costo por milla cuadrada de los mapas topográficos	98
3. Estimación del costo por milla cuadrada de estudios geológicos regionales	100
4. Irak: Costo por acre de los estudios edafológicos semidetallados de tres proyectos	104
5. Costos de los estudios edafológicos realizados por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, años fiscales 1959, 1965 y 1968	104
6. Costos estimados de los estudios edafológicos detallados de diferente grado de intensidad	106
7. Costo estimado de los estudios geofísicos	110
8. América Latina: Proporción de la superficie representada en fotografías aéreas y en mapas topográficos, geológicos y edafológicos	120
9. América Latina: Cobertura con estaciones pluviométricas, 1960	124
10. América Latina: Cobertura con estaciones pluviométricas, 1960	126
11. América Latina: Proyectos del Fondo Especial relacionados con los recursos naturales, clasificados por tipos	132
12. Proyectos del Fondo Especial en América Latina	133
13. Chile: Características del caudal anual de cinco ríos	170
14. Oeste de los Estados Unidos: Años de datos disponibles al iniciarse la construcción de 27 presas	210

15. Chile: Años de datos disponibles sobre caudales en la estación más cercana a la presa al comenzarse la construcción de embalses 211
16. Chile: Siete presas construidas sin datos sobre los caudales, 1919-35 212
17. Chile: Disponibilidad de datos sobre el caudal en la fecha de construcción de presas 246
18. Estados Unidos: Disponibilidad de datos sobre caudales al iniciarse la construcción de presas en el Oeste 248
19. Estados Unidos: Disponibilidad de datos sobre caudales en la fecha de construcción de presas para las que no había datos sobre superficie de drenaje 250

PREFACIO

En casi todos los países los planes y programas de desarrollo económico se basan en gran parte en el aprovechamiento de los recursos naturales; para prepararlos es necesario contar con información suficiente y de una calidad adecuada. Sin embargo, el acopio de tal información —en la forma de mapas, inventarios forestales o mineros, etc. — puede resultar gravoso en extremo y demandar una gran dotación de personal. Aun más, aunque no importara el costo, casi siempre sería tarea imposible recolectar una información completa. Pero los gobiernos no pueden proceder a tientas, y deben invertir grandes sumas de dinero en conseguir las informaciones, dedicando mucho tiempo a esta tarea.

De ahí que la estrategia para la recolección de informaciones sobre los recursos naturales sea un asunto de primera importancia, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Habrá que averiguar qué tipos de datos deben reunirse, en qué cantidad, con qué orden de prioridad y aplicando cuál método. Asimismo, habrá que decidir cuándo conviene postergar los programas de desarrollo hasta contar con mayores informaciones y en qué casos sería improcedente actuar así.

El estudio de Orris C. Herfindahl trata de este complejo problema. Analiza la eficacia de diversos programas de recolección de informaciones en variadas circunstancias, examina las técnicas en boga y presenta algunas orientaciones que pueden ser de utilidad para los gobiernos en la preparación y ejecución de programas amoldados a sus necesidades particulares. Aunque el estudio versa principalmente sobre la situación en América Latina, especialmente en Chile y el Perú, está organizado en forma tal que puede interesar y ser útil a otros países, tanto de economías atrasadas como adelantadas, que se preocupen por fomentar el desarrollo.

La investigación fue auspiciada conjuntamente por RECURSOS PARA EL FUTURO y el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES). El Sr. Herfindahl, funcionario del primero de esos organismos, efectuó la mayor parte de sus indagaciones cuando permaneció durante más de un año en el ILPES, en Santiago de Chile.

Colaboraron en el estudio tanto funcionarios del ILPES como funcionarios públicos y profesores universitarios de varios países latinoamericanos. Cabe mencionar especialmente el valioso aporte de Estevam Strauss y Carlos Plaza V., funcionarios del ILPES.

Este estudio es una de las varias tareas en que han colaborado RECURSOS PARA EL FUTURO y el ILPES. De otra de ellas resultó el libro de Nathaniel Wollman, *Los recursos hidráulicos de Chile*, cuya versión inglesa publicó The Johns Hopkins Press (Baltimore, 1968) y un amplio resumen del cual ha publicado en castellano el propio Instituto.

Consideramos que el examen de las necesidades y de la oportunidad de la información sobre los recursos naturales presentado en este libro constituye una labor de avanzada en un campo de importancia crítica, y esperamos que con él se coadyuve a la tarea de elevar el bienestar nacional e internacional en la que están empeñados los gobiernos y las organizaciones privadas.

Cristóbal Lara Beautell

INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA
Y SOCIAL

Joseph L. Fisher

RECURSOS PARA EL FUTURO

AGRADECIMIENTOS

Los primeros pasos en este estudio se dieron en 1964 cuando Irving K. Fox, a la sazón vicepresidente de *Récurso para el Futuro*, y Julio Melnick, del ILPES, intentaron, en forma preliminar, definir los lineamientos de un estudio de las inversiones en información sobre recursos naturales. Tuve el agrado de poder continuar ese estudio y de dedicarme por entero al tema en 1965 y 1966 durante los dieciséis meses que trabajé en el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social.

El tema de este estudio me ha preocupado desde que por primera vez intenté formarme un concepto sobre el proceso de exploración y explotación de los yacimientos minerales. Tuve la fortuna de haber podido examinar este proceso en la India hace varios años en un ambiente muy distinto a aquél en que se orientaba mi pensamiento. Mi labor en dicho país consistió en estudiar los mismos problemas que en América Latina, pero referidos exclusivamente a la minería. Espero que las autoridades de la India consideren este estudio como una versión tardía, pero más acabada, de las observaciones preliminares formuladas mientras permanecí en ese país.

El tema de este estudio es a la vez muy amplio y muy limitado: limitado porque la información sobre recursos naturales y el desarrollo de las industrias extractivas constituyen tan sólo un aspecto del problema general de la producción y el crecimiento económico; pero amplio porque la naturaleza es muy compleja, y abocarse a su estudio aunque sólo sea con fines económicos, exige el concurso de muchas disciplinas. De ahí que haya tenido que recurrir a muchas clases de especialistas cuyo asesoramiento y colaboración me fueron indispensables para comprender los problemas que se plantean a los organismos encargados de la información sobre los recursos naturales en América Latina.

En Bolivia conté con la cooperación de Toni Hagen, Ian Hutchinson y Henry Meyer en lo que se refiere a la prospección petrolera, la exploración minera y la explotación forestal. João Paulo Velloso, del Ministerio de Planificación del Brasil, me dio la oportunidad de estudiar los problemas de información sobre los recursos que exis-

ten en dicho país. Deseo expresar especialmente mis agradecimientos a Newton Velloso Cordeiro, quien me dio a conocer los problemas del Brasil en materia de recursos hidráulicos.

Nilson A. Espino tuvo la gentileza de examinar conmigo los trabajos realizados en Panamá con arreglo al proyecto de estudio de los recursos naturales. En Nicaragua, Fernando J. Montiel me informó sobre el estudio allí iniciado recientemente.

Enrique Beltrán, director del *Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables*, y Carlos Quintana, que actualmente desempeña el cargo de Secretario Ejecutivo de la *Comisión Económica para América Latina*, compartieron generosamente conmigo sus conocimientos sobre los problemas de México, y lo mismo hizo Fausto Garcia Castañeda, del *Consejo de Recursos Naturales no Renovables*.

Hay dos organismos que en varios países latinoamericanos desarrollan actividades relacionadas con los estudios sobre recursos naturales y que son la *División de Recursos Naturales del Estudio Geodésico Interamericano* (del ejército de los Estados Unidos) y la *Unidad de Recursos Naturales de la Organización de los Estados Americanos*. Me fue muy útil haber podido discutir con frecuencia estos problemas con Peter Duisberg, director de la *División de Recursos Naturales del Estudio Geodésico Interamericano*, y con funcionarios de ese organismo, entre los cuales cabe mencionar a Gilbert Caughran, Douglas Elliot, Roberto Gómez, León Laitman y Luis Guzmán. Conté asimismo con la colaboración de Wolfram Drewes, Arthur Heyman, Alan Randall y Kirk Rodgers, de la OEA.

En el Perú y en Chile existen sendos organismos encargados de la información general sobre los recursos. Me interesaban especialmente estos organismos, así como sus relaciones con las dependencias más antiguas encargadas de la información especializada, porque ofrecen un ejemplo práctico de cómo funcionan nuevas formas de organización en materia de información. En el Perú tuve oportunidad de tratar con José Lizárraga R., director de la *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*, y de consultar a otros funcionarios de esa

organización. Agradezco la atención que me ha dispensado Miguel Ruiz-Tagle, director del *Instituto de Recursos Naturales de Chile*, a quien tuve ocasión de visitar, quizá con frecuencia excesiva, por estar su oficina en la misma ciudad en que yo trabajaba. En ambos países conté con la mayor cooperación de los organismos encargados de informaciones especializadas sobre recursos naturales para el análisis de los problemas a que hacen frente.

Quiero asimismo dejar constancia de mi reconocimiento a Reynaldo Börgel O., de la *Universidad de Chile*, que hizo posible que yo participara como observador en las deliberaciones del *Comité sobre Recursos Naturales Básicos* del *Instituto Panamericano de Geografía e Historia*, reunido en agosto de 1966 en la Ciudad de México.

Adolfo Dorfman y todos los miembros del grupo de recursos naturales de la CEPAL me prestaron una ayuda constante no sólo en los aspectos técnicos sino también con sus conocimientos de América Latina en general.

Dentro del Instituto, sólo puedo mencionar algunas pocas de las muchas personas que me ayudaron. En varias oportunidades consulté a Cristóbal Lara B., Norberto González y Osvaldo Sunkel, y recibí sus muy pertinentes comentarios. El Sr. Francis Shoma'y hizo todo lo necesario para que yo contara con oficinas y secretarías adecuadas. Sin embargo, en mi trabajo colaboraron en forma más directa tres personas. En primer lugar debo referirme a Estevam Strauss que se interesó por los problemas de este estudio desde un comienzo. Aunque sólo lo menciono dos veces en el texto, en muchas otras partes del estudio he aprovechado su experiencia y comentarios. Carlos Plaza V. siempre estuvo a mi disposición para proporcionarme información sobre lo que se hace en América Latina en materia de recursos naturales y sobre los problemas latinoamericanos en general. A diferencia de otras personas bilingües, siempre estuvo dispuesto a conversar conmigo en español, dándome ocasión de practicar. Cornelio Marchán desarrolló gran cantidad de tareas y se encargó de reunir muchas de las informaciones en que se basa el estudio. Me honro

con la amistad de este joven economista latinoamericano con quien he discutido muchos problemas.

Muy útiles fueron los comentarios sobre una versión preliminar del estudio formulados por distintos expertos entre los cuales cabe mencionar a W. Keith Buck, Gabriel Dengo, Wolfram U. Drewes, Peter Duisberg, Edgar S. Dunn, Jr., James Eckles, Irving K. Fox, Morris E. Garnsey, Arthur Heyman, Henry Jarrett, David L. Jones, Allen V. Kneese, Christian de Laet, Walter Langbein, Roland McKean, Vincent McKelvey, Donald MacPhail, R. S. Nakra, Michael Nelson, Harvey S. Perloff, Alan C. Randall, Anthony Scott, R. M. Strock, Robert L. Thomson, Gilbert White y Nathaniel Wollman.

Por último deseo expresar mis agradecimientos a Joseph L. Fisher y Cristóbal Lara B., directores respectivamente de *Recursos para el Futuro* y del *Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social*, que permitieron la realización de este estudio y me brindaron toda clase de facilidades.

Sólo el autor es responsable del contenido de este estudio; el hecho de que haya sido auspiciado por *Recursos para el Futuro* y por el ILPES no significa que esos organismos hayan tomado alguna posición frente a los puntos de vista en él expresados.

Julio de 1968

ORRIS C. HERFINDAHL

INTRODUCCION

El desarrollo y la mejor utilización de los recursos naturales pueden favorecer enormemente el desarrollo económico de un país. Sin embargo, para aprovechar una mayor cantidad de recursos o elevar su productividad, es preciso contar con informaciones sobre sus características físicas y sobre las condiciones sociales y económicas pertinentes. La constante toma de decisiones que supone el aumento de este caudal de información constituye un problema difícil de administración. Por un lado, se propende a reunir gran cantidad de información para facilitar futuras decisiones y reducir la incertidumbre, pero puede llegarse a tales extremos que mucha de la información resulte prematura o no llegue nunca a usarse. Por otro lado y con el afán de ir a la acción, pueden acometerse prematuramente proyectos de aprovechamiento de los recursos naturales sin contar con la debida información para evaluarlos adecuadamente.

Si no quieren caer en ninguna de estas fallas, quienes se ocupan del desarrollo económico de un país deben cerciorarse cuidadosamente de que al destinar cierta parte del presupuesto a ampliar el conocimiento de los recursos naturales lograrán, efectivamente, un mayor desarrollo económico.

Algunas de las interrogantes fundamentales giran en torno a cuánto debe gastarse en cada tipo de recursos; en qué zona debe encararse el trabajo y qué métodos de obtener ciertos tipos de información deben emplearse. Estas interrogantes no pueden despejarse sin considerar otros elementos que influirán en la utilización de los datos y, así, no basta conocer las características físicas de los recursos naturales sino que es preciso investigar las demás condiciones que determinarán su aprovechamiento eficiente, entre ellas las características de organización. No hay una solución simple y directa. No obstante, el autor, sin ser técnico sino economista, confía en que el presente estudio servirá para allanar el camino en la búsqueda de soluciones prácticas.

Primero se examinará la función de los recursos naturales en el desarrollo económico, analizando el proceso por el cual se genera la información y se relaciona

finalmente con las decisiones en materia de inversión y producción. Contra este telón de fondo se examinan algunos métodos de obtener información sobre los recursos naturales, dando a conocer las ventajas y las limitaciones de esa información y cuánto cuesta adquirirla.

Se proponen algunas pautas para la toma de decisiones en los programas destinados a proporcionar información sobre los recursos naturales, teniendo en consideración el tiempo, la productividad del capital, la localización y otros factores que redundan en el eficaz aprovechamiento de la información. Los problemas de organización, que son muy difíciles, se analizan primero en general y luego teniendo particularmente en cuenta los problemas de los países pequeños y las lecciones que pueden extraerse de la experiencia acumulada acerca de Chile y del Perú, cuyos programas de recursos naturales son muy ilustrativos.

En el análisis de estos problemas influyen bastante poco los conceptos generales que se tengan sobre el proceso de desarrollo económico y las medidas adecuadas para lograrlo. Ello acaso se deba a que en este campo, como en muchos otros, predomina la necesidad de economizar y ésta tiende a exigir en el análisis la aplicación del mismo conjunto de principios cualquiera que sea la convicción política o la teoría de desarrollo social que uno sustente.

El problema de la división óptima de funciones entre el gobierno y la empresa privada no tiene gran importancia en este estudio de los recursos naturales ya que muchas de las funciones que debe cumplir tal información pueden ser asumidas, solamente o en mejor forma, por el gobierno. Evidentemente, al acumular tal información al gobierno podrá convenir a veces contratar servicios privados.

En el análisis siguiente se presupone la existencia de un sistema en que las decisiones y la acción se revisan constantemente a la luz de nuevas informaciones. No se culmina con una fórmula definitiva para preparar de una vez por todas un programa de informaciones sobre recursos naturales, sino que se presenta una serie de sugerencias para ir amoldando gradualmente el programa de informaciones a las necesidades. Es imposible

saber si en definitiva este procedimiento da una trayectoria óptima en el tiempo, aunque es probable que no. En cambio, cabe confiar en que el incrementalismo (es decir, una serie de ajustes basados en cada momento sobre informaciones razonablemente fidedignas) permita evitar las grandes pérdidas en que podría incurrirse si la acción se apoyara en inseguros intentos de pronosticar el futuro lejano. Siendo así, importa buscar y elaborar la información que sirva para evaluar la eficacia de la política, pues esta es la única forma de corregir los errores. El aspecto más bien restringido de la política de desarrollo que se examina en este libro no es una excepción. Lo fundamental es ir introduciendo cambios sucesivamente a medida que cambien las exigencias, los recursos y las capacidades.

En todos los países existe el problema de administrar las actividades que producen información sobre los recursos naturales, pero este estudio se escribió teniendo presentes los problemas de los países en desarrollo, y en especial los países latinoamericanos. Se ha aprovechado la experiencia de América Latina en una serie de aspectos, tanto con fines ilustrativos como para sentar criterios de organización.

Función de los recursos naturales en el desarrollo económico

Para definir el propósito que se persigue al reunir información sobre los recursos naturales, es preciso primero aclarar la importancia económica de tales recursos. El sentido común será la mejor guía para analizar la importancia económica de los recursos naturales y evitar su mal aprovechamiento. Nuestro objetivo no es formular una teoría del desarrollo económico ni indicar nuestra adhesión a alguna de las muchas doctrinas en boga. Queremos simplemente señalar algunos aspectos importantes de la explotación de los recursos naturales que deben ser considerados en toda teoría valedera acerca del desarrollo económico.

LOS RECURSOS NATURALES COMO ACERVO DE CAPITAL

No existe ningún tipo especial de recurso natural indispensable para lograr un elevado ingreso nacional o el progreso económico. Podemos afirmar categóricamente que la dotación de recursos naturales con que cuenta un país no tiene por qué ejercer una influencia decisiva sobre la evolución histórica de su ingreso nacional, siempre que ese país tenga posibilidades de comercio. «Todo lo que se necesita para el progreso económico es una cantidad apreciable de capital y de trabajo —estando una parte apreciable de ese capital incorporada en las personas— y un sistema social que favorezca el perfeccionamiento de las prácticas de producción. Mientras más alta sea la proporción de capital por persona, mejor. Basta recordar el éxito económico de países que cuentan con escasos recursos naturales y el que han tenido países con recursos naturales muy diversos. Pero el país sí debe tener «acceso» a los recursos naturales, lo que logra si comercia con otras naciones. No es necesario que tenga algún recurso natural determinado, como yacimientos de hierro, buenos suelos o montes.

Sin embargo, las riquezas naturales pueden ejercer una benéfica influencia sobre los ingresos y el crecimiento económico. En general, en las cosas económicas

es preferible que sobre y no que falte; lo propio sucede con los recursos naturales. Algunos autores parecen sostener que la falta de variedad de recursos naturales que lleva a una economía monoprodutora impide el desarrollo económico. Mirada desde el punto de vista histórico, la afirmación acaso tenga alguna validez; bien puede ocurrir que en un país en que los métodos de producción y las instituciones estaban acomodadas para la producción de un solo cultivo, hubiera cierta rigidez que impidiera efectuar los cambios necesarios para mantener una población mayor que la que puede vivir del monocultivo. Sea como fuere, lo cierto es que todo recurso natural que tenga algún valor es aprovechado, y raro es el país que haya optado deliberadamente por no explotar cierta riqueza para evitar la especialización. Por lo demás, sabemos ya cómo evitar alguno de los inconvenientes de la especialización y no se justificaría aplazar la explotación de un recurso natural para forzar la diversificación.

No hay que olvidar, sin embargo, que cuando se comparan situaciones de diversificación y especialización en casos en que el valor total de los recursos naturales sea igual es probable que la diversificación resulte ventajosa. Lo es evidentemente cuando un gobierno estima que el comercio impone sacrificios excesivos, quizá porque exija una rápida adaptación a cambios de origen externo o porque implique el peligro de introducir influencias externas que se estiman indeseables. En ese caso, será afortunado el país que posea amplia variedad de recursos naturales y mientras más numerosos, mejor. Pero también son escasos los países que han preferido no explotar plenamente un recurso natural para evitar las complicaciones del comercio exterior.

Desde el punto de vista económico, los recursos naturales son simplemente una parte del acervo de capital de un país; deben ser considerados como «equipo» que presta servicios productivos. De ahí que —en igualdad de condiciones— mientras más recursos tenga un país y de mejor calidad, mejor será su situación. Sin embargo, los recursos naturales tienen sus peculiaridades y ellas son las que dan coherencia al problema de reunir la información respectiva.

La localización tiene una función importantísima en la explotación de los recursos naturales. Estos son móviles sólo en medida limitada en comparación con otras formas de capital, aunque el producto extraído pueda ser acarreado a grandes distancias. Además, en general existen sólo en limitada cantidad en cada localidad, aunque podría decirse que en la práctica algunas posibles materias primas —como el agua de mar y el granito— serían ilimitadas en relación con la demanda.

Como el hombre no tuvo influencia en la localización de los recursos naturales, no puede consultar un registro de la producción anterior del recurso natural para averiguar cuándo se produjo y cuánto se almacenó. En cambio tiene que ir reuniendo trabajosamente informaciones sobre su ubicación y sus características a medida que las va necesitando. Por esas dos características de los recursos naturales —es decir, que hay que aceptarlos como son pues no fueron hechos para satisfacer las especificaciones del usuario y que es incompleta la información sobre ellos— es preferible considerarlos como bienes de capital parcialmente terminados. Es decir, es necesario efectuar nuevos desembolsos antes de que los recursos naturales puedan prestar servicios productivos. Parte de los desembolsos se efectúa en el momento mismo en que se obtiene el servicio del recurso natural. Por ejemplo, en las actividades agrícolas forman parte del proceso inmediato de producción los gastos que demanda la contratación de la mano de obra y el uso de tractores.

Pero otra parte de los gastos corresponde más bien a una inversión a largo plazo, ya que sus resultados no se aprecian de inmediato sino en el porvenir. Aquí se distinguen dos clases de gastos. Por una parte están los gastos en obras auxiliares como el avenamiento de la tierra o la perforación de ventilación para una mina. Por otro lado, es necesario efectuar inversiones para encontrar el recurso y determinar la cantidad que existe en el lugar y sus características. Desde el punto de vista del proceso de producción estos gastos son inversiones igual que las que demanda la perforación del pozo de una mina.

Si por exigir estos dos tipos de gastos de inversión es procedente considerar a los recursos naturales como

bienes de capital no terminados, a la inversión para obtener información sobre los recursos naturales debe evidentemente aplicarse el mismo criterio general que rige para las inversiones en bienes de capital de cualquier índole. Siempre habría que indagar si la corriente de servicios o productos vinculados con la inversión tiene un valor superior a los gastos que demanda la explotación del recurso. Para hacer esta comparación hay que tener en cuenta en alguna forma que cuando se invierte en un proyecto se renuncia a la posibilidad de efectuar otras inversiones que podrían tener en el futuro un rendimiento superior a esos gastos. La productividad de la inversión se mide en general por el rendimiento porcentual sobre la inversión. Para comprobar que no se estén destinando a determinada inversión fondos que podrían rendir más invertidos en otra actividad, la inversión debe rendir no sólo lo suficiente como para cubrir los gastos sino que debe cubrirlos con interés. La forma más simple y mejor de calcular ese rendimiento consiste en acumular o descontar todas las entradas y los gastos a la misma fecha, usando la rentabilidad de la inversión en la economía en general como tasa de descuento¹.

Si este cálculo indica que las entradas son superiores a los costos, esa posible inversión rinde por lo menos tanto como la inversión en general. Por desgracia, la existencia de un excedente no indica que esa oportunidad de inversión esté rindiendo al máximo. Podría existir una forma mejor de aprovecharla que diera un rendimiento superior. Este problema es muy grave en la administración de los recursos de dominio público en que no hay mercado para el recurso. El propietario privado de un campo sabe que con su plan de operaciones debe obtener una suma superior al interés sobre el valor comercial de sus tierras, pero ese valor no existe en la mayoría de las inversiones públicas. De ahí que un plan que demuestre que determinada manera de aprovechar el emplazamiento de una presa permite obtener actualmente un valor neto positivo sólo nos indica que es mejor aplicar

¹La explicación del método de descuento figura en el anexo de este capítulo.

este plan que »no hacer nada«. Nada se puede decir de la conveniencia del plan mientras no se hayan examinado toda la gama de maneras de aprovechar el emplazamiento y no se hayan efectuado los cálculos correspondientes. Se elegiría el plan que permitiera obtener el valor actual neto más alto para el emplazamiento.

El producto y los gastos deben incluir »todos« los productos y costos reales (expresados en dinero), aunque no haya retribución en dinero y aunque sea difícil valorarla. Las inversiones en obras de infraestructura no son una excepción y deben también valorarse. Tampoco puede considerarse que los funcionarios públicos son un desembolso de costo gratuito a menos que el valor del producto real sacrificado (es decir, que se deja de producir) porque trabajan para el gobierno sea nulo². En algunos tipos de proyectos los gastos en obras de infraestructura y las remuneraciones de los empleados públicos constituyen una parte importante de la inversión total, y habrá que incluirlos para poder hacer la evaluación social adecuada de la inversión. En resumen, a la sociedad le interesa el producto y el costo social, que en algunos casos (por ejemplo, de monopolio) diferirán del costo y el producto privados.

En muchos casos es difícil o imposible cuantificar los gastos en información sobre recursos naturales. Sin embargo, este modelo para orientar las decisiones en materia de inversión debe servir de orientación. Una de las finalidades de este estudio es señalar algunas de las consecuencias que la aplicación del criterio general de

²Obsérvese que no es lo mismo que decir »...a menos que el valor de su empleo en otra ocupación sea igual a cero«. El problema no consiste en saber si ese funcionario en determinado caso estaría o no empleado si el gobierno no le diera ocupación, sino en saber si el hecho de que el gobierno haya empleado una persona más significa que baje el producto no gubernamental. Cabe señalar asimismo que si, por ejemplo, el 5 por ciento de la fuerza de trabajo permanece desempleada aumente o no el empleo público, la contratación de un empleado adicional tiene un costo alternativo real aunque ese empleado haya estado desempleado. Además, esto supondría que las fuerzas que determinan el porcentaje de la fuerza de trabajo desempleada en una economía que funciona »normalmente« no tiene relación con el cociente entre el empleo público y el privado.

inversión puede tener para el problema especial de la inversión en recursos naturales.

¿DE QUE TAMAÑO DEBERIAN SER LAS INDUSTRIAS DE RECURSOS NATURALES?

Examinemos nuevamente la función general que desempeñan los recursos naturales en el desarrollo económico. El hecho de que sean limitadas las cantidades de cualquier recurso que existan en determinado lugar y de que en un país las cantidades puedan ser pequeñas³ en relación con la demanda de productos basados en los recursos naturales tiene importantes consecuencias para el desarrollo de las "industrias de recursos naturales"⁴. Es decir, para muchos países o productos el tamaño de la industria interna depende principal o totalmente de las condiciones de una oferta que debe abastecer una curva de demanda prácticamente horizontal. En la práctica la cantidad que ofrece el país en el mercado no influye sobre el precio al cual puede vender el país la producción de su recurso natural. Considérese, por ejemplo, un país que aporte un producto natural a un mercado que no domina. La cantidad que habría de producir en los años venideros no dependerá ciertamente de la demanda interna del producto, sino del precio mundial previsto a largo plazo (que no se modifica rápidamente cuando se trata de productos en cuyo mercado no hay mucha interferencia) y, lo que es más importante, de la magnitud y la riqueza de las unidades del recurso natural que pueden incorporarse a la producción. En este caso la demanda interna sólo determinaría qué proporción del producto se vende en el mercado interno y cuál en el externo. La situación es la misma, *mutatis mutandis*, cuando un país es un importador insignificante de algún producto

³Es decir, de pequeña magnitud dadas las condiciones económicas del caso. Esas condiciones son difíciles de definir desde el punto de vista conceptual.

⁴No existen muchas industrias basadas «exclusivamente» en los recursos naturales. En este estudio la expresión indica simplemente una industria que produce un artículo en cuya producción desempeña una importante función algún recurso natural.

natural. Es decir, su producción interna dependerá solamente del precio mundial y de la magnitud y la riqueza del recurso natural respectivo.

El producto puede no exportarse ni importarse y mostrar gran variedad de precios. En este caso, el problema de planificar la producción en la escala de precios en que ni se importa ni se exporta (no interesa si los planificadores son del sector público o del privado) consiste en equiparar la producción a la demanda de manera tal que el precio sea suficiente para provocar la oferta de la cantidad demandada. Pero incluso en este caso puede haber una diferencia entre el recurso natural y otros tipos de productos puesto que las calidades y las cantidades disponibles de algún recurso natural pueden fácilmente ser tan limitadas que un aumento de la demanda haga subir el precio del producto hasta el punto que convenga importarlo; el aumento puede ser apreciable si son elevados los gastos de transferencia. Es menos probable que bajen bruscamente los precios de los recursos naturales que es necesario buscar, pero descubrimientos imprevistos, no totalmente desvinculados del aumento de la demanda, pueden contribuir a una caída de los precios.

Para repetir, el ritmo adecuado de actividad de las industrias basadas en los recursos naturales dependerá en gran medida de la cantidad y la calidad de los recursos naturales de que se trate, en contraste con los productos »corrientes« cuya oferta puede aumentarse o reducirse sin que varíen mucho los costos.

Todo lo anterior parecería evidente, pero aparentemente no lo es. Así muchos hombres de gobierno son partidarios de dedicar los mayores esfuerzos a la búsqueda y la explotación de los productos minerales cuyo balance comercial es desfavorable; si un país importa la totalidad del plomo y el zinc que emplea, por ejemplo, habría que buscar con ahinco yacimientos de estos metales. Pero esto es ilógico, porque seguramente son muy escasas las posibilidades de encontrar tales minerales. En efecto, el hecho de que no se hayan encontrado en el país yacimientos de una ley que permita su explotación indica, aunque no en forma definitiva, que las perspectivas de encontrarlos son muy escasas. Cuando

se busca un criterio sencillo que oriente la exploración podría empezarse por hacer una distribución experimental de las inversiones entre aquellos tipos de exploración que han resultado fructíferos en los últimos tiempos. Otro criterio, menos satisfactorio pero más fácil de aplicar, consistiría en efectuar la asignación de recursos según el valor (o las utilidades netas) de los yacimientos de la industria basándose en el supuesto de que la existencia comprobada de yacimientos valiosos indica que se ha tenido éxito en su búsqueda y apunta, aunque sea en forma imperfecta, hacia el éxito futuro. Sin embargo, una vez que el pensamiento se orienta en esta dirección y se empieza a preguntar insistentemente por qué la inversión ha de dirigirse a tales fines y no a otros, se llegará muy pronto al único criterio adecuado, que es el de la rentabilidad proyectada.

El mismo error se comete so pretexto de «ahorrar importaciones». Aparentemente se arguye que si un país consume gran cantidad de petróleo, por ejemplo, debería poner gran empeño en elevar su propia producción de este combustible o de sus sucedáneos, porque así no tendría que importar. Pero se olvida que el objetivo fundamental de la actividad económica de un país es elevar el ingreso real y mejorar su distribución y que será lícito «ahorrar importaciones» sólo en la medida en que esto ayude a cumplir tal objetivo. Valdrá así la pena adoptar una medida que permita ahorrar importaciones (por ejemplo, de petróleo) sólo si el valor del petróleo adicional que se produce es mayor que el del producto que el país debe dejar de fabricar por haber dedicado una mayor proporción de su capacidad productiva al combustible.

En un sistema en que los precios reflejan los costos (incluido el rendimiento sobre la inversión en competencia con otros usos) esa distribución de las inversiones puede basarse en una estimación de las utilidades. Nuevamente en este caso cabe preguntarse si resulta lucrativa una inversión de esta índole: es decir, si tendrá el producto para la sociedad un valor equivalente al del producto del cual ha prescindido a fin de realizar la inversión. Así, cambios en las circunstancias aconsejarán

»ahorrar importaciones« en ciertos casos o gastar en ellas, es decir, aumentarlas, en otros.

Quiero citar un último ejemplo de cómo no conviene asignar inversiones, incluidas las necesarias para obtener información, a las industrias de recursos naturales. Mediante el empleo de técnicas más o menos refinadas, según el equipo y las informaciones disponibles y la inventiva que se tenga, pueden calcularse para algunos años venideros las necesidades de productos de las industrias basadas en los recursos naturales, y ese cálculo habrá de incluir muchos supuestos arbitrarios sobre muchos elementos que aún no pueden predecirse. En lo que toca a nuestro problema, el uso de la palabra »necesidades« tiende a confundir a muchas personas que en otros aspectos pueden ser más suspicaces, ya que esa expresión tiende a sugerir que la producción interna habría de dar abasto para satisfacer las »necesidades«. El razonamiento es exacto en una economía aislada, siempre que por »necesidades« se entienda realmente la demanda y que la cantidad demandada dependa del costo de producción que se hace sentir a través de los precios. Pero en una economía abierta al exterior no es necesario que la producción interna iguale a la demanda. La cantidad producida de cualquier artículo dependerá de gran variedad de posibilidades de producción, incluso las del recurso natural de que se trate, de las condiciones de importación y de exportación, y de toda la serie de demandas de servicios productivos en la economía.

PRINCIPIOS QUE RIGEN LA INVERSION EN INFORMACION

Si bien los recursos naturales deben considerarse como un capital en el análisis económico, suelen no poder aprovecharse tal cual se encuentran pues es necesario efectuar ciertos desembolsos para determinar exactamente su cantidad y su calidad. No se pretende tener un conocimiento completo sobre determinado recurso natural en una región, sino saber lo suficiente como para aprovecharlo eficazmente en la producción.

En la práctica no hay diferencia alguna entre un recurso natural sobre el cual se requiere información —lo

que implica un mayor gasto— y un equipo de capital no terminado. No tiene importancia económica el hecho de que en muchos casos la información obtenida no se traduzca en un cambio visible en el recurso. Tampoco hay ningún problema especial cuando la información obtenida sobre un recurso natural lleva a la conclusión de que no vale la pena explotarlo porque no es lo suficientemente bueno. En ese caso la inversión no se pierde, ya que simplemente constituye uno de los gastos de investigación y de acondicionamiento de otros recursos naturales cuya calidad justifica su aprovechamiento. Teniendo en cuenta lo anterior, puede examinarse más de cerca en qué forma los gastos para reunir información sobre recursos naturales encajan en el proceso productivo. Sobre la base de la función que desempeñan en el proceso de producción, pueden distinguirse dos tipos de información.

Tipos de información

La estructura de conocimientos que hace posible la actividad productiva descansa en el fondo, en un conjunto de principios, algunos de los cuales son »básicos« en el sentido de que son muy generales y de aplicación universal. Otros son de aplicación más restricta.

En la práctica, se han mezclado los principios fundamentales y los más restringidos para determinar »recetas« de producción. Estas recetas, denominadas funciones de producción, constituyen uno de los instrumentos conceptuales de la economía y no son más que la relación entre los insumos que entran en un proceso de producción y el producto que con ellos se obtiene. Es decir, si se combinan ciertas cantidades de determinados materiales y servicios de mano de obra y maquinaria *en cierta forma*, se obtiene cierta cantidad del producto; o sea de esa combinación de insumos no puede obtenerse más que la cantidad de producto especificada en la función de producción. Naturalmente, puede producirse más de un producto. Es importante tener presente que una función de producción refleja *cierto* estado del conocimiento sobre los procesos de producción. El pro-

greso tecnológico modifica ese conocimiento de suerte que con determinado conjunto de insumos puede producirse más⁵.

Pero para fundamentar una decisión no basta conocer la función de producción. Una vez conocidas las numerosas *posibilidades* físicas de producción, es necesario elegir una sobre la base del costo. En un sistema de mercado o en otros tipos de sistemas económicos en que los precios funcionen eficazmente, los servicios productivos tienen un precio que refleja su utilidad o su valor en la fabricación de diversos *tipos* de productos. Entonces cuando se considera algún tipo de producción, como hay que pagar los servicios productivos, algunas formas de producir resultan más baratas que otras. Al productor le corresponde encontrar *el* método más barato de producción, según sus posibilidades.

Téngase presente que el método más barato puede dejar de serlo si varían los precios de los servicios productivos. Después de todo, si sube mucho el precio de un servicio productivo, convendrá usar una cantidad menor cuando puede ser reemplazado por un insumo más barato. También es evidente que el método más barato de producción puede ser alterado por un cambio en la función de producción, es decir, por un cambio en nuestro conocimiento de *cómo* producir.

Los gastos necesarios para obtener información sobre los recursos naturales se equiparan a los gastos que demanda cualquier otro insumo, por lo menos desde el punto de vista de su importancia económica. Se diferencian de los gastos en que se incurre para cambiar la función de producción en cuanto su objeto es producir información que se «aprovechará» cuando el recurso natural «terminado» preste servicios con arreglo a los conocimientos vigentes sobre cómo producir el artículo en cuestión.

Considérese por ejemplo, la tarea de «producir» un yacimiento mineral. La función de producción que se

⁵Naturalmente, existen límites físicos que son insuperables. Aunque en la mayoría de los procesos no se ha alcanzado esa eficiencia (en un sentido físico más bien que económico), en algunos se está llegando muy cerca de esos límites, por lo menos en algunos aspectos.

aplica supone efectuar gastos para producir información (por ejemplo, reconocimientos geológicos, exploraciones geofísicas de diversa índole, excavaciones, etc.) pero no hay diferencia desde el punto de vista económico entre esos gastos y los desembolsos vinculados más directa y evidentemente con el beneficio del mineral, como la perforación de pozos o el desmonte. En cambio, las inversiones destinadas a modificar la función de producción —es decir los gastos que tienen por objeto aumentar nuestro conocimiento sobre la forma de producir— pueden ser aprovechadas no sólo por la unidad de producción que hace el gasto sino por todas las unidades de producción similares.

Aunque un científico o un técnico en recursos naturales pueda llamar investigación a esta actividad generadora de información, su importancia económica es bien distinta de la que tiene la investigación cuyo objetivo es modificar la función de la producción. Esta última tiene por finalidad modificar los métodos empleados para obtener información sobre los recursos naturales, incluidos los instrumentos empleados, pero no es igual que los reconocimientos o inventarios que aquí se consideran.

La distinción entre ambos tipos de gasto, uno de los cuales permite modificar la función de producción y el otro no, supone distinguir entre lo que en economía se conoce con el nombre de bienes »privados« y »públicos«. A estas expresiones suele dárseles un significado técnico especial. Se considera bien privado a aquel cuyas utilidades benefician solamente a la empresa que efectúa el gasto para producirlo. En cambio, en el caso de los bienes públicos, la producción de una unidad redonda en beneficio de todos⁶. Es decir, el producto (en este caso se trata de la producción de conocimientos) puede ser usado por cualquier número de unidades de producción sin que disminuya la cantidad del producto disponible para la unidad económica que lo produce.

⁶ Cuando la investigación sobre los métodos de producción es efectuada por el sector privado, las patentes pueden impedir que eso ocurra durante cierto tiempo.

Téngase presente que algunas actividades relacionadas con el reconocimiento o inventario de los recursos naturales tienen efectos externos limitados, en tanto que el bien público en estado puro los tiene ilimitados. Esto ocurre especialmente con los reconocimientos y los diversos tipos de información geológicos. Como el terreno perteneciente a cada unidad de producción puede ser más pequeño que la región que abarca el fenómeno geológico respectivo, la información que genera una firma puede servirle a las demás que trabajan en las zonas aledañas. Esta es una de las razones principales por las cuales muchos gobiernos estiman conveniente efectuar los estudios ellos mismos y poner la información a disposición de quien quiera usarla⁷.

Las decisiones a largo y a corto plazo

Las decisiones relacionadas con la producción suelen dividirse en dos clases: las que atañen a las inversiones y las relacionadas con la producción corriente; en la terminología usada en la ciencia económica reciben el nombre de decisiones a largo plazo y decisiones a corto plazo. A corto plazo muchos elementos de una situación son invariables. Estos elementos fijos, que no pueden modificarse con facilidad, reciben el nombre de »planta«, por analogía con las de la manufactura, que no varían mucho de un día a otro. La idea esencial de un elemento fijo es aplicable a un campo mucho más amplio que el de las manufacturas.

A largo plazo, es decir, cuando se trata de una decisión sobre inversiones, pueden variarse todos los in-

⁷ El hecho de que la información para la exploración mineral sea proporcionada gratuitamente se traduce en la explotación prematura de los yacimientos minerales y da lugar a una distribución ineficiente de las inversiones en el tiempo. Para las empresas privadas obtener la información gratuita equivale a una reducción del costo. En todo caso, a primera vista parecería posible idear un impuesto sobre la explotación minera a fin de sufragar los gastos de exploración en que incurre el gobierno y poder así corregir, en parte al menos, esas ineficiencias en la distribución de las inversiones. No es que sea partidario de esos impuestos, pero menciono el problema para los economistas que se interesan por este aspecto de la eficiencia.

sumos, y por lo tanto hay mayor libertad de manobra a largo que a corto plazo.

La utilidad del reconocimiento de los recursos naturales suele pensarse en función del aprovechamiento de esa información en la toma de decisiones sobre inversión. Evidentemente hay una decisión de invertir cuando lo que se propone es comenzar la explotación de un recurso natural, pues se pretende que el recurso natural preste sus servicios productivos en el futuro. Pero los gastos en información sobre recursos naturales pueden presentar muy distintas modalidades de rentabilidad futura. Así, cuando se usa un sistema sonar para ubicar un cardumen, hay que aprovechar el resultado de la investigación de inmediato, porque más tarde el cardumen no estará en ese lugar. En cambio, el hecho de descubrir que los suelos carecen de ciertos elementos podría dar un rendimiento a perpetuidad a los gastos realizados para obtener esa información, en cuanto por disponer de ella se apliquen medidas correctivas adecuadas. Por otro lado, una mina sólo se explota durante un período que no va más allá del momento en que deja de ser lucrativa, o, dicho algo inexactamente, cuando se agota el yacimiento.

RESUMEN

Se ha visto que desde el punto de vista económico general, la administración de las industrias basadas en los recursos naturales no difiere de la de otras industrias. El objetivo de la administración de estos recursos debe estar muy vinculado con los objetivos económicos de la economía en su conjunto: elevar el ingreso real y mejorar su distribución. Aunque no son indispensables los recursos naturales para el bienestar y el desarrollo económico, mientras menor sea el capital y la especialización de la fuerza de trabajo de un país, mayor será la importancia de sus recursos naturales, puesto que pueden proporcionar inmediatamente un capital que permitirá al país abreviar el plazo requerido para acumular ese mismo capital a base de sus ingresos.

Pero los recursos naturales reúnen ciertas características que los diferencian de otros tipos de capital en cuanto a su administración. Su ubicación ha sido determinada por la naturaleza, la oferta de algunos recursos puede ser muy limitada, y quizá haya que hacer inversiones para descubrirlos y conocer otras características indispensables para su aprovechamiento.

En las últimas páginas se ha destacado la analogía entre las sumas gastadas en los recursos naturales y las gastadas en otros insumos de producción, desde el punto de vista de su importancia económica general. Del análisis se infieren algunas características que son muy importantes para estudiar la información sobre recursos naturales. No todas estas características son privativas de los recursos naturales, pero parecen perderse de vista con frecuencia, como se verá más adelante en este estudio.

1. Las condiciones en que pueden obtenerse los servicios de los recursos naturales —es decir, cuánto cuestan esos servicios— son a menudo desconocidas y es necesario averiguarlas. Es muy reducido por lo general el gasto en que hay que incurrir para averiguar el precio de cualquier insumo (unas cuantas cartas o llamados telefónicos, si se trata de una máquina). Pero en el caso de los recursos naturales, en que hay que averiguar qué cantidad existe y cuál es su calidad en determinado lugar, el problema de decidir cuánto puede gastarse puede ser muy difícil.

2. Cuando se trata de recursos que fluyen y que no pueden ser apropiados, la información sobre las características del recurso es un bien público en el sentido de que al ser aprovechado por una persona no disminuye la cantidad disponible para los demás. Como ejemplo más destacado cabe mencionar la información climatológica.

3. Se ha dicho que la función de producción expresa la relación entre insumos y productos, pero cabría averiguar cuál es la función de producción que conoce o entiende la persona que adopta las decisiones relacionadas con la producción. Esta pregunta apunta a un problema importante en el aprovechamiento de

la información sobre recursos naturales, especialmente en la agricultura, porque indica que es necesario dar a conocer a los agricultores y otros empresarios las posibilidades de producción que existen.

4. Como algunos de los insumos del proceso de producción en las industrias basadas en recursos naturales varían en cantidad y no son susceptibles de control —como los fenómenos meteorológicos—, el producto será también variable. Este fenómeno complica mucho el problema de la evaluación económica.

La teoría del descuento

Para entender el proceso de descuento, hay que tener presente que en todo momento la sociedad tiene la opción de invertir otros 1.000 dólares, digamos, en un bien de capital de algún tipo que producirá una entrada superior a 1.000 dólares, pero sólo en una época o épocas venideras. En una economía de mercado este rendimiento tenderá a ser igual para todas las inversiones.

Sin embargo, este rendimiento será igual en un sentido especial. Mientras más largo sea el período que medie entre la inversión y el rendimiento, tanto mayor deberá ser este último. Y debe serlo en una forma muy especial para que las dos situaciones siguientes sean equivalentes:

	<i>Ahora</i>	<i>De aquí a un año</i>	<i>De aquí a dos años</i>
Situación A	Se invierte 1 dólar		Se recibe 1 dólar más el rendimiento de dos años = S_2
Situación B	Se invierte 1 dólar	Se recibe 1 dólar más el rendimiento de 1 año = S_1 Se invierte S_1	Se recibe S_1 más el rendimiento sobre S_1 durante 1 año a la tasa $(S_1 - 1)$ por dólar invertido = $S_1 + (S_1 - 1)S_1$

La inversión inicial es igual en ambas situaciones, de modo que la competencia en el mercado debería asegurar que la cantidad de dinero disponible dentro de dos años fuera igual en ambas situaciones. Es decir, la competencia aseguraría que:

$$S_2 = S_1 + (S_1 - 1)S_1 = S_1 + S_1^2 - S_1 = S_1^2$$

Sustituyamos S_1 por $(1 + r)$ y tendremos:

$$S_2 = (1 + r)^2$$

A fin de que las inversiones de diferentes períodos sean equivalentes, esta relación debe ser valedera no tan sólo

para dos períodos en comparación con uno, sino para cualquier par de períodos. Es decir, $S_n = (1 + r)^n$.⁸

Precisamente porque existe la oportunidad de invertir ahora y de obtener posteriormente la utilidad sobre la inversión, no se puede considerar que un dólar que se recibe o se gasta ahora tenga el mismo valor ahora que un dólar gastado o recibido en otra época. Como se ha visto, debe considerarse que el dólar gastado ahora es equivalente (en función de su valor actual en este momento) a $(1 + r)$ dólares gastados un año más tarde y a $(1 + r)^2$ dólares gastados dos años más tarde, y a $(1 + r)^n$ gastados n años más tarde.

Este proceso que permite calcular el valor actual a una fecha determinada de los dólares recibidos o gastados en diferentes momentos se denomina descuento. Por ejemplo, para convertir 10 dólares que se han de recibir en 1970 a su valor actual en 1967, se dividen los 10 dólares por $(1 + r)^3$.

Diez dólares recibidos en 1970 tienen un valor actual (v.A.) en 1967 de:

$$\frac{10}{(1 + r)^{1970-67}} = \frac{10}{(1 + r)^3}$$

Por ejemplo, si el tipo de interés anual es de 20 por ciento, entonces:

$$\frac{10}{(1 + 0,20)^3} = \frac{10}{1.728} = 5.48$$

aproximado al centavo más cercano.

Por otra parte, 10 dólares recibidos en 1967 tendrán para 1970 un valor actual de 10 *multiplicado* por $(1 + r)^3$:

$$10 (1 + r)^3 = 10 (1.728) = 17.28 \text{ dólares.}$$

⁸Para facilitar la explicación de los conceptos básicos, se ha supuesto que la rentabilidad anual de las inversiones es igual en ambos años. Puede no serlo. Si cabe prever una modificación de la rentabilidad de la inversión, ésta debe ser tenida en cuenta en el método de descuento. Por ejemplo, el «factor» de descuento $(1 + {}_0r_2)$ correspondiente al bienio desde $t = 0$ a $t = 2$ debería ser la media geométrica de los factores de descuento correspondientes a cada año, $(1 + {}_0r_1)$ y $(1 + {}_1r_2)$. Es decir, $(1 + {}_0r_2)^2 = (1 + {}_0r_1) (1 + {}_1r_2)$.

Al calcular la rentabilidad de una inversión, es necesario calcular el valor actual de todas las entradas y gastos a una fecha dada. Es muy importante saber la fecha en que se efectúan las inversiones y los gastos, como queda ilustrado en el ejemplo siguiente. Considérese una oportunidad de invertir que origina las siguientes entradas y gastos, al final del año estipulado:

	1966	1967	1968	1969	Total
Entrada	0	90	160	54	304
Gasto	100	70	60	42	272

Cuando no se ha calculado el descuento, el valor del producto excede al gasto; sin embargo, para comparar correctamente las entradas y los gastos, hay que descontarlos a la misma fecha. Lo mismo da cualquier fecha, pero elijamos el final de 1968. En ese caso si la tasa de descuento es de 20 por ciento al año, el gasto de 100 efectuado en 1966 tiene en 1968 un valor de $100 (1.20) (1.20) = 100 (1.20)^2 = 144$ porque con los 100 dólares se podía haber producido un bien de capital que al cabo de dos años habría tenido un rendimiento de 144.

El gasto efectuado en 1969 tiene en 1968 un valor de:

$$\frac{42}{1.20} = 35$$

Los valores completos descontados al año 1968 son los siguientes:

	1966	1967	1968	1969	Total
Entradas	0	108	160	45	313
Gastos	144	84	60	35	323

Al tener en cuenta el interés se ve que la inversión no resulta conveniente.

II

Posibilidades y limitaciones de los programas de información

Hasta aquí se ha examinado de modo bastante general la información sobre los recursos naturales; pero para avanzar en el análisis de los problemas que se plantean al administrar programas de información debemos distinguir con más detalle, y en un nivel más práctico, entre los diferentes tipos de información. Las diferencias en el uso de la información, en los métodos para obtenerla y en su costo contribuyen mucho a configurar los programas y determinar sus usos.

Con este análisis de los diferentes tipos de información sobre recursos naturales no se pretende ofrecer una guía metodológica para elaborar información sobre los recursos naturales mismos. Cada uno de los distintos campos de estudio —como geología, suelos o silvicultura— ha sido por largo tiempo dominio de los especialistas, y a ellos debe consultarse para obtener una visión aceptable de cada especialidad.

El objetivo de este examen, por lo tanto, es más limitado. Puesto que está dedicado a quienes deben decidir la magnitud de los programas de información frente a otros programas y a quienes se ocupan de las relaciones entre los programas de información y el uso de sus resultados, lo que se pretende es determinar los tipos de información que pueden generar diversos tipos de programas, y de esto se desprenderán claramente algunas de las cosas que estos programas no pueden hacer.

Como en este punto del examen lo que se desea es describir simplemente las realizaciones y limitaciones potenciales de los programas de información sobre recursos naturales, se han dejado para capítulos posteriores los problemas de economía: cuánto debe gastarse y en qué se debe gastar. Nos ocuparemos aquí de los tipos de actividades gubernamentales que generan información física acerca de los recursos naturales. En su mayoría, estas actividades se han transformado en programas de información o han adquirido identidad propia por las ventajas que

se atribuye a la existencia de organizaciones especializadas en tales actividades. Nuestro examen se limitará aquí al levantamiento de mapas topográficos y otros parecidos, a la información geológica y a la información sobre suelos y vegetación, es decir, la que generalmente se recolecta por los métodos conocidos. Para un tipo dado de información y de recurso, la recolección será repetitiva, y se aplicarán los mismos métodos a distintas áreas.

Partamos de una posición muy socorrida: actualmente las técnicas modernas nos permiten generar información tan copiosa sobre los recursos naturales que podemos hablar de tener un inventario cuyo valor, según se dice, será inapreciable para planear la explotación de nuestros recursos naturales. Hemos dejado para el capítulo III el problema de determinar si dicho inventario es posible, deseable y útil. Sin embargo, no se puede eludir el hecho de que las técnicas tienen un influjo predominante en los asuntos que nos interesan aquí. Las técnicas para recopilar información han ido cambiando enormemente de un decenio a otro, y se hallan en el umbral de nuevos avances. La versatilidad de la técnica, la abundancia de realizaciones sorprendentes y espectaculares y la mayor rapidez con que se ejecutan ahora algunas tareas impulsan a dejar de lado toda cautela y a afirmar, por ejemplo, que «ahora es posible preparar toda la información que se necesita». De aquí sólo hay un paso a la idea errónea de que la información física acerca de los recursos naturales es la clave de su aprovechamiento y, en opinión de algunos descaminados, del propio desarrollo económico.

Como los recursos naturales se hallan dispersos en la tierra, para estudiarlos son indispensables algunas operaciones en el lugar donde se encuentran. Antes de la época de la aviación, la necesidad de abarcar esos lugares encarecía enormemente los estudios, especialmente en zonas con servicios de transporte precarios o sin ellos. Los grandes levantamientos del oeste de los Estados Unidos, por ejemplo, sólo produjeron información a lo largo de las líneas de recorrido y de algunas millas adyacentes, por valiosa que resulta-

ra luego esta información escasa pero fidedigna. Los geólogos sólo podrían hacer mapas de una superficie pequeña por año, e incluso la producción de mapas topográficos avanzaba muy lentamente.

Entre las dos guerras mundiales hubo cambios evidentes, pero la verdadera revolución metodológica se produjo durante la segunda guerra mundial y después de ella. Tal vez el cambio principal lo trajo el uso del aeroplano para tomar fotografías; pero también ha habido avances de importancia en equipo fotográfico, películas, instrumentos fotogramétricos e instrumentos para medir campos electromagnéticos y radiación. No se ha eliminado la necesidad de efectuar trabajos caros en el terreno, especialmente cuando se necesita un alto grado de precisión, pero éstos se han reducido tanto que actualmente es posible preparar con bastante facilidad toda una enorme cantidad de datos, tanto útiles como inútiles. Pero aun así, no todo es posible ni todos los diferentes tipos de información se pueden obtener con el equipo que transportan los aviones.

Debemos tener presente los objetivos finales del desarrollo económico a los que está encaminada la información sobre recursos naturales. Conforme al examen que hicimos del lugar que ocupa la información sobre los recursos naturales en el proceso económico, estos objetivos se pueden sintetizar en tres, a los cuales es posible agregar un cuarto objetivo »no económico«:

- 1) Ayudar a evaluar las posibilidades de inversión;
- 2) Proporcionar información concreta que sirva para mejorar el uso corriente de los recursos naturales;
- 3) Satisfacer la demanda directa de los consumidores, y
- 4) Ayudar a realizar ciertas actividades gubernamentales en las que intervienen los recursos naturales pero sin que éstos sean usados por el gobierno.

La tercera categoría incluye rubros como la demanda directa de mapas para actividades recreativas. El rubro principal en la cuarta categoría es el uso de la clasificación de la capacidad de la tierra basada en los datos sobre los suelos, el clima, el agua y la vegetación para administrar la tributación agraria.

En este estudio nos interesan principalmente los dos primeros objetivos: la evaluación de las posibilidades de inversión y el mejoramiento de la administración actual de los recursos, ya se trate de recursos de propiedad pública o privada, o de información para uso de organismos gubernamentales o de propietarios o usuarios privados de los recursos naturales.

El mismo tipo de información sobre recursos naturales puede servir tanto para evaluar posibilidades de inversión como para administrar recursos; así sucede, por ejemplo, con la información geológica y los datos edafológicos. Sin embargo, la recopilación de datos se puede hacer con distintos grados de pormenorización y exactitud. En algunos tipos de datos, entre ellos los geológicos y los edafológicos, mientras menos detallados y precisos sean, menos utilidad tendrán para la administración de los recursos. Puede decirse que todo el proceso de evaluación de inversiones requiere información burda (menos precisa y detallada) e información refinada, en tanto que para la labor de administración se necesita exclusivamente información refinada.

La evaluación de posibilidades de inversión que se ha examinado aquí es bastante amplia y puede abarcar casi todas las actividades de información sobre los recursos naturales. Incluye los esfuerzos por adquirir una idea general de las características de alguna zona »desconocida« (vegetación, relieve, etc.) aunque aún no se hayan identificado proyectos de inversión que exijan evaluaciones detalladas. También es parte del proceso el hacerse una idea somera del potencial económico de una región, ya que es necesario atraer la atención de los inversionistas potenciales hacia ella con miras a buscar oportunidades de inversión.

Vista así, la evaluación de las posibilidades de inversión incluye actividades de información que se apartan mucho de la evaluación de un proyecto dado. Además de ciertos mapas planimétricos y topográficos a escala pequeña, caerían en este rubro los estudios a grandes rasgos de geomorfología y vegetación que pueden dar alguna clave sobre la naturaleza de los suelos.

Conviene considerar el proceso que desemboca en la evaluación de un proyecto¹ como una transición de lo general a lo particular. La información inicial a menudo no es válida para zonas pequeñas e incluso, aunque en menor grado, para zonas más grandes. Sobre la base de una información inicialmente imprecisa, se definen en forma preliminar las posibilidades de inversión (señalando simplemente quizá que algunas zonas son más propicias que otras), y luego puede concentrarse la recopilación de informaciones más detalladas en las zonas más aptas.

Nótese que la descripción anterior corresponde al proceso por el cual se llega a evaluaciones precisas de las posibilidades de inversión. Aunque los trabajos de investigación sobre los recursos naturales muestren una tendencia similar, sería craso error pensar que la recopilación de información de los recursos naturales debe avanzar desde los estudios generales de cobertura completa hasta los análisis detallados o precisos, ya que el tipo de información que haya de recopilarse dependerá en parte de la información existente. En nuestra época es difícil imaginar un lugar sobre el cual no se sepa absolutamente nada. A menudo la información existente, por limitada que sea, hará que baste un reconocimiento parcial o muy incompleto, aunque ciertamente habrá casos en que será imprescindible la investigación de una zona por cobertura espacial completa.

ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES

Los elementos con que se prepara la información acerca de los recursos naturales ofrecen múltiples posibilidades de combinación, por lo que es indispensable

¹ Recordemos nuevamente que la evaluación más precisa que podemos hacer y la que nos da la pauta para orientar toda la actividad de inversión es del tenor siguiente: «El proyecto n° 123 tiene un valor actual de 1.20 millones de dólares sumados los beneficios sociales y restado el costo». Debería intentarse una evaluación de este tipo tanto para los proyectos «finales» (presas, por ejemplo) como para los anteproyectos cuyo fin fuese examinar una variedad de posibilidades y eliminar algunas.

ble contar desde las etapas iniciales del proceso de recopilación de datos con un asesoramiento competente y *desinteresado*, ya sea de firmas privadas o de organismos de gobierno. Los fenómenos en juego son complejos y las situaciones particulares difieren mucho entre sí. Pese a esta complejidad y heterogeneidad, en muchos casos un examen diligente revelará un consenso *desinteresado* sobre las medidas adecuadas para pasar de la información general a escala pequeña, a una información más definida y detallada. Lo que se dice aquí no pretende en modo alguno colocar al lector en situación de hacer estos juicios, sino sólo ofrecerle algunas orientaciones que tal vez le ayuden a desarrollar su capacidad para discriminar entre el consejo competente y el consejo malo o prejuiciado.

En los casos que nos interesan, cierta información acerca de diversas características naturales se transmite a través de una porción del espectro electromagnético: la porción visible, el infrarrojo, el campo magnético de la tierra, o las porciones presentes en la desintegración del núcleo atómico. En algunos casos podemos captar esta información con aparatos que pueden llevarse en avión y que cubren con rapidez grandes extensiones terrestres. La información sobre la fuerza del campo magnético y otras variables similares probablemente se registrará gráficamente e irá aparejada a algún tipo de sistema que relacione la lectura con la ubicación.

ALGUNOS ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGRAFIA AEREA

El medio más corriente para obtener la información necesaria es la película fotográfica, cuya imagen, por supuesto, debe interpretarse. En algunos casos la información que proporciona es clara y evidente. Cuando no lo es, normalmente se pueden vincular los rasgos poco claros que se observan en la fotografía con información fidedigna obtenida en el terreno. Por ejemplo, ciertas texturas o líneas de la fotografía pueden indicar cierto tipo de cultivo, dato susceptible

de comprobar en un examen por muestreo del terreno; o tal vez en alguna localidad se descubra que el tamaño de la copa de los árboles está asociado al volumen del tronco.

La confiabilidad de la información obtenida combinando fotografías aéreas y comprobaciones en el terreno se puede elevar algo ya sea ampliando la escala de la foto para que muestre más detalles, o bien aumentando la densidad y posiblemente la exactitud de las comprobaciones en el terreno. Como se dijo antes, el problema administrativo que se plantea aquí es el de señalar el tipo de información necesaria y elegir el nivel adecuado de precisión, teniendo en cuenta costos y beneficios. Para algunos fines bastará un grado bajo de precisión, y, por ejemplo, pueden no necesitarse curvas de nivel; pero para otros fines se necesitan curvas de nivel cuya precisión no varíe en más de un pie.

No se debe confundir la exactitud de la información que se presenta en forma de mapa con la escala del mismo. Un mapa a gran escala no ofrece necesariamente información muy precisa. Los mapas a escala pequeña preparados sobre la base de información »generalizada« que sólo es correcta en »promedio« se pueden ampliar a cualquier escala, pero hacerlo no acrecienta la exactitud de la información contenida en el mapa.

Las películas pueden registrar el espectro visible (más algo del invisible en el extremo superior) con alguna posibilidad de controlar la acentuación relativa de diversas partes del espectro por medio de filtros. Los rayos infrarrojos también pueden registrarse en películas especiales. La sensibilidad (velocidad) y el detalle de la película se pueden elegir. El diseño y la elección de lente introducen otra compleja gama de consideraciones, como también lo hace la cámara altamente especializada. Deben considerarse asimismo el avión y la tripulación de que se dispone. La distancia focal del lente y la altura de la cámara sobre el terreno que se está fotografiando determinan la escala del negativo. Por ejemplo, si en la película

400 metros se registran como un centímetro, la escala es de

$$\frac{.01}{400} \text{ o } \frac{1}{40\,000}$$

(Esta es una escala frecuente para negativos).

Hoy las fotografías aéreas son principalmente verticales, es decir, se toman con la cámara apuntando al centro de la tierra. Las fotos oblicuas, útiles para resolver una variedad de problemas muy localizados, plantean problemas arduos en la preparación de mapas topográficos y en muchos tipos de interpretación. Evidentemente, la escala de la fotografía no es siempre la misma del negativo. La reducción no plantea problemas técnicos, pero el grado de ampliación que resulta útil depende de la calidad del negativo, de la información que se desea y del equipo disponible. La escala de las fotografías para diferentes usos se examinará en la sección siguiente.

Si desde un avión se toma una fotografía vertical de una superficie plana cuadrada, una línea de una milla de largo que se halle directamente bajo el avión aparecerá en la fotografía del mismo largo que una línea de una milla de largo que se halle en el borde del cuadrado. Aquí no hay distorsión. Sin embargo, si la superficie que se está fotografiando no es plana, los objetos a diferentes alturas se registrarán en distintas escalas (la escala depende de la distancia focal del lente y de la altura del lente sobre el objeto fotografiado). Además, los objetos que no se hallan en el »plano de referencia«² ni directamente debajo de la cámara no aparecerán en la película en sus posiciones relativas correctas. Según una definición, un mapa es una proyección vertical de puntos sobre el plano cartográfico (traducido a un tamaño útil), pero los rayos de luz que entran en el lente de la cámara que va en un avión sólo son verticales cuando provienen de objetos ubicados directamente bajo la cámara. Lo que importa aquí es la relación entre la altura del avión y el relieve (distancia entre las altitu-

²Podríamos pensar en el plano horizontal imaginario que contiene el objeto más bajo en la fotografía que se examina.

des de los puntos más alto y más bajo) del objeto. Estas características de la fotografía impiden toda aplicación simple y directa que requiera gran exactitud, pero no impiden la preparación de mapas muy precisos. La preparación de un verdadero mapa derivado de fotografías es labor del fotogrametista. Para ello dispone de un conjunto muy perfeccionado de principios, equipos y prácticas que permiten resolver estos problemas adecuadamente y con relativa facilidad.

Cabe destacar que las fotos tomadas desde satélites, que probablemente se usarán dentro de poco para levantar mapas, harán uso de rayos de luz tan próximos a la vertical que el problema de la distorsión de las posiciones relativas será muy pequeño³.

Mucha de la utilidad que tienen las fotografías para preparar mapas topográficos y compilar información sobre los recursos naturales reside en que dos fotos del mismo objeto u objetos tomadas desde diferentes puntos de mira (bien elegidos, por supuesto) pueden dar una visión estereoscópica. Es decir, el sistema visual humano puede combinar las dos imágenes y obtener una idea bastante exacta de las distancias relativas entre el objeto y el observador, de la misma manera como combina dos imágenes en la visión ordinaria.

Imaginemos un gigante cuyos ojos (dos lentes de cámara) se hallan a 5.000 metros sobre el suelo. Las retinas de sus ojos (análogas a las películas de dos cámaras) se hallan, digamos, a 9 pulgadas de los lentes en sus ojos (9 pulgadas es la distancia focal de los lentes de la cámara). Sus ojos se hallan tan apartados como las dos cámaras (en realidad sólo se usa una cámara, pero se toman dos fotos con la cámara y el plano en distintas posiciones). Así como la percepción de profundidad

³Un »verdadero mapa«, entendido como una proyección vertical de puntos sobre la superficie de la tierra hasta un plano de referencia, puede ser aproximado cuando es de áreas suficientemente pequeñas como para que la curvatura de la tierra pueda desestimarse. En áreas mayores, la proyección a un plano, y también a una esfera u otra forma de referencia, necesariamente deforma algunos de los rasgos terrestres si se presenta como mapa planimétrico.

se puede realizar utilizando prismas en los binoculares para aumentar la distancia entre los lentes del objetivo, también es posible realizar la percepción de profundidad en las fotos estereoscópicas aumentando la distancia entre las posiciones de la cámara al tomar las dos fotos estereoscópicas. Cuando observamos las dos fotos estereoscópicas a través de un estereoscopio, hacemos lo mismo que hace el gigante con sus ojos a 5.000 metros sobre la tierra, y utilizamos todo nuestro aparato perceptor e interpretativo (el cerebro) para ver lo que él vería.

Cuando se usan fotografías estereoscópicas para ayudar a interpretar algún aspecto del medio, el intérprete comúnmente observa las dos fotos, llamadas »par estereoscópico«, a través de un estereoscopio, aparato que permite la visión simultánea de una foto con un ojo y de la segunda foto con el otro ojo. Por este sencillo procedimiento la interpretación generalmente se puede hacer con facilidad. Cuando las fotos estereoscópicas tienen algunos fines determinados, especialmente la fabricación de mapas topográficos, el equipo que se utiliza es mucho más complejo.

El usuario potencial de esta actividad fotográfica puede aprovechar lo que ella produce en cualquiera de varias etapas, algunas de las cuales se han indicado. Puede usar los negativos mismos, por lo general no directamente, sino para obtener fotografías o transparencias (probablemente placas montadas en vidrio) para equipos de observación o medición de algún tipo.

Las fotografías pueden ser de contacto y del mismo tamaño del negativo (por lo general de 9×9 pulgadas), o bien pueden ser ampliaciones. Los pares estereoscópicos generalmente son de contacto.

Las copias positivas que se observan separadamente y no como pares estereoscópicos sirven para muchísimos fines, incluso a personas sin adiestramiento especial. Los positivos por contacto o las ampliaciones pueden combinarse para formar fotomosaicos que abarcan una zona mayor que la cubierta por una sola fotografía. Si los positivos se han tomado directamente de los negativos, el mosaico resultante es un »mosaico no controlado«, y en él la escala puede no ser

idéntica en fotografías ensambladas, ya sea por cambios en la inclinación de la cámara o en su altura, por el registro diferente de distancias verticales dadas (no distancias horizontales en un plano horizontal dado) en el negativo y el positivo debido a cambios de visión desde diferentes posiciones de la cámara. Una de las consecuencias puede ser que aparezcan inflexiones en las carreteras rectas y otros rasgos lineales.

Los defectos de los mosaicos no controlados pueden eliminarse considerablemente preparando lo que se llama un »mosaico controlado«: antes de unir las fotos se modifican los positivos para minimizar las diferencias de escala producidas por las diversas causas, y luego se colocan de modo que el centro de cada uno se halle en posición relativa correcta; de este modo se impide que se acumulen los errores de escala.

Los mosaicos controlados no son mapas, porque sólo en el centro de cada foto la visión es recta desde arriba; pero para algunos fines tienen la gran ventaja de ser fotografías con todas las infinitas gradaciones de tono y toda la información que ellas pueden brindar. Los mapas, con sus líneas y su menor diferenciación de tonalidades, ofrecen menos tipos de información pero más precisión. Como ilustración, compárense las altitudes que muestra una fotografía con las curvas de nivel de un buen mapa topográfico.

En los mosaicos se pueden indicar directamente diversos tipos de información interpretativa, como tipos de suelos, uso de la tierra, clases de capacidad y deslindes de propiedades; este procedimiento suele resultar conveniente para los usuarios.

Los mapas sirven especialmente para presentar determinados tipos de información. Casi toda la información relacionada con la localización puede mostrarse en ellos por medio de líneas, símbolos y diferencias de tonalidad sobre la representación de la ubicación relativa verdadera de diversos objetos situados en la zona. Por ejemplo, las clases de suelos o tipos de bosques pueden mostrarse tanto en los mapas planimétricos como en los topográficos.

MAPAS PLANIMETRICOS Y TOPOGRAFICOS

Actualmente los mapas planimétricos, que no muestran alturas, y los mapas topográficos, que generalmente muestran alturas por medio de curvas de nivel, se basan casi siempre en fotografías aéreas por una razón muy simple: dado su nivel de exactitud, la fotografía resulta generalmente el método más barato. Son excepcionales los casos en que las circunstancias hacen impracticables las fotos aéreas: por ejemplo, en el levantamiento de mapas a gran escala de superficies cubiertas por una densa capa de árboles⁴.

Sin embargo, se necesita bastante trabajo en el terreno para establecer controles verticales y horizontales y para comprobar características culturales y colocar nombres, si éstos han de indicarse en el mapa. La magnitud de esta tarea depende de muchos factores. En zonas pobladas puede haber una red establecida de controles de ubicación, pero en zonas deshabitadas posiblemente no los haya. El costo de establecerlos variará mucho con el tipo de terreno. Asimismo, la escala y el destino que tendrá el mapa determinarán la densidad y exactitud que ha de tener la red de control. En mapas destinados a fines específicos a veces se pueden tolerar grandes inexactitudes horizontales y verticales. Sin embargo, en los mapas para uso general el nivel de precisión de los controles en el terreno que se exige comúnmente debe parecer muy alto a los legos⁵.

⁴Las corrientes de agua aparecerán «a través» de los árboles en las películas infrarrojas.

⁵Cabe distinguir entre la precisión del sistema de control y la precisión de las ubicaciones horizontales relativas y de la representación de altitudes en los mapas mismos. Una comparación visual cuidadosa de mapas de terrenos con mucho relieve revelará fácilmente que i) las curvas de nivel en los mapas a escala pequeña están «generalizadas», lo que no es sorprendente, puesto que en los mapas a escala pequeña no se pueden mostrar detalles a menos que se usen microscopios para prepararlos y leerlos; y ii) las curvas de nivel suelen presentar errores considerables incluso en los mapas a escala bastante grande. El hecho de que el control en el terreno sea adecuado no asegura la exactitud de todas las altitudes indicadas en el mapa.

Es imposible controlar a simple vista la exactitud horizontal de un mapa; para hacerlo deben emplearse instrumentos, a menos que los errores sean realmente muy grandes.

¿Para qué sirven los mapas planimétricos y topográficos? La composición de la clientela de los organismos cartográficos en los países económicamente avanzados indica que el público en general los usa para muchos propósitos, tanto para ayudarse en la toma de decisiones comerciales como en actividades de consumo. Con respecto al desarrollo de los recursos naturales, los mapas topográficos tienen especial importancia entre los variados instrumentos con que la gente se forma imágenes de una zona o de un país y elabora diversos tipos de información vinculada a su economía. En los países o regiones donde hay posibilidades de desarrollo económico extensivo, los mapas topográficos son esenciales para evaluar posibles empresas, en especial porque en el pasado el terreno ha sido con frecuencia un obstáculo para el desarrollo.

Los mapas convencionales proporcionan un marco en el cual colocar diversos tipos de información acerca de los recursos naturales. Si bien todos los tipos de información sobre recursos naturales se pueden reducir a cifras que no están vinculadas directamente a una ubicación (por ejemplo, número de hectáreas, de determinados tipos de suelos, o volúmenes de agua contenidos en los embalses), en la práctica necesitaremos conocer el lugar a que se refiere la información. La información que no está vinculada a una ubicación tiene poca utilidad. Evidentemente, no es indispensable llevar a mapas la referencia a la ubicación de los datos sobre recursos naturales, pero si la información es abundante, resulta económico hacerlo así desde la partida. Para usos generales, parecen adecuadas escalas tan pequeñas como 1:250.000 (un centímetro por cada 2.500 metros, o aproximadamente una pulgada por cada cuatro millas). Tanto los Estados Unidos como el Canadá tienen, o tendrán pronto, mapas a esta escala de todo su territorio⁶.

⁶Véase H. Arnold Karo, «Maps as a Basic Requisite for Economic Development», *Natural Resources*, vol. 11, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, 1963. Este documento fue preparado por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas. Véase también R.A. Stewart, «Aerotriangulation Procedures for National Mapping of Canada», *Photogrammetric Engineering*, vol. 30, n° 1, enero de 1964.

Aunque en algunos mapas se usan escalas aún más pequeñas, la mayoría de las aplicaciones que van más allá de una orientación general exigen mapas planimétricos o topográficos a una escala considerablemente mayor. Por ejemplo, los levantamientos regionales de diversos tipos pueden utilizar mapas convencionales a la escala de 1:40.000 o 1:50.000, aproximadamente. Esta escala suele aproximarse a la de los negativos⁷.

Las fotografías para los estudios agrícolas suelen necesitarse o hacerse en una escala aún mayor, digamos 1:20.000. Según MacPhail, casi todas las fotografías tomadas para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en los últimos años son a esta escala⁸.

Para la ingeniería (construcción de caminos, edificios o presas), se necesitan mapas a escala mucho mayor. Un experto ha sugerido que aun para el reconocimiento de rutas alternativas en terrenos escarpados con poco o ningún uso de la tierra, la escala de los mapas debe fluctuar entre 1:6.000 y 1:12.000, con curvas de nivel cada 15 a 30 metros. Para el estudio preliminar y para el proyecto de una carretera en el mismo tipo de terreno, la escala del mapa debe ser dos veces mayor y los intervalos entre las curvas de nivel deben reducirse a la mitad.

Cualquiera que sea la aplicación del mapa topográfico o planimétrico, suele suceder que los mapas hechos no

⁷Véase W. Schermerhorn, «Planning of Aerial Surveys for the Overall Development of the Natural Resources of a Country», *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, Bangkok, 1960 (U. N. Mineral Resources Development Series N° 12), p. 68; y S. A. Stellingwerf, «Forestry Requirements in Integrated Surveys», documento presentado en la Conferencia sobre Principios y Métodos para Integrar Levantamientos Aéreos de Recursos Naturales para el Desarrollo Potencial, organizada por el Departamento de Ciencias Naturales de la UNESCO (Toulouse, 1964).

La elección de la escala del negativo depende de muchos factores; cualquiera que sea la combinación elegida de lente, distancia focal y altura del aeroplano, el producto fotográfico deberá ofrecer la cobertura y detalles de una fotografía única para permitir la interpretación. Como en los últimos años se ha podido disponer de lentes de ángulo muy grande, ha aumentado el número de opciones. Así, ahora es posible tomar fotografías tanto de 1:70.000 como de 1:21.000 desde 6.200 metros. Véase Stellingwerf, *op. cit.*, p. 6.

⁸Carta de Donald MacPhail, profesor de geografía de la Universidad de Colorado (26 de mayo de 1967).

satisfacen para la necesidad específica, especialmente en la investigación de recursos minerales o forestales y en los problemas de ingeniería. En estos casos habrá que preparar un mapa básico especial, ya sea encomendándolo a cartógrafos gubernamentales o a alguna firma privada contratada por el gobierno.

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

En lo que toca a la relación entre los programas de información geológica y el desarrollo de los recursos naturales pueden distinguirse cinco tipos de actividades. El más general es el estudio de la geología regional, en el que se apoyan las actividades de aplicación práctica más directa: exploraciones mineras, exploración petrolífera, investigación de aguas subterráneas y estudios geológicos destinados a obras de ingeniería y de explotación de minas.

La geología regional tiene por objeto conocer en líneas generales la geología de una vasta superficie terrestre, esto es, identificar rocas, su estructura y estratificación, y comprender la historia y los procesos precedentes. Dicho en otra forma, se trata de saber cómo llegó la zona a ser lo que es, si hubo actividad volcánica, si hubo oportunidad de que penetraran magmas en la zona, cuál ha sido el desarrollo de la sedimentación y la erosión, y qué movimientos y deformaciones de la corteza terrestre se han producido. Para responder a todas estas interrogantes el estudio debe abarcar un campo muy amplio, que envuelve procesos y acontecimientos geológicos en gran escala. Considérese, por ejemplo, la magnitud de la acumulación de sedimentos, de los levantamientos o hundimientos de la corteza terrestre, de sus deformaciones, de la actividad volcánica, y de otros fenómenos similares.

El conocimiento de la geología regional tiene gran importancia para la exploración en busca de minerales y petróleo. En primer lugar, los depósitos minerales y petrolíferos están asociados en cierta medida con algunos procesos y estructuras de carácter geológico. Si se pueden ubicar esos procesos y estructuras, el campo de

investigación se reduce mucho, como lo han hecho notar Lacy y Swayne:

»Pese al dicho de que 'el yacimiento está donde uno lo halla', la distribución de los minerales no se produce al azar, sino en un orden relacionado con la historia geológica de la corteza terrestre. Por lo tanto, todo programa inteligente de exploración mineral debe basarse en el conocimiento de la distribución de los elementos en la corteza de la tierra, y de los procesos por los cuales éstos se han concentrado en depósitos minerales... Un requisito inicial para los grandes programas de exploración mineral es el conocimiento del medio geológico regional⁹.

Fischer, del Estudio Geológico de los Estados Unidos, ha señalado que »un gran porcentaje de los depósitos minerales conocidos están asociados a fallas o fracturas«¹⁰.

El reconocimiento geológico regional ha sufrido el influjo de los métodos aéreos, aunque no en la misma medida que la cartografía topográfica. La geología sigue siendo geología, y sigue requiriendo mucho trabajo de campo. Por buenas que sean, las estereofotografías aéreas no pueden reemplazar el conocimiento geológico, si bien el ritmo del trabajo se ha acelerado, y lo que es tal vez más importante, las fotos aéreas son más que un simple sustituto del trabajo de campo, pues también permiten examinar en forma panorámica toda o casi toda la superficie afectada por algún proceso geológico dado. Evidentemente, es difícil captar en su conjunto la naturaleza y secuencia de los acontecimientos geológicos a través de la limitada visión humana desde la tierra cuando algunos de los rasgos que se trata de

⁹R. J. Lacy (American Smelting and Refining Co.) y W. H. Swayne (The Anaconda Co.), »Integrated Mineral Exploration«, *Natural Resources*, vol. II, p. 134. Este documento fue preparado por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas.

¹⁰William A. Fischer, »Interpretation of Geology from Aerial Photographs«, *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, p. 102.

identificar tal vez abarquen decenas de kilómetros. En realidad, la visión que proporcionan las fotos aéreas a veces permite identificar características e interpretar acontecimientos que escaparían al reconocimiento terrestre. Las fallas geológicas, por ejemplo, que son útiles como indicadoras de zonas de mineralización y tienen importancia evidente para los proyectos de construcción de toda índole, se pueden identificar por medio de fotografías aéreas porque presentan cambios de color o tonalidad de carácter lineal, que suelen indicar alineaciones naturales, como árboles, corrientes de agua, etc. Las intersecciones de las fracturas son especialmente significativas por su asociación con concentraciones minerales.

Las fotografías aéreas sirven también para detectar otras características que van unidas a los yacimientos minerales, como afloramientos propicios de rocas primarias y zonas de alteración indicadas por cambios de tonalidad o color. La vista desde lo alto es útil en el desierto y en otras zonas donde la superficie terrestre se halla expuesta. Pero lo es tal vez más en superficies densamente cubiertas, pues las unidades estructurales, que quizá sean las más difíciles de percibir en trabajos de campo, a menudo dejan sus huellas en los contornos y diferencias de matices de la vegetación y superficie que aparecen en las fotografías aéreas.

La escala de las fotografías aéreas debe ser lo suficientemente pequeña como para dar una visión estereoscópica de grandes zonas que acusen procesos geológicos extensivos. Lacy y Swayne sugieren, por ejemplo, que la escala 1:62.500 (aproximadamente una milla por pulgada) es adecuada para el estudio de la geología regional y puede servir también para otros fines¹¹. Los mosaicos permiten observar una zona amplia, pero sin visión estereoscópica. Además, el reconocimiento de indicaciones de algunos procesos se ve obstaculizado por los cambios bruscos, aunque leves, en las tonalidades que se observan en los bordes de las distintas fotos. La situación no se puede remediar alterando la exposición en los bordes para emparejar las tonalidades de las fotografías adyacentes, pues esto cambiaría inevitablemente las rela-

¹¹Lacy y Swayne, *op. cit.*, p. 135.

ciones de tonalidad entre las porciones alteradas y las adyacentes de la misma fotografía.

Por estas consideraciones, algunos expertos opinan que las fotos tomadas desde satélites serían más útiles para reconocer ciertos rasgos geológicos. Un solo negativo o fotografía de este tipo abarca una gran extensión, toda con el mismo ángulo solar, lo que facilita el reconocimiento de caracteres de gran longitud o superficie. En algunos casos puede ser ventajosa la falta de los detalles que distraen la atención en las fotos a escala mayor. Una foto de poca altura reducida mecánicamente no mostrará las mismas formas que una foto de mucha altura¹².

Con esto no se pretende sugerir que en el futuro los estudios de geología regional se hagan mediante fotografías tomadas desde satélites, y ni siquiera que las fotografías tomadas desde un avión constituyen hoy el único camino para conocer las características geológicas de una zona. Por el contrario, sigue siendo necesaria la observación convencional del terreno, complementada posiblemente con observaciones desde un helicóptero. El problema estriba en ajustar las proporciones entre los diferentes tipos de observación a las particularidades de cada caso¹³.

En la investigación minera y petrolera, la exploración general de las características geológicas de superficies extensas sirve para distinguir, sobre la base de experiencias anteriores, entre las porciones que no justifican mayores gastos, y aquellas que tienen potencialidades. Anteriormente se mencionaron algunos de los indicadores que sirven para hacer esta distinción.

¹²Véase Paul D. Lowman, Jr., *A Review of Photography of the Earth from Sounding Rockets and Satellites*, Greenbelt, Md.: NASA, Goddard Space flight Center, agosto de 1964.

¹³Además de los documentos ya citados, algunos de los cuales contienen trabajos de otras personas que no se han mencionado, el no profesional que desee aprender algo sobre los aspectos técnicos, no sólo de los estudios de geología regional sino también de otros asuntos técnicos examinados en este estudio, encontrará muy útiles las dos obras siguientes: *Manual of Photographic Interpretation*, 1960, y *Manual of Photogrammetry*, 1952, publicadas ambas por la Sociedad Americana de Fotogrametría, Washington, D. C. Estas dos obras incluyen análisis bien fundamentados y están destinados a la persona con un interés general más que al especialista técnico.

El objetivo económico de este procedimiento, así como de otras selecciones posteriores, es descartar la mayor cantidad de posibilidades iniciales poco promisorias por métodos baratos, y reservar los más caros (que son siempre los más decisivos) para examinar las posibilidades que se estiman realmente valiosas.

Evidentemente, antes de llegar a la etapa de estudios geológicos debe haber una etapa de selección, pues dichos estudios no pueden abarcar a la vez toda la superficie de un país de cierto tamaño. Habrá que seleccionar entonces las zonas que se estudiarán primero. Por lo demás, los fenómenos geológicos son complejos y la investigación geológica cara. La mayor o menor importancia de los estudios regionales así como su grado de detalle y precisión, dependerán de los usos potenciales de la información, estimados sobre la base de los datos disponibles. Ahora bien, supongamos que se han terminado estudios regionales de algunas zonas y que de ellas se han seleccionado las que merecen estudiarse más detenidamente. ¿Cómo habrán de estudiarse? Se puede comenzar por elegir ciertas localidades muy circunscritas cuyas afloraciones proporcionan información específica, y algunas de las cuales pueden haber tenido actividad minera anterior¹⁴. Además de estudiar estas localidades, hoy se puede examinar una parte o la totalidad de la zona por métodos geoquímicos, y determinar así las variaciones en la concentración de elementos de interés comercial o sus asociados que se observan entre distintos puntos, a menudo siguiendo corrientes de agua. Estos datos se incrementan con diversos tipos de información, como mapas geológicos uniformes, ubicación de minas conocidas, etc.

Después del trabajo geológico regional, o junto con él, se puede efectuar la medición aérea de algunas características cuya magnitud varía con la presencia o ausencia de depósitos minerales o de sustancias comúnmente asociadas a algún depósito de minerales o petróleo. En lo que toca al petróleo, lo que se pretende es deli-

¹⁴Esta información quizá haya tenido importancia al seleccionar las zonas donde se efectuarían los estudios regionales.

near de inmediato la estructura sustrutánea, de modo que probablemente se elegirá como variable de medición la fuerza del campo de gravedad, complementada tal vez por la medición del campo magnético de la tierra¹⁵.

Cuando se trata de depósitos minerales, probablemente la elección se inclinará por el campo magnético de la tierra ya que algunas concentraciones minerales alteran la lectura del magnetómetro que pasa sobre ellas. Así sucede con algunos tipos de minerales de hierro o níquel, y también con la bauxita, gracias a la expresión magnética de la sienita que la contiene. Por desgracia, estas alteraciones son causadas también por variaciones de la composición rocosa que no están asociadas a concentraciones de minerales con posible valor comercial. Por lo demás, no hay una sola estructura de cuerpos asociada a un conjunto específico de lecturas magnéticas o de otras lecturas aéreas, pese a que la información colateral —la geología regional, por ejemplo— puede reducir el campo de posibilidades a proporciones útiles¹⁶. Por lo tanto, los depósitos minerales no se pueden ubicar definitivamente en reconocimientos magnetométricos. Los resultados de estos reconocimientos deben interpretarse a la luz de otras informaciones para poder elegir lugares que justifiquen un estudio más intensivo.

Los levantamientos magnetométricos se pueden efectuar desde cualquier altura de vuelo, pero su utilidad es limitada cuando la altura es muy grande. Dempsey sugiere que los estudios regionales desde gran altura (digamos 25.000 a 30.000 pies) pueden tener cierta utilidad para interpretar estructuras¹⁷. Pero tanto Dempsey como otros expertos estiman que los estudios magné-

¹⁵Véase la excelente síntesis de D. Trumpy y C. Sallé, «Petroleum Prospecting Techniques», *Techniques of Petroleum Development*, Naciones Unidas, Nueva York, 1964. En este volumen se examinan la mayoría de las operaciones de la industria petrolera en una serie de trabajos preparados por diferentes expertos.

¹⁶William J. Dempsey, «Airborne Geophysical Surveys», *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, p. 128; Trumpy y Sallé, *op. cit.*, p. 68.

¹⁷Dempsey, *op. cit.*, p. 127. Véase otro buen análisis de los métodos para encontrar minerales en Raoul Giret y Leon Bouvier, *L'inventaire*

ticos son ante todo medios para localizar y medir la fuerza de las anomalías magnéticas localizadas que pueden causar algunos depósitos minerales. Las exploraciones con este objeto se hacen a muy poca altura, tal vez 500 pies si el estudio es detallado, hasta 3.000 pies si se trata de un reconocimiento general. Estas alturas, que también se usan para otras mediciones geofísicas aéreas, son incompatibles con las alturas que se necesitan casi siempre para la interpretación de fotografías y para la preparación de mapas topográficos. Por lo tanto, no parece factible hacer ambas cosas a la vez. Sería altísimo el costo de efectuar mediciones geofísicas de grandes superficies sin indicios especiales de tener importancia minera. La poca altura que se necesita para que sea posible delinear anomalías locales a través de estudios magnéticos hace que estos últimos sean impracticables en terrenos con mucho relieve.

Sólo algunos tipos de concentraciones minerales producen anomalías magnéticas. Pero otras producen anomalías que pueden detectarse con otros de los instrumentos que se pueden llevar en un avión, por medio de estudios electromagnéticos y mediciones de la radioactividad.

Para efectuar los estudios electromagnéticos se induce desde el avión una corriente eléctrica en el suelo. Esta corriente tiene un campo electromagnético asociado que puede medirse con los instrumentos que lleva el avión. Los sulfuros, especialmente, con frecuencia responden de manera detectable por este método, aunque no presentan efectos magnéticos. Los métodos electromagnéticos son más caros que los magnéticos y actualmente sólo se usan en investigaciones bastante detalladas de zonas que se estiman especialmente propicias para las concentraciones minerales¹⁸. Hoy se tiene una vasta experiencia en métodos electromagnéticos. L. W. Morley, jefe de la División Geofísica del Estudio

des Ressources Minérales: Méthodes permettant de le Réaliser, París, Compañía General de Geofísica, aparentemente 1960.

¹⁸Véase W. B. Agocs, »Aerial Natural Resources Evaluation Procedures and Costs«, *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, p. 141.

Geológico del Canadá, estima que en 1960 se habían sobrevolado dos millones de millas lineales en el Canadá y que por este método se habían descubierto no menos de diez grandes depósitos minerales sin indicaciones superficiales, seguramente —habría que agregar— con ayuda de información generada por otros medios¹⁹. Según Morley, muchos geólogos opinan que el problema de estimar el contenido metálico de un depósito masivo de sulfuros antes de perforar es más difícil que el problema de ubicar el depósito.

Las mediciones geofísicas que se hacen desde el aire también pueden hacerse en tierra, generalmente con mayor precisión, ya que se cuenta con energía eléctrica en grandes cantidades, y en algunos casos los instrumentos son más precisos. Pero la labor terrestre es cara, especialmente en zonas distantes.

El conjunto de mediciones geofísicas que se usan en las exploraciones petroleras difiere un poco del que se usa para buscar minerales. En ellas se da mayor importancia al estudio de la gravedad que en las exploraciones magnéticas o electromagnéticas. Además, en los trabajos muy localizados se suele hacer uso de perturbaciones sísmicas artificiales para ayudar a ubicar y delinear las estructuras asociadas al petróleo. Las mediciones geofísicas se continúan de diversas maneras una vez que se pueden bajar instrumentos por una perforación para tener acceso más directo al material que está muy por debajo de la superficie.

En síntesis, el conocimiento geológico sirve para una variedad de fines, algunos de los cuales, como la explotación del agua subterránea y la planificación de proyectos de ingeniería, incluidos los de riego, apenas se han mencionado aquí. Los métodos aéreos han llegado a ocupar un lugar de importancia tanto en el estudio de la geología regional como en la búsqueda de depósitos minerales y petrolíferos. Pero los «nuevos» métodos no permiten ubicar los depósitos económicamente explotables de una región simplemente sobrevolando instrumentos sobre ellos, como piensan muchos optimistas. En los últi-

¹⁹L. W. Morley, «Prospecting for Massive Sulphide Deposits with Airborne Electromagnetic Devices», *ibid.*, p. 164.

mos decenios, los exploradores mineros y petroleros han podido acumular conocimientos útiles de manera más barata que antes, a veces mucho más barata. Hoy se conocen mejor los medios en los cuales se hallan los yacimientos, de modo que el proceso de localizarlos en una zona de potencialidad dada indudablemente es más económico. Ahora se pueden eliminar con mayor eficacia que antes las zonas inadecuadas, y reservar el medio más efectivo y caro de verificación, la perforación, para las posibilidades promisorias. El costo de perforar es alto incluso en zonas pobladas, y en las zonas de difícil acceso se multiplica con rapidez; de aquí la importancia de métodos que con un costo adecuado permitan eliminar las superficies inadecuadas²⁰.

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS Y OTROS ESTUDIOS CONEXOS

Los estudios del suelo, la vegetación, el uso de la tierra y la capacidad de uso de la tierra, todos estrechamente relacionados entre sí, cubren una amplia gama de grados de precisión y por ende de objetivos. Pero el propósito común que anima el acopio de los distintos tipos de información que proporcionan estos estudios es el de ayudar a predecir lo que sucederá cuando el hombre use la tierra de determinada manera, especialmente en la actividad agrícola. ¿Se presta el suelo de tal o cual zona para el riego? ¿Cuánta cal debe agregarse a este campo? ¿Qué tipo de agricultura es posible en una zona dada o en un bosque semitropical?

A fin de comprender la utilidad de los levantamientos para responder a preguntas de este tipo se debe tener presente que los factores que determinan el resultado de los usos de la tierra son extremadamente complejos. Ante todo, el suelo es en un momento dado el resultado final de procesos muy largos. Piénsese, por ejemplo, en algunas de las derivaciones explícitas o implícitas de la definición que se da en el autorizado manual de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos:

²⁰Véase más sobre el proceso general de exploración en el anexo a este capítulo.

»Suelo es la agrupación de cuerpos naturales en porciones de la superficie de la tierra que permite el crecimiento de las plantas y que tiene propiedades debido al efecto integrado del clima y de la materia viviente sobre el material primario, condicionado por el relieve a través del tiempo«²¹.

Los factores que determinan cada característica que se observa presentan una variedad enorme, pues incluyen, por ejemplo, la naturaleza del material primario, la historia geológica de los distintos materiales, la etapa en que se halla la localidad en relación con la erosión geológica (relieve), la composición química, las modalidades de precipitación (distribución estacional, distribución de intensidad, etc.), vegetación (presente y pasada), organismos que se hallan en el suelo, etc. Es función de las disciplinas relacionadas con los suelos explicar los procesos que dan origen a ciertos tipos de suelos y la forma en que cierto grupo de fuerzas (naturales o de origen humano) han de cambiar las características de un suelo determinado por su acción a través del tiempo.

Además de las ciencias que se ocupan del suelo mismo, existe otro grupo de disciplinas —toda una jerarquía de ellas— dedicadas al estudio de los muchos aspectos de la agricultura y que tienen por fin predecir lo que sucederá si ciertas plantas se colocan en un suelo determinado y se tratan de cierta manera. Los principios y relaciones que estas ciencias revelan son usados por los agricultores o por quienes deseen pronosticar los resultados de ciertas combinaciones de acciones en este campo.

Los estudios edafológicos son parte de todo este proceso. Supongamos que de los resultados de alguna investigación se desprende que en cierto tipo de suelo, el rendimiento del trigo es mayor cuando se usa la variedad X. Si conociésemos la ubicación de todos los suelos de este tipo, se evitaría la necesidad de experimentar con distintas variedades en cada predio.

²¹Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, *Soil Survey Manual*, Agricultural Handbook n° 18 (Washington, Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, 1962), p. 8. El texto es el mismo de la edición de agosto de 1951.

Esto es precisamente lo que se pretende con los estudios edafológicos: identificar y clasificar las características de los diferentes suelos de una zona en tipos y subtipos que, unidos a otras informaciones, ayuden a predecir lo que sucederá en determinadas circunstancias. No se desea ni se necesita una descripción de cada palmo de tierra, puesto que las características de los suelos que influyen en la agricultura son uniformes en extensiones mucho mayores. Lo que buscan los estudios edafológicos es deslindar tipos de suelos muy diferentes.

¿Cuántos son estos tipos? Su número depende del objeto de la clasificación. El *Soil Survey Manual* indica que en un distrito (*county*) de los Estados Unidos (como ilustración, los distritos del estado de Iowa tienen un promedio de 570 millas cuadradas) puede haber 150 tipos de suelos que presentan diferencias apreciables para la agricultura²².

Los diferentes tipos de suelos pueden mostrar relaciones espaciales simples, o tan complejas que hagan indispensable un mapa a gran escala.

Cabe distinguir entre los estudios edafológicos y los estudios de los usos de la tierra y de la capacidad de uso de la tierra. En los estudios edafológicos los suelos se clasifican por conjuntos de características físicas. Pero la distribución espacial del uso de la tierra, digamos el uso agrícola, no sólo refleja la distribución de los suelos, aunque éste sea uno de los factores determinantes, sino también el clima y muchos otros factores económicos y culturales. El uso de la tierra depende también, entre otras cosas, de la distancia a los mercados, los precios de insumos y productos, y la eficiencia de los agricultores.

Los estudios de la capacidad de uso de la tierra deben describir necesariamente las circunstancias en que se evalúa dicha capacidad. ¿Se dispondrá de agua de riego? ¿Qué tipo de prácticas agrícolas se aplicarán? ¿De cuánto capital dispondrá el agricultor? ¿Qué precios tendrán los productos y los insumos? Pese a que algunos esquemas de clasificación pueden parecer ajenos a todo supuesto sobre precios, costos y otros aspectos económicos de la

²² *Ibid.*, p. 34.

explotación agrícola, difícilmente pueden serlo, pues sin estas especificaciones los insumos sólo estarían sujetos a límites físicos, que pueden sobrepasar lo económicamente viable y perder así todo significado. Se clasifica la tierra según su capacidad sobre la base de las »prácticas usuales« o de las »prácticas adecuadas«, es evidente que se están formulando supuestos acerca de factores económicos, aunque de modo implícito.

De lo anterior se desprende que con el tiempo la capacidad de aprovechamiento y el uso de la tierra pueden cambiar, y probablemente cambiarán, por el influjo de los avances en el conocimiento técnico o de los precios de productos e insumos. Pero los mapas de suelos no cambiarán por estos factores, pese a que un suelo pueda pasar de una categoría a otra por los cambios que produzcan en él la acción del hombre o los procesos naturales (por ejemplo, la erosión causada por la denudación).

Con estas nociones básicas estamos en condiciones de examinar más de cerca los diversos tipos de estudios, sus métodos y, brevemente, algunas de sus limitaciones.

El costo y la metodología de los estudios de suelos, vegetación, uso de la tierra y capacidad de uso de la tierra, todos ellos estrechamente vinculados entre sí, han experimentado los efectos del uso de la aerofotografía y otros métodos aéreos, en la misma forma que los estudios geológicos y minerales que se describieron antes. Sin embargo, las diferencias de objetivos tienen consecuencias importantes.

En lo que toca a la geología regional y estudios conexos, la información que se necesita es de carácter burdo, puesto que los datos que se registran se refieren a zonas bastantes extensas, y en especial porque muchos de estos estudios en definitiva sólo tienen utilidad en una porción muy limitada de la zona que se estudió inicialmente. Así sucede en especial en la búsqueda de depósitos minerales, pues en ella se trata de seleccionar algunos pocos lugares que luego se someterán a estudios intensivos efectuados por organismos gubernamentales o empresas privadas, según sea la organización de la industria minera en el país. En cambio los estudios edafológicos y otros estudios conexos de zonas que tienen actividad

agrícola generalmente están encaminados a recopilar información detallada y precisa que sirva para resolver los problemas de cada explotación agrícola. La información que es correcta »en general« respecto a unidades de una, diez o cien millas cuadradas no sirve para estos fines, aunque pueda servir para otros.

Algunos de estos estudios sin embargo, pueden tener objetivos más parecidos a los de la exploración minera: por ejemplo, los de vastas zonas inexploradas con miras a colonizarlas y explotarlas. También aquí habrá que eliminar zonas inadecuadas sobre la base de información preliminar, pero, a diferencia del reconocimiento minero, el éxito eventual de la exploración llevará al estudio intensivo de una vasta zona y no de algunos puntos. Incluso cuando las que se estudian son zonas explotadas, la información somera sobre suelos y factores conexos puede tener utilidad para efectuar una evaluación preliminar, si hay proyectos que puedan modificar las modalidades de explotación (introducción de riego, por ejemplo) y que signifiquen una inversión pública cuantiosa.

Los estudios de suelos y otros estudios conexos pueden realizarse con diversos grados de precisión. En general los expertos vacilan en llamar estudios edafológicos a los simples reconocimientos. El suelo que es objeto de la investigación generalmente está oculto hasta para la persona que se halla sobre él, de modo que para obtener información fidedigna sobre sus características es imprescindible cavar y examinar puntos determinados.

Sin embargo, se puede recolectar información sobre los factores relacionados con las características del suelo y con sus posibilidades de producción a través de un simple reconocimiento; esta información puede servir para eliminar zonas que no justifican ulteriores investigaciones, al menos por el momento. Buringh sugiere que allí donde las condiciones del suelo no se conocen bien, conviene hacer un mapa fisiográfico que describa las diferentes unidades conforme a las características del terreno²³.

²³Véase P. Buringh, »The applications of aerial photographs in soil surveys«, *Manual of photographic interpretation*, p. 663.

En su estudio »First-approximation location of potential settlement areas in Brazil«, James L. Haynes da un ejemplo interesante de lo que puede hacerse con información de carácter muy general cuando se carece de datos detallados sobre el suelo²⁴. Con la idea de comenzar la colonización con una agricultura tradicional de poco capital que posteriormente diera paso a una agricultura moderna más capitalizada, Haynes utiliza primero datos sobre los tipos de vegetación y las características geológicas para ubicar suelos de fertilidad renovable. Para la selección consideró que la presencia de bosques plenamente desarrollados a lo largo del litoral o al sur del paralelo 13 sur indicaba fertilidad renovable, pero que no sucedía lo mismo al norte de este paralelo. Se estimó asimismo que las zonas sin bosques plenamente desarrollados y con más de 1.200 milímetros de precipitación debían clasificarse como carentes de suelos con fertilidad renovable. En seguida, fuera de las zonas semiáridas, se rechazaron los suelos apoyados en formaciones geológicas sedimentarias, puesto que en el Brasil los suelos con fertilidad renovable no suelen encontrarse sobre dichas formaciones. La duración de la temporada agrícola fue el siguiente criterio de eliminación. Las consideraciones de salud se estimaron pertinentes, pero no se usaron para eliminar zonas potenciales.

Haynes comenzó con 850 millones de hectáreas de tierras susceptibles de colonizarse; considerando la vegetación, eliminó 400 millones de hectáreas. Por características geológicas adversas redujo los restantes 450 millones a 170 millones. Por consideraciones relacionadas con la temporada agrícola se eliminaron otros 10 millones de hectáreas, dejando unos 160 millones; de esta cantidad, 60 millones de hectáreas estaban pobladas, con lo cual quedaron disponibles alrededor de 100 millones.

²⁴ Este breve estudio, que se basa en trabajos anteriores de Haynes, es el suplemento 1 de *Aspects of frontier settlement in Northern Brazil*, informe de un equipo de reconocimiento integrado por varios organismos y publicado por la Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington junio de 1964, mimeógrafo. Encabezó el equipo Peter Duisberg, jefe de la División de Recursos Naturales del Estudio Geodésico Interamericano.

De esta superficie, tal vez 25 a 30 por ciento posea características adecuadas para un asentamiento. Haynes estimó que con el tiempo podrían vivir allí 1.6 millones de nuevas familias, incluidas las que se dedicaran a los servicios auxiliares.

Haynes ofrece esta estimación con mucha cautela y profundamente consciente de su carácter aproximativo. Evidentemente, subsiste el problema de saber si las zonas eliminadas contienen o no grandes extensiones de suelos con fertilidad renovable, pese a que los criterios de selección de Haynes parecen adecuados para hacer una apreciación satisfactoria. Cualquiera que sea la situación real, este estudio ilustra muy bien el uso que se puede hacer de informaciones de carácter general. En el peor de los casos, Haynes ha planteado de manera efectiva la posibilidad de que las oportunidades de colonización en el Brasil sean mucho menos abundantes de lo que se suele suponer, incluso por expertos en habilitación de tierras. La reorientación de ideas que esta posibilidad debería originar sin duda sería saludable.

Sin embargo, para obtener información más precisa se necesitan estudios edafológicos propiamente dichos, con cierta densidad de observaciones en el terreno, ampliadas y perfeccionadas por el uso juicioso de fotografías aéreas. Para los economistas la diferencia entre estudios »detallados« y »semidetallados« parece residir en la densidad de las observaciones en el terreno. A menor densidad, mayor necesidad de confiar en la interpretación de fotografías aéreas para interpolarlas entre las observaciones de campo.

Por lo general se comienza con fotografías aéreas y fotomosaicos de la zona en estudio²⁵. Este material puede servir para familiarizarse con la zona y las formas fisiográficas y para hacerse una idea de los procesos de formación de suelos. Se pueden elegir provisionalmente algu-

²⁵A. P. A. Vink indica que suele ser más barato pedir nuevas fotografías que usar fotografías viejas que darán resultados incorrectos o incompletos. Véase su documento »Aerial Photographs and the Soil Sciences«, presentado en la Conferencia de Toulouse en 1964 (UNESCO/NS/ 90, París, 28 de febrero de 1964), p. 21.

nos lugares para hacer observaciones detalladas en el terreno, y se puede programar el trabajo de campo.

En cuanto se han clasificado los suelos gracias a algunos puntos de observación, se pueden usar las fotografías aéreas para delimitar los diferentes tipos de suelos. El edafólogo que interprete las fotografías podrá observar en ellas una gran variedad de características asociadas a diferencias en los suelos. Generalmente estas diferencias serán de tonalidad y textura, pero estarán asociadas en especial a diferencias de vegetación, de acumulación de suelos o de procesos formativos que abarcan zonas vastas, diversas características del terreno, etc.

Si la densidad de las observaciones en el terreno es muy grande, las fotografías aéreas se usarán principalmente para delimitar los tipos de suelos por su asociación a las características descritas anteriormente. Sin embargo, cuando la densidad de las observaciones en el terreno es menor, habrá que hacer uso más audaz de las fotografías y aplicar con frecuencia el razonamiento siguiente: el suelo del punto B es igual al observado en el punto A₁, que queda a alguna distancia, por la semejanza de características que muestran las fotografías (tonalidad, textura, formas de acumulación, origen, topografía similar, etc.). Mientras menos sean las observaciones en el terreno, más frecuentes y graves serán los errores, dado el detalle con que se describen los suelos. Pero el mejor provecho de un número dado de observaciones no se obtiene espaciándolas uniformemente, ya que las zonas vastas que muestran en las fotografías características uniformes necesitan menos observaciones directas que las zonas complejas de suelos muy variados.

Al evaluar las limitaciones del uso de fotografías en la preparación de estudios de suelos y otros conexos debe tenerse presente el propósito de cada estudio. En líneas generales, mientras más relacionado esté dicho propósito con la administración de predios pequeños, más precisa y detallada deberá ser la información para tener utilidad.

En el caso de los estudios de cultivos, es difícil distin-

guir, por ejemplo, entre los diferentes cereales²⁶. En cuanto a los suelos, Buringh afirma que las diferencias regionales entre ellos no pueden detectarse por medio de fotografías, ni tampoco puede determinarse el grupo apropiado de suelos basándose solamente en ellas. Sólo en casos especiales podrá hacerse con el uso simultáneo de información sobre la vegetación y el clima. Tampoco se puede determinar la textura de los suelos a través de fotografías²⁷.

Evidentemente, estas y otras dificultades de interpretación pueden superarse si se está dispuesto a gastar lo suficiente en películas, equipo, personal altamente especializado, etc. En el caso de los cereales, por ejemplo, las películas en colores, el análisis espectrográfico, las fotografías a mucha mayor escala y algunos otros medios podrían resolver el problema. Pero el hecho de que algo sea técnicamente posible no lo hace económicamente deseable. Pese a las limitaciones de las fotografías aéreas en los estudios de suelos, su uso es esencial y permite ahorrar mucho incluso en estudios bastante detallados, como se verá más adelante al examinar los costos. En los estudios de reconocimiento, las fotos aéreas permiten hacer hoy lo que era imposible sin ellas, es decir, recoger información que, aun siendo inexacta en sus pormenores, sirve para dar una idea de las características de zonas más grandes que las unidades de explotación.

OTROS USOS DE LOS ESTUDIOS DE TIERRAS

En zonas en uso, los estudios que se necesitan para mejorar la explotación de los predios, menos ambiciosos que los

²⁶ *Manual of photographic interpretation*, p. 577. Véase un análisis reciente de este problema en el artículo de Marjorie Smith Goodman, «Criteria for the identification of types of farming on aerial photographs», *Photogrammetric Engineering*, vol. xxx, n° 6 (noviembre de 1964), p. 984.

²⁷ Véase el análisis que hace Buringh en el *Manual of photographic interpretation*, p. 640. R.N. Colwell, profesor de silvicultura en la Universidad de California, Berkeley, es de la misma opinión. Véase su «Aerial photo interpretation for the evaluation of vegetation and soil resources», *Natural Resources*, vol. II, *op. cit.*

estudios detallados de suelos, proporcionan información útil para planificar la lucha contra la erosión y para otros dos propósitos menos relacionados con la producción: la tributación agraria y el catastro agrario.

Un estudio que no sea »detallado« no proporciona a la unidad de explotación la información necesaria para determinar los programas operativos adecuados a la conservación del suelo y la producción lucrativa²⁸. Pero puede mostrar, con un grado de detalle que depende de la mayor o menor elaboración del estudio, la gravedad del problema de la erosión en distintos lugares, información evidentemente necesaria a fin de trazar un programa para combatirla. Cabe notar también que los estudios repetidos, tal vez en áreas de muestreo, ayudan a medir el avance de la erosión y la eficacia o ineficacia de los programas para prevenir este fenómeno. Pero también en esto las fotografías aéreas no pueden revelarlo todo y deben complementarse con observaciones en el terreno. Vink hace notar especialmente que algunas formas activas de erosión laminar no se observan con claridad en las aerofotografías²⁹.

La utilidad de los estudios aéreos de tierras para la tributación agraria y el catastro puede no ser evidente a primera vista, pero la experiencia de Chile, que se analizará con más detalles en el capítulo VII, indica que existe esta posibilidad. En lo que toca a la tributación agraria, por ejemplo, supongamos que en un país la tierra se grava según su valor de mercado. Si los procedimientos de tasación funcionan mal, es posible que una clasificación de la tierra efectuada combinando la interpretación de fotografías y los controles en el terreno permita hacer avalúos más ajustados al valor comercial

²⁸ Sería mejor referirse simplemente al »objetivo de lucro«, que abarca objetivos de conservación de suelos si la información y los conocimientos son adecuados y si existe un mercado de tierras que funcione bien. Evidentemente, es muy difícil crear estas condiciones.

²⁹ Vink, *op. cit.*, p. 90. Véase una aplicación de la aerofotografía al problema de la erosión en *Evaluación de la erosión* (Instituto de Investigación de Recursos Naturales, Santiago de Chile, agosto de 1965) y en *Inventario de dunas en Chile, zona 29° 48' - 41° 50' latitud sur* (Proyecto Aerofotogramétrico de Chile, Santiago, 1964). El Instituto es la organización sucesora del Proyecto.

y a la vez más aceptables para los propietarios. En otras palabras, con el uso de personal contratado para el estudio, cuya actitud posiblemente sea más objetiva que la del personal tradicional, tal vez se logren dos cosas: primero, una demarcación más exacta de los linderos de las propiedades con fines tributarios, pues el uso de fotomosaicos controlados asegura que no quedará ni una hectárea de tierra sin asignar a un propietario, y a no más de uno; y segundo, la clasificación de la tierra según su capacidad para distintos tipos de actividad agrícola, que, aunque es evidentemente un método más arbitrario que la determinación precisa de los valores comerciales, puede representar un gran avance con respecto a las evaluaciones tradicionales.

En países con un sólido mercado de tierras rurales, la información de los estudios de la tierra, especialmente los edafológicos y otros conexos, tienen utilidad evidente para el tasador que tiene la tarea de »interpolara« para determinar el valor de un predio que no ha cambiado últimamente de dueño pero que se halla próximo a alguno que sí ha cambiado; la información que proporcionan los estudios de suelos ayuda a determinar las diferencias entre el predio en cuestión y los vecinos.

En países con un buen catastro, los estudios aéreos de la tierra contribuyen poco a mejorar la inscripción de la propiedad rural. Pero en muchas partes del mundo donde faltan buenos catastros las fotografías aéreas pueden servir de base a un sistema de inscripción, pues constituyen un método conveniente y quizá suficientemente exacto de descripción. Luego de un examen preliminar de esta posibilidad en el Perú, por ejemplo, Fahr expresó lo siguiente: »Desde el punto de vista jurídico no creo que ley alguna prohíba el uso de las fotografías aéreas para hacer inscripciones, y creo que haciendo un buen uso de las fotos existentes se puede lograr suficiente precisión como para satisfacer todas las exigencias«³⁰.

Trataré ahora de resumir los usos de los estudios agrarios. Primero, el estudio detallado de suelos, con mu-

³⁰Samuel Fahr, »The use of aerial photographs in land title registration in Peru«, Misión Iowa, Universidad del Estado de Iowa, 6 de agosto de 1965, hectógrafo, p. 12.

cho trabajo de campo, es potencialmente útil para mejorar la explotación de los predios³¹.

En opinión de Buringh, los estudios de suelos algo menos detallados son útiles para evaluar la viabilidad de proyectos de riego y otros proyectos agrícolas. Buringh denomina »estudios de suelos semidetallados« a aquellos en que se usan fotografías a escala 1:20.000, aproximadamente, y en los cuales la escala de información es 1:40.000 y 1:63.360 (una pulgada por milla). Las unidades cartográficas agrarias pueden estar constituidas por series de suelos, pero principalmente son complejos y fases. Los suelos se agrupan en unidades cartográficas, como en los reconocimientos, pero las agrupaciones son más detalladas. Las observaciones de campo abarcan toda la zona estudiada, pero su espaciamiento no es uniforme³².

En contraste con lo anterior, con menor grado de precisión, el proyecto aerofotogramétrico de Chile proporcionó datos sobre los suelos y la capacidad de la tierra que sirven para comparar grandes zonas y para fines tributarios, pero que no tienen la exactitud necesaria para evaluar proyectos de riego ni, por supuesto, para resolver problemas muy locales de explotación.

En el nivel muy general del estudio del Brasil efectuado por Haynes, los resultados no se pueden utilizar para comprometer fondos en inversiones cuantiosas, pero pueden orientar, especialmente en algunos aspectos cuantitativos, y sugerir posteriores investigaciones más detalladas de los suelos.

³¹Sin embargo, estos datos sólo son potencialmente útiles: los agricultores deben ser capaces de utilizar la información. La importancia de este punto surgió con fuerza en una conversación con Roberto Gómez, de la División de Recursos Naturales del Estudio Geodésico Interamericano, en relación con su experiencia en el sudeste de los Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial; allí comprobó que algunos agricultores no estaban dispuestos a hacer el esfuerzo necesario para aprender a aplicar dicha información. Este problema sería mucho más arduo y generalizado en regiones subdesarrolladas.

³²Buringh, *op. cit.*, pp. 655 a 657.

ESTUDIOS FORESTALES

Los estudios forestales, como los de suelos, pueden dirigirse hacia objetivos de diverso grado de especificidad. Uno de ellos es el «inventario», para el cual se estiman la composición de los bosques por especies, su volumen y las condiciones de las tierras forestales. Evidentemente, las estimaciones de esta índole pueden hacerse con diversos grados de detalle y precisión. En un extremo se hallan las derivadas de exploraciones, que abarcan la distribución espacial y la densidad de grandes categorías de árboles y de otros tipos de vegetación. En el otro extremo se hallan las estimaciones de volumen por especies, con suficiente información sobre la distribución espacial, la densidad y el terreno como para estimar los costos de explotación y determinar en líneas generales la secuencia que habrá de seguirse en la explotación de las zonas estudiadas. Tales estimaciones se combinan con la información aún más precisa y detallada que se necesita para preparar planes operativos, con la consiguiente determinación de los métodos y equipos que se usarán, la ubicación de las carreteras y de los servicios auxiliares, los programas de prevención de enfermedades y tal vez los de reforestación.

Como sucede con los trabajos edafológicos y geológicos, la eficiencia de los estudios forestales es mayor cuando se hace buen uso de fotografías aéreas combinadas con muestreos en el terreno, que cuando se recurre solamente al trabajo en el terreno. La cantidad de información que se puede obtener con fotografías aéreas depende del tipo de bosque. Los montes tropicales lluviosos plantean los problemas mayores: en ellos es casi imposible identificar especies mediante fotografías, por lo heterogéneo de su composición y la falta de características claras para diferenciarlas en las fotografías³³. No se trata de heterogenei-

³³D. A. Boon, «Aerial photography and forestry», *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, p. 118.

dad »media« en grandes zonas, con áreas de composición uniforme, sino de un estrecho entrelazamiento de especies sin deslindes claramente marcados. Sólo en algunos casos especiales es posible identificar especies en fotografías; por ejemplo, cuando alguna especie se destaca por su tamaño, forma o color, por crecimientos secundarios después de incendios y, en condiciones climáticas desusadas, por peculiaridades de los suelos³⁴. Pero estas excepciones no modifican la norma general de que es difícil identificar fotográficamente especies de bosques tropicales lluviosos.

Sin embargo, es posible deslindar diferentes tipos de bosques por las fotografías, de modo que los estudios aéreos producen información útil respecto a los bosques tropicales lluviosos en lo que podríamos llamar un nivel de reconocimiento³⁵. Sin embargo, si lo que se pretende es obtener estimaciones de volumen suficientemente fidedignas como para evaluar posibilidades económicas, este tipo de bosques obligará más que otros a confiar en las mediciones terrestres y en un muestreo más denso.

La interpretación de fotografías es más fácil cuando se trata de bosques de zonas monzónicas y aún más cuando se estudian bosques de los tipos frecuentes en los Estados Unidos y Europa, en especial los de coníferas. Hernández Xolocotzi ha resumido la situación de la siguiente manera:

»Las técnicas para hacer inventarios de bosques de coníferas se han estudiado bien y sólo presentan pequeños problemas de aplicación. En cambio, sólo en los dos últimos años ha comenzado a estudiarse el

³⁴Debo agradecer a Alan Randall, de la Organización de los Estados Americanos, ésta y otras observaciones acerca de los problemas que plantean los estudios forestales.

³⁵Boon, *op. cit.*, se refiere a la experiencia de Tailandia, donde se establecieron cuatro categorías de acuerdo con fotografías a escala 1:48.000: bosques caducos mixtos, bosques semiperennes, bosques de dipterocárpeos de zonas áridas y zonas no forestales. Estas distinciones resultaron útiles porque la teca sólo se encuentra en los bosques del primer tipo.

problema de levantar inventarios forestales en las regiones tropicales de clima húmedo y cálido³⁶.

Si bien no cabe duda de que se pueden preparar buenas estimaciones del volumen de los bosques de clima templado por medio de fotografías, para que esas estimaciones tengan un alto grado de precisión habrá siempre que efectuar mucho trabajo de campo en la zona misma o en otra similar. No es fácil ciertamente determinar cuándo dos bosques son similares en las muchas características que afectan al volumen por hectárea.

Para apreciar este problema, consideremos primero un estudio de volumen sin muestreo sistemático de toda la zona estudiada³⁷. Cuando se estudia una zona sin bosques densos con fotografías a escala suficiente como para medir la altura de los árboles y el diámetro de sus copas, ante todo habrá que clasificar la zona por tipos de madera, tomando como base la altura media o alguna otra cifra conexa (tal vez el diámetro de la copa) y cualquier otra variable disponible para toda la zona que se pueda observar en las fotos u obtenerse de otras fuentes: especie o clase vegetal, tipo de topografía, etc.

En seguida habrá que obtener tablas de volumen de los árboles basadas en observaciones aéreas. Se pueden usar las tablas existentes o preparar otras nuevas sobre la base de un número limitado de observaciones en el terreno, que no se efectúan sistemáticamente en toda la zona. Estas tablas muestran el volumen de los árboles, medido en el terreno, como una función de la altura de los árboles y del diámetro de las copas, medidos

³⁶Efraim Hernández Xolocotzi, «Recursos florísticos, forestales y forrajeros de México y Centroamérica», UNESCO/CASTALA 2.1.2 VII.3 (1965), p. 3.

Pese a que el trabajo de Hernández trata sólo de México y Centroamérica, las observaciones mencionadas tienen una aplicación más amplia. Indudablemente se refieren a un inventario más bien detallado.

³⁷Este breve examen de los estudios de volumen se basa en el artículo «Photo interpretation in forestry», *Manual of Photographic Interpretation*, pp. 457 a 520, y trata de sintetizar y aplicar los puntos mencionados allí que sirven a nuestros fines.

por medio de fotografías, ya que el cuadro ha de aplicarse a mediciones hechas fotográficamente.

En bosques cuya densidad hace imposible una medición individual de los árboles en las fotografías, habrá que usar procedimientos similares basados en la densidad del bosque. Si se mide esta densidad por el porcentaje de cobertura de las copas, digamos, se deben preparar tablas de volumen. Estas se utilizarán en la misma forma que las tablas de volumen de los árboles, con el fin de estimar el volumen de madera en la zona en estudio.

Las estimaciones de volumen hechas sin muestreos sistemáticos en el terreno que sirvan de base para las tablas de volumen pueden ser útiles en casos que permitan tolerar un margen considerable de error. Sin embargo, la relación entre el volumen y las características mensurables en fotografías varía mucho de un lugar a otro. Si se necesita precisión habrá que recurrir a muestreos sistemáticos que no requieran espaciarse uniformemente, para tener la seguridad de que se está usando la tabla o relación de volumen más correcta. Evidentemente, mientras más detalladas sean las decisiones respecto a explotación o inversión que habrán de basarse en los datos, mayor deberá ser el volumen de trabajo en el terreno. Por lo demás, sólo las fotografías a gran escala brindarán todos los beneficios potenciales de la aerofotografía para la toma de decisiones concretas. Otras variables de interés, como la calidad o los defectos de los troncos, requieren un examen en el terreno. Todo objetivo preciso de evaluación o explotación obligará a realizar un extenso programa de muestreo en el terreno.

POTENCIALIDADES DE LOS SATELITES

Se ha trabajado mucho en la investigación de las posibilidades de usar sensores orbitales para recolectar datos; pero en opinión del autor, aparte algunas aplicaciones que ya parecen factibles, sería prematuro pronunciar juicios definitivos acerca de la significación económica de sensores remotos en la información sobre

recursos naturales. Tal vez tengan utilidad para reunir alguna información útil para las labores corrientes de explotación. La observación desde satélites de las características de la superficie marina (dirección de las corrientes oceánicas y ubicación de las corrientes ascendentes de las aguas profundas frías, por ejemplo) puede proporcionar información útil para la industria pesquera. La medición de las características de las olas podría contribuir a ahorrar tiempo y combustible y a evitar daños en el transporte marítimo; pero, por lo que sé, aún no se ha demostrado que sea factible efectuar estas mediciones desde un satélite. La utilidad de las fotografías desde satélites en la predicción del tiempo parece clara, especialmente para los lugares donde se recolectan pocos datos. Puesto que, en líneas generales, los datos meteorológicos tienden a ser más escasos en las zonas oceánicas o poco pobladas, el uso de fotografías tomadas desde satélites debería mejorar los pronósticos de los fenómenos que avanzan desde los océanos hacia las zonas pobladas. Sin embargo, hasta ahora no se han hecho estudios sistemáticos para medir este avance en la precisión de los pronósticos, si lo ha habido. Otro uso de los satélites que parece promisorio, en caso de resultar técnicamente factible, es la detección de incendios forestales.

En lo que toca a la información que no se usa para fines de explotación, en este capítulo se han mencionado ya dos aplicaciones de las fotografías tomadas desde satélites. Una en los estudios geológicos, pues las fotografías desde satélites y los datos sobre las partes invisibles del espectro electromagnético pueden permitir percepciones que no se logran con facilidad desde un avión o en el terreno. (Véase *supra*, p. 56.) Y la otra en el levantamiento de mapas planimétricos, donde la utilidad de las fotografías tomadas desde satélites es clara. (Véase *supra*, pp. 52-55.) Difícilmente se podría pedir un fotomosaico más controlado que una fotografía única tomada desde una altura cien veces mayor, digamos, que el lado del cuadrado de terre-

ESTIMACION DEL COSTO POR MILLA CUADRADA^a DE LA FOTOGRAFIA ESTEREOSCOPICA

Fuente de la estimación y fecha de la publicación	Superficie que se proyecta fotografiar (millas ²)		
Servicio Forestal de los Estados Unidos ^b (1962)		1:20.000	
	25	\$ 35.00	
	100	12.50	
	400	7.50	
	1.500	5.10	
	5.000	4.20	
		La falta de días despejados pueden elevar el costo de 5 a No se incluye el costo de las	
Colwell ^c (1963)	No se especifica		
		El costo depende del tamaño frecuencia de los días aptos	
Leicester ^d (1964)	No se especifica, probablemente grande		No se especifica la escala; los mosaicos.
<i>Manual of Photographic Interpretation</i> ^e (1960)	County (por ejemplo, cada county de Iowa tiene una superficie aproximada de 500 millas ²)		
Buck ^f (1966)	60.000		
Morley ^g (1962)	5.000		
FAO ^h (1963)	No se especifica		1:40.000 3.20 - 3.40 d
Peters ⁱ (1959)	50.000 25		
Visser ^j (1960)	Proyectos especiales (no todo el país)	1:40,000 1.50 dólar.	1:20,000 4.30 dólar.

^aPara obtener el costo por kilómetro cuadrado se multiplica por 0,39 el costo por milla cuadrada.

^bGene Avery y Merle P. Meyer, *Contracting for aerial photography in the United States*. Estas estimaciones preparadas por el Servicio Forestal de los Estados Unidos se refieren a vuelos de 30 por ciento en cada costado, con lo cual se obtiene una superficie efectiva. Se usa película pancromática. Las estimaciones de costo incluyen corrientemente la entrega de negativos al comprador es dueño de los negativos, aunque es corriente que queden entregados en custodia.

^cR. N. Colwell, "Aerial Photo Interpretation for the evaluation of vegetation and soil resources", *Referencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas*, 1963, p. 320.

^dP. Leicester, "Organization of exploration", *Techniques of Petroleum Development* (New York: McGraw-Hill, 1964), p. 10.

^e*Manual of photographic interpretation* (Washington: The American Society of Photogrammetry, 1960), p. 10.

^fCarta de fecha 7 de junio de 1966 recibida por el autor. W. Keith Buck es el director de la División de Aerial Photography, Servicio Forestal de los Estados Unidos.

^gL. W. Morley, "Aerogeophysics and its role in mineral exploration" (E/Conf. 39/A. 1), *Referencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas*, 1963, p. 320. El costo por milla cuadrada es de 0,40 - 0,60 centavos de dólar canadiense el costo por milla cuadrada.

^hCitado en *Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigación* (Lima: Organización de las Naciones Unidas, 1966), p. 10.

ⁱWilliam C. Peters, *Cost Engineering*, julio de 1969, p. 7.

^jJ. Visser, "Cost of aerial surveys" en *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Photography*, 1960, p. 93.

Costo por milla cuadrada		Lugar
1:12.000	1:7.920	Estados Unidos
\$ 42.00	\$ 50.00	
20.00	35.00	
15.00	23.00	
10.00	17.00	
8.00	15.00	
ar y hasta triplicar el costo. Los rayos infrarrojos to.		
ones en el terreno.		
1:20.000		Estados Unidos
- 20.00 dólares		
e la región, de la distancia al aeropuerto, de la rafía.		
16.80 dólares		No se especifica; probablemente queda lejos del centro de opera- ciones
puede incluir las comprobaciones en el terreno y		
1:20.000		Probablemente los Estados Unidos
4.00 dólares		
1:32.000		Territorios del noroeste del Canadá
6.00 dólares		
nadienses		
1:50.000		Basado en la experiencia canadiense
6.00 dólares		
nadienses		
	1:20.000	No se especifica
	5.20 - 6.50 dólares	
1:63.000 (?)		Estados Unidos
8.00 dólares		
1:12.000		
10 dólares		
1:10.000	1:5.000	Irán
11.00 dólares	44.00 dólares	

er N° 96 (St. Paul Minn.: Lake State Forest Experiment Station, marzo de 1962), p. 11.
s estereoscópicas (que suelen superponerse en un 60 por ciento en el sentido de la línea
pulgadas cuadradas por copia positiva de 81 pulgadas cuadradas (véase p. 4), en las que
conjuntos de copias positivas en papel grueso y uno o dos índices de las fotografías. El
resa fotográfica.

Natural Resources, Vol. II. Documentos preparados por los Estados Unidos para la Con-
s Regiones menos Desarrolladas (Washington, U.S. Government Printing Office, 1963), p.

Naciones Unidas, 1964), p. 131.

), p. 27.

n de Recursos Mineros, Departamento de Minas y Estudios Técnicos del Canadá.

ctubre de 1962), trabajo presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Apli-
e los mosaicos controlados elaborados como parte de la actividad fotográfica hacen subir

cesarias en este campo (E/CN.12/670. 20 de abril de 1963), p. 15.

y Methods and Equipment, Bangkok, 1960 (Mineral Resources Development Series N° 1

no cubierto por la imagen³⁸, especialmente si se considera que el relieve local tendría como máximo medio por ciento de la altura de la cámara.

La utilidad de los sensores de satélites para generar otros tipos de información sobre recursos naturales parece dudosa. Como se señaló antes, los métodos aéreos en los estudios de suelos y otros estudios conexos y en los estudios de recursos madereros tienen muchas limitaciones, de modo que se necesitan pruebas más sólidas para creer que los sensores de los satélites podrán levantar censos de cultivos, identificar cultivos afectados por plagas o proporcionar datos para levantamientos de recursos madereros. La identificación de especies tal vez pueda hacerse por procedimientos que se basen en algo más que la sola porción visible o infrarroja del espectro; pero no hay que olvidar que esos sensores pueden hallarse tanto en aviones como en satélites. En los países industrializados, especialmente, el satélite debe competir no sólo con los aviones sino también con los programas existentes para recopilar información. En muchos casos esta información, y en especial la que se refiere a operaciones corrientes, se recolecta más o menos automáticamente como parte de otras actividades. Dicho de otro modo, el ahorro que significa no recolectar la información en la forma convencional tal vez sea pequeño, puesto que el costo marginal de reunir la es bajo.

En los países en desarrollo, en cambio, la explotación económica de los recursos naturales requiere no sólo información sino un sistema administrativo que pueda aplicarla. Aun si se generara una cantidad de información que correspondiera aproximadamente a las necesidades, lo fundamental sería la manera de aprovecharla. Este punto se examinará detenidamente en el capítulo VI.

³⁸ Por ejemplo, véase *Peaceful uses of earth-observation spacecraft*, vol. III: *Sensor requirements and experiments*, Ann Arbor, Universidad de Michigan, Willow Run Laboratories, Infrared and Optical Sensor Laboratory, 1966.

No parece probable entonces que los sensores de satélites hayan de facilitar en forma radical la tarea de aprovechar adecuadamente los recursos naturales ni de revolucionar ampliamente la recopilación de datos sobre recursos naturales. Sin embargo, hay servicios que los satélites pueden prestar magníficamente. Es probable que su mayor utilidad será la de permitir una visión sinóptica de grandes extensiones (para la predicción del tiempo, por ejemplo), el examen rápido de grandes zonas, la observación frecuente de zonas especiales o muy grandes, y la apreciación de zonas más inaccesibles por su distancia o su nubosidad, que resultan comparativamente caras de estudiar mediante trabajos aéreos o en el terreno. Sin embargo, aún no se tienen indicaciones útiles sobre las actividades de información que podrán explotar eficazmente estas ventajas³⁹.

³⁹Una visión comparativamente optimista de la utilidad de los satélites para el estudio de los recursos naturales es la que aparece en Academia Nacional de Ciencias, *Space Applications, Summer Study 1967, Interim Report*, vol. 1, Washington, Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, 1968.

La estrategia para la exploración

El sistema de usar perforaciones exclusivamente en las etapas finales de la exploración minera —estrategia que a mi parecer caracteriza a todas las investigaciones comerciales sostenidamente exitosas— ha sido puesto en duda por el geólogo Griffiths; sus recomendaciones parecen especialmente aplicables a los países en desarrollo, pues propicia un vasto programa de perforaciones espaciadas uniformemente⁴⁰ para obtener información geológica y ubicar depósitos minerales. El último párrafo del artículo en que hace estas afirmaciones bien merece citarse:

»Tal vez la pregunta más importante que surge de este enfoque es la siguiente: ¿Cuál es el valor esperado de una unidad de volumen de la corteza terrestre?« Una estimación adecuadamente precisa de este parámetro *debería*⁴¹ ser la base de la planificación nacional e internacional del desarrollo industrial y se puede usar como base para evaluar la riqueza natural de porciones de la corteza terrestre. Se podrían establecer así unidades geopolíticas estables sobre un fundamento financiero sólido⁴²

⁴⁰Para ciertos casos ha sugerido un espaciamiento de cinco millas.

⁴¹Las cursivas son del autor.

⁴²Véase John C. Griffiths, »Exploration for natural resources«, *Operations Research*, vol. 14, n° 2 (marzo-abril de 1966), pp. 189 a 209. El mismo tipo de argumentos aparecieron en un artículo anterior de M. Allais, »Method of appraising economic prospects of mining exploration over large territories«, *Management Science* vol. 3, n° 4 (julio de 1957), p. 285. Esta es una traducción del artículo que apareció en la *Revue d'Industrie Minérale*, número especial 1R, enero de 1956. Creo que mis críticas acerca del artículo de Griffiths se aplican también al de Allais, pese a que entre ambos hay una diferencia fundamental: Allais no recomienda las perforaciones sistemáticas reticuladas, sino una acción más limitada en grandes superficies, como el Sahara argelino. Pero lo que expresé refiriéndome al artículo de Griffiths es válido también para el de Allais.

Un trabajo de Griffiths y L. J. Drew, presentado en la Universidad del Estado de Pensilvania en abril de 1966 y titulado »Grid spacing and success ratios in exploration for natural resources«, extien-

Este anexo tiene por objeto considerar la sugerencia de Griffiths a la luz de las consideraciones que se han señalado en este estudio.

Una estrategia de exploración óptima debe ser una secuencia de acciones que, con una suma dada de dinero, encuentre yacimientos de valor actual máximo. Cada una de estas acciones o actividades produce información acerca de la probabilidad de hallar depósitos minerales. Si bien las empresas pueden especializarse sólo en una de las actividades productoras de información o en una fase de todo el proceso, es posible considerar el proceso en su conjunto para determinar si la secuencia de las acciones es correcta y si es adecuada la distribución de fondos entre ellas. En la búsqueda de minerales, incluido el petróleo, las actividades pueden clasificarse en dos categorías: perforaciones y otras actividades de exploración. Cabe preguntarnos aquí si las perforaciones deben hacerse al comienzo o al final o si deben combinarse con las demás actividades, y en qué forma debe dividirse el gasto entre la perforación y las demás actividades. Esta interrogante tan fácil de plantear resulta muy compleja, incluso en el plano teórico. Por lo demás, sería muy difícil aplicar una solución teórica por la dificultad de describir cuantitativamente la aplicación de estas actividades y sus resultados.

Sin embargo, las empresas mineras y los consultores especializados en la exploración han dado a este problema una respuesta que en líneas generales programa la perforación en la última etapa de las actividades encaminadas a verificar la presencia de un depósito, salvo algunas perforaciones iniciales para obtener información geológica. Se estima que la principal utilidad de las perforaciones es la de hacer verificaciones muy localizadas de la presencia o ausencia de

de las distribuciones binomiales y binomiales negativas a otras cuencas petrolíferas, e intenta determinar la variación del coeficiente de éxito que traería la modificación del espaciamiento sistemático de los pozos. Pese a que este trabajo parece ser posterior al que citamos primero, el artículo publicado en *Operations Research* se relaciona más directamente con los problemas que nos interesan.

minerales. Suele sostenerse, por lo tanto, que la perforación resulta demasiado cara si se usa en las etapas iniciales de la actividad exploratoria, no porque perforar un pozo sea más caro que transportar un magnetómetro en avión durante una milla (comparación totalmente desprovista de significado), sino que perforar pozos suficientes para proporcionar la misma cantidad de información sobre una superficie extensa resultaría mucho más caro que hacer un estudio convencional de geología regional.

El trabajo de Griffiths contiene observaciones valiosas, pero descuida o interpreta mal problemas económicos de importancia que se plantean al elegir una estrategia de exploración. Puesto que las perforaciones resultan caras, especialmente en países con sistemas viales deficientes, con un relieve muy accidentado o cubiertos de bosques vírgenes, las recomendaciones de Griffiths pueden causar grandes errores en la asignación de recursos.

Sin pretender agotarlos, se anotan a continuación algunos de los conceptos valiosos que contiene el artículo de Griffiths.

1. El objetivo de la actividad exploratoria es el beneficio económico y no el descubrimiento de un tipo determinado de depósito. Como señala Griffiths, ésta es la motivación real de mucha de la actividad privada.

Este objetivo también es adecuado para el país en su conjunto, como se destacó en el capítulo 1 de esta obra, donde se dijo que los gastos encaminados a obtener información son gastos de inversión y deben tener los mismos objetivos que otras inversiones, es decir, la maximización del beneficio económico.

2. La distribución binomial negativa se adapta mucho mejor que la distribución de Poisson a la ubicación de los pozos petroleros conocidos de Kansas. Lo fundamental aquí es que la distribución de Poisson supone probabilidad constante en todas las partes del continuo en que ocurre el fenómeno, en tanto que la distribución binomial negativa puede usarse para representar un efecto de «contagio».

Griffiths sugiere, sin duda acertadamente, que los depósitos petroleros y minerales son »contagiosos«, es decir, que los éxitos tienden a agruparse por la existencia de un control genético. Sin embargo, desde un punto de vista lógico, incluso si los depósitos petrolíferos se ajustasen a la distribución de Poisson, parecería posible que se genera una distribución »contagiosa« cuando a) parte de la perforación se hace al azar y b) el resto de la perforación se efectúa sobre la base errónea de que los depósitos están distribuidos »contagiosamente«⁴³. No quiero sugerir que así sea en realidad, sino solamente destacar que esta interpretación también puede ser consecuente con una distribución »contagiosa«. La conclusión principal del artículo de Griffiths —que se debería perforar en puntos espaciados cada cinco millas para dar una base al inventario de recursos naturales— se apoya en los datos referentes a los pozos petrolíferos de Kansas, Pensilvania y Ohio. Griffiths estima que un programa sistemático de perforación cada cinco millas en Kansas hubiera tenido éxito casi seguro, puesto que trece de los campos petrolíferos son tan grandes o tan alargados que era imposible pasarlos por alto. El programa de perforación sistemática habría costado 200.5 millones de dólares y basando la estimación en la producción hasta 1959, habría producido petróleo por valor de 4.200 millones de dólares a 3 dólares el barril, »dejando un amplio margen para los gastos de explotación«⁴⁴.

En Ohio y Pensilvania se llega a un resultado similar, pues la perforación de pozos espaciados cada seis millas con un costo total de 388.5 millones de dólares, se hubiera costado con creces con la sola producción del mayor campo petrolífero de la zona, el de Bradford (2.500 millones de dólares a 4 dólares el barril).

Griffiths anota también que en las simulaciones para Ohio y Pensilvania los coeficientes de éxito hubie-

⁴³Esta posibilidad se admite en la página 2 del último de los dos artículos de Griffiths.

⁴⁴No se da la derivación de estos números. El costo de la perforación parece ser bajo, pese a que depende mucho de la profundidad y tamaño del pozo. Los 4.200 millones de dólares parecen ser 50 por ciento más bajos de lo debido.

sen sido más altos que el promedio de los Estados Unidos entre 1944 y 1962 para pozos perforados *con* asesoramiento técnico (página 196) y casi tan bueno como el de Kansas (página 198). Y concluye que si tomamos en cuenta *todos* los premios posibles —petróleo, minerales metálicos, minerales no metálicos, agua—, »los programas de exploración mediante perforaciones sistemáticas reticuladas lograrían un éxito *comercial* con una probabilidad que se aproxima a la unidad⁴⁵, y se podría conocer mucho mejor la geología de las primeras dos millas de corteza terrestre en el área perforada.

¿Dónde está la falla en todo esto? Si no se ha pasado por alto algo de importancia, tendremos que concluir lo siguiente:

1) Los programas de exploración privados están desestimando una oportunidad promisoriosa y actualmente están equivocados, ya que las empresas privadas ciertamente no están haciendo perforaciones reticuladas sin considerar otras informaciones disponibles o accesibles.

2) Los programas públicos destinados a aprovechar los recursos minerales y el agua están procediendo en forma errónea, pues persisten en preferir los métodos comparativamente más baratos, como son los estudios de geología regional con ayuda de aerofotografías y de helicópteros, a los barrenos.

Una de las fallas principales del argumento reside en no considerar explícitamente el tiempo, que debería traducirse en términos económicos en una tasa de actualización. Así, los 4.200 millones de dólares en petróleo de Kansas, que no se pueden producir todos a la vez, varían si se calcula el valor actualizado a la fecha en que se perforaron pozos exploratorios cada cinco millas. El momento en que se hacen los desembolsos y aquel en que se perciben los beneficios tienen gran importancia y pueden inclinar hacia uno u otro lado los proyectos económicos.

Aún más, la estimación de 4.200 millones de dólares

⁴⁵Griffiths, p. 208.

para el petróleo de Kansas (en el cabezal de pozo) considera la práctica existente de exploración y el precio resultante. ¿Qué pasaría con el precio del cobre si, después de hacer perforaciones en todo el mundo, nos encontráramos con veinte veces más depósitos de los que conocemos ahora? La evaluación del programa de perforaciones de Griffiths debería considerar este problema explícitamente, pues sin duda tiene gran importancia.

Evidentemente, es imposible perforar todos los pozos a la vez. ¿Cómo se determina entonces el ritmo y el lugar de las perforaciones? Este problema fundamental no se examina en el artículo de Griffiths, pese a que, según parece, las perforaciones deben hacerse rápidamente, pues de otro modo no se hablaría de basar en los resultados de las perforaciones la »planificación nacional e internacional del desarrollo industrial«. Cabe recordar aquí que los fondos de inversión tienen un costo optativo: podrían usarse para producir bienes de capital que dieran pronto utilidades reales, en tanto que los depósitos hallados en un programa extenso de perforación sólo serían lucrativos en un futuro muy distante.

Supongamos que las estimaciones de los resultados de las perforaciones sistemáticas en los tres estados mencionados sean correctas. ¿Qué significación tienen? Primero, Griffiths está aplicando su programa hipotético de perforaciones sistemáticas a zonas que se sabe son productivas. Los resultados sólo son aplicables a otras zonas suponiéndoles una productividad comparable, lo que puede ser verdadero o no. Griffiths no indica explícitamente su posición, pero de sus conclusiones parece desprenderse que las demás zonas no desmerecen frente a estos tres estados, siendo así que la opinión que prevalece es la contraria.

La pregunta clave es la siguiente: ¿Cómo encontrar un Kansas? La respuesta histórica indica que fue necesario hacer muchas perforaciones sin éxito, lo que redujo el coeficiente de éxitos con que Griffiths compara los resultados de un programa hipotético aplicado al Kansas conocido.

Este análisis suscita algunas interrogantes acerca del objetivo de la estrategia de exploración. Puesto que Griffiths no lo define explícitamente, es posible que estas observaciones no se refieran a la verdadera posición de Griffiths, sino a la que parece tener. El objetivo de la exploración no debe ser simplemente el de encontrar un programa que cubra sus costos como parecen sugerir algunas de las observaciones de Griffiths. En la empresa privada, el objetivo es *maximizar* las utilidades. Del mismo modo, el objetivo de la sociedad al explotar sus recursos naturales es maximizar el valor actual de los superávits anuales de los consumidores y los productores sobre el gasto que significa dicha explotación. Así, los programas de exploración que sólo obtengan *éxito comercial*, si esto se entiende por cualquier resultado que cubra los costos, pueden ser muy deficientes.

El resultado más importante del programa de perforaciones sistemáticas reticuladas, según Griffiths, es su contribución para determinar el valor de una unidad de volumen de la corteza terrestre, dato que se usaría para planificar el desarrollo industrial en el plano nacional e internacional.

Ni el curso del desarrollo industrial ni su planificación por organismos públicos o privados parecen verse obstaculizados por estimaciones deficientes del valor de una unidad de volumen de la corteza terrestre. No está claro por qué Griffiths atribuye tanta importancia a esta estimación, que en mi opinión influye poco en los planes de inversión privados o públicos. Actualmente, nadie basa sus decisiones en esta cantidad y probablemente las decisiones no se alterarían si se estimara en el doble el valor promedio que se le asigna hoy. El valor promedio de una unidad de volumen de la corteza terrestre evidentemente no permanecería inmutable si hubiese grandes cambios en la estrategia de exploración, como los propuestos por Griffiths. ¿Cómo podemos saber entonces cuándo se ha llegado a una estimación correcta de su valor promedio? La pregunta no tiene respuesta. Pero habría una estimación de valor promedio *asociada* a la mejor estrategia de exploración, que casi con certeza no es la que proporciona información más completa para esti-

mar el valor promedio de la unidad de volumen de la corteza terrestre ni para planificar el desarrollo industrial. Nuestro objetivo no es maximizar la información o minimizar la dispersión de resultados de las inversiones industriales. En la medida en que el volumen de producción real resume los objetivos sociales, el objetivo secundario de la explotación de los recursos naturales es, repetimos, el de maximizar su contribución al producto real. En otras palabras, la perforación sistemática no se justifica sólo porque proporciona información mucho más abundante ni porque facilita ciertas tareas de planificación y ni siquiera si evita algunas decisiones erróneas respecto a las inversiones. Para justificar un programa de esa índole habría que mostrar sus beneficios en el plano social. Para ello habría que considerar todo el proceso de exploración y atender explícitamente a la fecha en que se hacen los gastos y en que se produce, y a los valores correspondientes.

Tal vez una evaluación numérica del programa de Griffiths que tomara en cuenta los factores señalados en este anexo mostraría que es el programa óptimo. Lo propio podría quizá demostrar una evaluación numérica del programa de Allais, que no utiliza perforaciones reticuladas en la primera etapa, sino métodos más baratos. En ambos casos el problema básico sería el ajuste del programa a la demanda futura. La consideración económica básica, que ninguno de los dos autores considera sistemáticamente, es evitar gastos prematuros para producir una corriente dada de producto.

Al evaluar los distintos tipos de programas de exploración, el criterio correcto es el valor neto actual de los depósitos encontrados con un gasto dado en exploración. Este valor se obtiene actualizando a una fecha común todas las ventas de metal producido con los depósitos encontrados y todos los costos de elaboración del mineral, y comparando la cifra resultante con los gastos actualizados del programa de exploración. Para comparar diferentes estrategias de exploración, se puede suponer un gasto actualizado para cada estrategia y comparar el producto de cada una de ellas; o bien señalar una producción dada y comparar los gastos mínimos de exploración y elaboración necesarios para producirla.

III

El costo de la información sobre recursos naturales

No existe una unidad que sirva para medir toda la información sobre recursos naturales, sino varias distintas, cada una de las cuales describe los diversos aspectos del medio físico. Esto dificulta la aplicación de una fórmula única, clara y sencilla, para calcular el costo de los diversos medios empleados para reunir la información examinados en el capítulo anterior. Sin embargo, como los trabajos necesarios para obtener información sobre los recursos naturales suelen repetirse sucesivamente en distintas regiones conviene, y por convención se procede así, expresar estos costos en dólares por unidad de superficie para determinados tipos de información.

Las estimaciones de costo que han de examinarse en este capítulo fueron obtenidas de diversas fuentes y a menudo dan sólo una visión de grandes rasgos. Si bien no cabe duda que las personas que hicieron las estimaciones deseaban dar ejemplos de situaciones típicas, en la mayoría de los casos no se ha definido con precisión lo que se considera »típico«. Es evidente que hay una apreciable variación de los costos entre casos determinados, pero sin las informaciones básicas no se puede hacer una estimación precisa de esta variación. Se pueden, sin embargo, indicar las razones principales de estas variaciones.

La distancia entre la región estudiada y las fuentes de servicios establecidos tiene evidentemente influencia en los costos. No cabe duda que cuesta más transportar al personal y el equipo cuando la distancia es larga que cuando es corta, pero además para proporcionar cada uno de los servicios necesarios hay que incurrir en gastos que varían de un lugar a otro en la misma forma que »el costo de vida«. Algunos de los factores que intervienen son el clima, las dificultades de transporte, los problemas sanitarios y el nivel de sueldos para determinado tipo de trabajo.

La fijación de un plazo para terminar el trabajo puede ser una causa importante del aumento de los costos, ya se realice el trabajo por contrato o por un organismo

gubernamental. Lo importante en este caso es saber si el plazo fijado para terminar el trabajo constituye una restricción para el contratista o el organismo de ejecución que debe tenerse en cuenta al planificar la ejecución del trabajo. Por ejemplo, si existe capacidad ociosa, un contratista puede fácilmente encargarse del trabajo adicional y estará dispuesto a hacerlo a un precio que suponga costear sólo una parte de los gastos generales, además de los gastos propios del proyecto. En igualdad de condiciones, la fijación de un plazo estricto puede encarecer el trabajo porque el contratista o el organismo encargado tendrán menos posibilidad de aprovechar los períodos de escasa actividad. Sin embargo, la exigencia de que el trabajo se realice dentro de cierta semana o mes —exigencia que puede ser necesaria cuando el objeto estudiado experimenta variaciones estacionales o cuando se desea hacer comprobaciones a intervalos fijos— quizá no resulte muy onerosa siempre que se dé aviso con suficiente antelación para que todo el trabajo pueda programarse económicamente. En resumen, es mejor comprar cuando hay poca demanda en relación con la oferta.

El estado del tiempo influirá evidentemente sobre los costos de la aerofotografía. En todo caso son pocas las horas al día que pueden aprovecharse para fotografiar por la altura del sol, bruma y otros factores que afectan la calidad de la imagen. No se pueden utilizar las películas corrientes en blanco y negro o en colores para tomar fotografías a través de las nubes, aunque éstas no impiden el paso de algunas ondas del espectro, como las de radar o las infrarrojas. Hay algunas regiones —como las situadas en la vertiente oriental de los Andes— tan cubiertas de nubes que no se pueden utilizar las películas corrientes en blanco y negro. Incluso cuando no son tantos los problemas planteados por la nebulosidad, los costos de la operación fotográfica, que varían con el simple transcurso del tiempo más bien que con el tiempo de vuelo, subirán en relación inversa con el potencial fotográfico, es decir, con el porcentaje de tiempo despejado. Dicho porcentaje varía enormemente de un lugar a otro y no suele ser elevado en ningún lugar. Por ejemplo, en julio

el promedio de días con 10 por ciento de nebulosidad o menos es inferior a 10 en cuarenta y uno de cuarenta y ocho estados de los Estados Unidos, e incluso en Nevada es sólo 19. Vermont sólo tiene 1.6 días¹. En muchas regiones de América Central y del Sur el número de días despejados es aún menor.

La naturaleza del terreno influye en el costo de determinados tipos de investigaciones. En general, mientras más »complejo« sea el terreno con respecto a la información estudiada, más elevado será el costo de la investigación, suponiendo que se desee obtener un grado determinado de precisión y detalle. Es más caro confeccionar mapas en relieve de las zonas montañosas irregulares que de las llanuras. Es más demoroso confeccionar el mapa de una región que contiene muchas clases distintas de suelos en superficies pequeñas que de las regiones en que los suelos son más uniformes. Asimismo, es evidente que el costo de los mapas geológicos que dan una imagen exacta de la dimensión vertical, así como de las características superficiales, variará enormemente según la complejidad de las estructuras respectivas. Los estratos planos de rocas sedimentarias, que se extienden por cientos de kilómetros, plantean problemas más fáciles en la elaboración de mapas que los repliegues de una cadena intrincada de montañas, que muestran los resultados de diferentes procesos y quizá períodos geológicos muy distintos en un radio reducido.

Cabe recordar que la especificación de la escala en cualquier mapa es sólo una parte, aunque una parte importante, de las especificaciones que influyen en el costo. La cantidad de pormenores y la exactitud de los datos presentados pueden variar enormemente de un mapa a otro —de cualquier tipo— que nominalmente tienen la misma escala. Más aún, algunas expresiones relacionadas con la información se emplean *sin* ni siquiera hacer referencia a la escala. Por ejemplo, ¿qué es un »estudio minero«? Evidentemente son muy amplios los

¹Gene Avery y Merle P. Meyer, *Contracting for Forest Aerial Photography in the United States*, Station Paper N° 96 (St. Paul Minnesota: Lake States Forest Experiment, marzo de 1962), p. 8.

márgenes dentro de los cuales puede variar la cantidad de información y su exactitud.

En los cuadros que se analizan a continuación no se tienen en cuenta concretamente la mayoría de las influencias mencionadas, aunque en algunos casos los encargados de elaborar las estimaciones consideraron algunas de ellas en forma burda.

METODOS FOTOGRAFICOS

(Cuadro 1*)

La fotografía estereoscópica es uno de los métodos más baratos para reunir información sobre los recursos naturales, en función del costo por unidad de superficie. El cuadro 1 indica que el costo por milla cuadrada es de 5 dólares o menos cuando la escala es de 1:20.000² y se trata de grandes superficies sin características especiales que hagan subir los costos.

Si se comparan las estimaciones obtenidas en los casos en que se especifica la escala, teniendo presente que las horas de vuelo necesarias para tomar las fotografías (a diferencia del vuelo con fines de transporte) variarán directamente con la escala³, parecería que las estimaciones más bajas serían las calculadas por R. N. Colwell y las del *Manual of Photographic Interpretation*⁴. En cambio, las estimaciones calculadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) son mucho más elevadas.

*Véase *supra*, pp. 80-81.

²Miguel Ruiz Tagle P., director del Instituto de Recursos Naturales, Santiago de Chile, advierte que las estimaciones basadas en la experiencia adquirida por un país que cuenta con una industria avanzada de fotografía aérea, como los Estados Unidos o el Canadá, deben ser aumentadas apreciablemente —quizá en un 50 por ciento o más— para poder ser aplicadas en lejanos países en desarrollo. En esos países son mucho más altos los costos de muchos artículos y servicios y existen riesgos y demoras de diversa índole que tienden a elevar el costo.

³Algunos costos variarán según el plazo requerido para cumplir el contrato en su totalidad. Dicho plazo variará en relación directa con las horas de vuelo necesarias para tomar las fotografías, si bien esa relación no será proporcional. Algunos gastos serán más bien independientes de la longitud del proyecto o de las horas de vuelo necesarias.

⁴Creo que las estimaciones más bajas que menciona Colwell se refieren a casos en que »no influyen factores especiales« y las más altas a los casos en que sí influyen.

MAPAS TOPOGRAFICOS

(Cuadro 2)

Los mapas topográficos resultan mucho más costosos que las fotografías en que se basan, las que, según estima W.T. Pryor en el cuadro 2, constituyen sólo del 5 al 10 por ciento del costo del mapa. Son evidentes en el cuadro los efectos del grado de detalle estipulado sobre los costos, pues son muy caros los mapas en que la escala es mayor, o menor los intervalos entre las curvas de nivel. Se estima que el costo por milla cuadrada de preparación de un mapa en una escala considerada de »reconocimiento« de 1:250.000 (alrededor de 4 millas por pulgada) es de 18 a 26 dólares. Mucho más altos son los costos de los mapas de escala más grande de alrededor de 1:24.000, aunque las estimaciones cubren una amplia gama que va desde 26 dólares en las regiones de fácil acceso, sin problemas para la preparación de mapas, hasta 300 dólares, que es el límite máximo de las estimaciones fijado por el Estudio Geológico de los Estados Unidos. Téngase presente que la FAO estima que el costo de elaboración de los mapas planimétricos, útiles para muchos fines, asciende a alrededor del 10 al 15 por ciento del costo de los mapas topográficos.

ESTUDIOS DE GEOLOGIA REGIONAL

(Cuadro 3)

En los últimos quince años el Estudio Geológico del Canadá ha efectuado una serie de estudios de geología regional en el norte del Canadá, utilizando principalmente helicópteros y aeroplanos. En el cuadro 3 se comparan los costos de esos estudios con estudios similares efectuados por el Estudio Geológico de los Estados Unidos. En la mayor parte de los trabajos efectuados por el gobierno del Canadá se usó la escala de 1:500.000, aunque también se empleó la de 1:250.000, y en un estudio (la meseta de Cape Breton) se usó la escala de 1:63.000. El costo del trabajo de campo, excluidos los salarios, el equipo o los gastos generales, ascendió a alrededor de 2 a 3 dólares canadienses por milla cuadrada en el caso de las escalas mas reducidas, aunque un estudio sobre una

región montañosa costó 6.73 dólares canadienses por milla cuadrada. El estudio más detenido efectuado en Cape Breton, que abarcaba una zona mucho más pequeña que los otros, resultó mucho más caro y su costo fue de 37 dólares canadienses por milla cuadrada.

Se calcula que el costo de los demás trabajos para este proyecto representa entre el 25 y el 80 por ciento de los trabajos de campo.

L. W. Morley, director de la División Geofísica, del Estudio Geológico del Canadá, basado probablemente en los mismos antecedentes, calcula que el costo típico de un mapa geológico de 1:250.000 es de 5 a 7 dólares canadienses. Esta cifra incluye tanto los trabajos de campo como los demás trabajos. Obsérvese que es mucho más alto el costo estimado por Morley para el mapa geológico de 1:50.000.

Hay una gran diferencia aparente entre los costos indicados por el Canadá y por el Estudio Geológico de los Estados Unidos. Incluso si en el Canadá los gastos en el terreno fueran iguales a los costos de los demás trabajos de los proyectos, las cifras serían muy inferiores a las del Estudio Geológico de los Estados Unidos con las cuales se podrían comparar. ¿Cómo explicar estas diferencias?

Primero, en siete de los ejemplos del Estudio Geológico del Canadá citados en este capítulo se usó total o parcialmente una escala de 1:500.000 y en sólo dos la escala de 1:250.000. Cabría esperar que los mapas realizados a una escala que fuera igual a la mitad de la escala más grande representan menos fenómenos, y con menor exactitud⁵.

⁵En America Latina suele decirse que las normas del Estudio Geológico de los Estados Unidos, refiriéndose presumiblemente a la variedad de fenómenos que se incluyen y al grado de exactitud que se requiere a una escala dada, son demasiado estrictas para los países en desarrollo. Evidentemente, con ello no se pretende justificar la negligencia, sino señalar que para la economía del país resultará más conveniente que los equipos disponibles para realizar esos estudios abarquen más superficie por unidad de tiempo, aunque se sacrifique la calidad del mapa. El Canadá no es un país en desarrollo en lo que se refiere al nivel o ritmo de crecimiento del ingreso, pero como su potencial minero es muy grande, se plantean en él problemas muy similares a

Cuadro 2

ESTIMACION DEL COSTO POR MILLA CUADRADA DE LOS MAPAS TOPOGRAFICOS

Fuente de la estimación y fecha de publicación	Intervalo entre las curvas de nivel	Escala y costo por milla ²	Observaciones
Pryor ^a (1964)	20 metros	1:20.000; 26-104 dólares	Incluye el costo de las comprobaciones en terreno de las carreteras
	10 metros	1:10.000; 65-233 dólares	Franja de 22.000-60.000 m de ancho
	3 metros	1: 5.000; 207-1.160 dólares	Franja de 3.000-10.000 m de ancho
			Franja de 1.600-3.000 m de ancho
Las fotografías aéreas abarcan de 5 a 10 por ciento de las cifras indicadas. Las comprobaciones en el terreno de la carretera abarcan alrededor de 30%-60%, y los porcentajes más altos corresponden al extremo superior de los límites indicados.			
Estudio geológico de los Estados Unidos ^b (1966)	No se especifica	1:24.000; 10.000-20.000 dólares por mapa, si se supone que cada mapa representa 57 millas ² , el costo por milla ² es de 175-350 dólares ^c	No se sabe con exactitud qué elementos incluye el costo
Peters ^d (1959)	5 pies	1:12.000; 100-150 dólares	25 millas ²
FAO ^e (1963)	20 metros	1:250.000; 18-26 dólares ⁱ 1:100.000; 26-52 dólares ^f 1:25.000; 115-142 dólares	Incluye el costo de las comprobaciones en el terreno, parece no incluir el costo de fotografía
Wright ^g (1960)	10 pies	1:4.800; 225 dólares	Franja de dos millas de ancho de una carretera
	5 pies	1:2.400; 750 dólares	

Hemphill y Kidway^h
(1963)

1:20.000; 3/4 mes-hombre por milla²
si se usa la plancheta; 3/40 mes-
hombre por milla² con métodos
aerofotogramétricos

Pakistán occidental, una superficie de
80 millas²; es corriente que en una
milla el relieve varíe en 2.000 pies

^a William T. Pryor, "Evaluation of Aerial Photography and Mapping in Highway Development", *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXX, N^o 1 (enero de 1964), p. 1.

^b Citado en *Peaceful uses of earth-observation spacecraft*, Vol. II: *Survey of Applications and Benefits* (Ann Arbor; University of Michigan, 1966), p. 18.

^c A 42^o de latitud un cuarto de cuadrángulo (7' 30" × 7' 30") abarca alrededor de 57 millas².

^d William C. Peters, "Cost of Exploration for Mineral Raw Materials", *Cost Engineering*, julio de 1959, p. 7.

^e Citado en "Los recursos naturales en América Latina", *op. cit.*, p. 15 (véase *supra*, cuadro 1, nota h)

^f Planimétrico - 1:250.000, 1,95-2,60 dólares: 1:100.000, 3,90-7,80 dólares. No incluye el costo de las fotografías. L. W. Morley (véase *supra*, cuadro 1, nota g) estima el costo de un mapa planimétrico de 1:50.000 (5.000 millas²) a 2-3 dólares canadienses por milla², excluido el costo de las fotografías.

^g Marshall S. Wright, Jr., "What does photogrammetric mapping really cost?", *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXVI, N^o 3 (junio de 1960), p. 452.

^h William R. H. Hemphill y Abdul H. Kidwai, "The application of photogeology and photogrammetry to geological surveys of natural resources in Pakistan", *Natural Resources*, Vol. II. Documentos preparados por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas (Washington, U.S., Government Printing Office, 1963), p. 198

Cuadro 3

ESTIMACION DEL COSTO POR MILLA CUADRADA DE ESTUDIOS GEOLOGICOS REGIONALES

<i>Organismo o persona que efectuó la estimación</i>	<i>Ubicación y tipo de terreno</i>	<i>Superficie (millas²)</i>	<i>Escala</i>	<i>Costo por milla² ^a</i>
Estudio geológico de los Estados Unidos	N. Central Alaska ^b	28.000	1:250.000	16,10 dólares
	Esmeralda City, Nev. (1966)	3.570	1:250.000	48,50
	Nye County, Nev. (1966)	17.900	1:250.000	17,10
	Eureka County, Nev. (1966)	4.182	1:250.000	27,70
	N.E. Alaska ^b	18.000	1:250.000	29,20
	Southern Rocky Mtns. ^{b, c}	56.000	1:250.000	11,20
	Wrangell Mtns., Alas. ^b	1.200	1:63,360	346,00
	Montaña-Idaho (1964)	400	1:62.500	250,00
	Idaho ^d (1965)	215	1:62.500	135,00
	N. Carolina (1966)	975	1:62.500	269,00
	Maine (1966)	200	1:62.500	560,00
Peters ^e	Estados Unidos	No se especifica	Interpretación geológica generalizada de fotos del gobierno. Interpretación detenida de fotos del gobierno	1,00 - 4,50 dólares 4,00 - 8,00
Gobierno del Canadá ^f	Keewatin, terrenos estériles (1952) ^g	207.000	1:500.000	3,63 dólar cana-
	Baker, terrenos estériles (1954) ^g	67.000	1:500.000	2,15 dienses
	Thelon, terrenos estériles (1955) ^g	61.000	1:500.000	2,21
	Franklin, islas estériles (1955)	100.000	1:500.000	3,17
	Fort George, terrenos de monte bajo y terrenos estériles (1957-58)	70.000	1:500.000	2,03

	Mackenzie, llanuras y montañas (1957)	100.000	1:500.000	
			1:250.000	1,68
	Stikine, mesetas y montañas (1956)	25.500	1:250.000	8,65
	Porcupine, montañas y llanuras (1962)	80.000	1:500.000	
			1:250.000	2,62
	Ogilvie, montañas (1958, 1961)	15.000	1:250.000	6,73
	Cape Breton, meseta boscosa (1954)	850	1:63.000	36,94
Morley ^h	Canadá	5.000	Reconocimiento geológico general	2,00-4,00 dólar.
			Reconocimiento para la elaboración de mapas geológicos 1:250.000	5,00-7,00 cand.
		600	Mapa geológico 1:50.000	30,00-117,00

^a Los costos indicados para los Estados Unidos incluyen los costos directos del proyecto, como por ejemplo sueldos, costo de los trabajos en el terreno, compilación de mapas y redacción de informes, alquiler de las oficinas, biblioteca, trabajos analíticos y paleontológicos y gastos de administración y de publicación. Las informaciones fueron proporcionadas por David L. Jones, del Estudio Geológico de los Estados Unidos (cartas de fecha 27 de junio de 1967 y 3 de abril de 1968). Los costos indicados para el Canadá no incluyen el sueldo del personal, el costo del equipo o los gastos generales; tampoco incluyen la planificación anterior a los trabajos de campo o la preparación posterior de mapas e informes. Los aviones fueron contratados.

^b El informe no había sido terminado hasta abril de 1968. ^c El uso extensivo de la aereofotografía en regiones de visibilidad excepcional probablemente ha contribuido a reducir apreciablemente los gastos. ^d Sólo el proyecto de confección de mapas. No incluye la redacción de informes o los costos de trabajos analíticos o paleontológicos extensivos. ^e William C. Peters, "Cost of exploration for mineral raw materials", *Cost Engineering*, julio de 1959, p. 7. ^f Estudio Geológico del Canadá, Departamento de Minas y Estudios Técnicos, *Helicopter operations of the Geological Survey of Canada*, Bulletin 54 (Ottawa: Queen's Printer, 1959), pp. 2 ss. ^g Se estimó que en cada uno de los tres primeros proyectos del gobierno del Canadá los costos de los demás trabajos de los proyectos eran aproximadamente iguales. Variaban de 27% a 36% de los costos de los trabajos en el terreno. En algunos proyectos pueden llegar a 80%. La información sobre los costos de los demás trabajos de los proyectos fue proporcionada por Keith Buck, director de la División de Recursos Minerales, Departamento de Minas y de Estudios Técnicos, Ottawa, Canadá (carta del 27 de junio de 1966). ^h L. W. Morley (véase *supra*, cuadro 1, nota g).

Segundo, hay apreciables diferencias entre el Canadá y los Estados Unidos en materia de costos, especialmente en cuanto a los honorarios pagados a los profesionales y los sueldos del personal auxiliar.

Tercero, es posible que sea más compleja la geología de las zonas estudiadas por el Estudio Geológico de los Estados Unidos, pero lo planteo como posibilidad, pues no tengo informaciones para comparar.

Entre 1952 y 1960 el dólar canadiense valía 2.7 por ciento más que el dólar estadounidense de modo que al introducir las correcciones necesarias para tener en cuenta este factor aumentaría la diferencia observada. Sin embargo, en 1961 y 1962 el dólar canadiense valía en promedio 5.8 por ciento menos que el dólar estadounidense. Quizá ambos servicios difieran también en cuanto a su eficiencia, tema de estudio interesante pero que rebasa los medios disponibles para este estudio.

Las estimaciones de William C. Peters sobre el costo de la interpretación generalizada y detallada de las fotos del gobierno son mucho más bajas, pero no comprenden varias funciones incluidas en otros cálculos, especialmente el trabajo complementario de laboratorio y la preparación de un informe para su publicación, aunque algún tipo de informe es necesario.

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS

(Cuadros 4, 5 y 6)

Como en los demás tipos de estudios, el costo de los estudios de suelos depende del grado de detalle y de preci-

los de los países en desarrollo en cuanto a los alcances de los estudios. Allí también me parece que algunos consideran que las normas del Estudio Geológico de los Estados Unidos son en algunos sentidos más estrictas o más complicadas que las del Estudio Geológico del Canadá. Téngase presente que si así fuera, eso no indicaría que los geólogos de los Estados Unidos son más capaces que los del Canadá, ni que ninguno de los dos organismos se haya equivocado en la elección de las normas. En realidad, dada la mayor extensión que queda por explorar en el Canadá, es muy importante poder abarcar grandes superficies mediante los estudios de reconocimiento. Al mismo tiempo, las normas del Estudio Geológico de los Estados Unidos pueden ser o no adecuadas a las condiciones que existen en los Estados Unidos.

sión del estudio. P. Buringh⁶ ha usado los términos »deta-lladas« y »semidetalladas« para caracterizar las estima-ciones del costo calculadas a base de la extensa experien-cia sobre la materia acumulada en Iraq. Para realizar un estudio detallado que abarque alrededor de 3.600 acres, cuyos resultados se indiquen en una escala de 1:25.000, se necesita un equipo compuesto de un edafó-logo, un ayudante y dos obreros que puedan estudiar alrededor de 75 acres diarios. Se considera estudio deta-llado el que contiene suficientes pormenores y es lo sufi-cientemente exacto como para servir de base a la to-ma de decisiones de carácter pormenorizado sobre pequeñas parcelas de tierra. Por lo general no compensa-ría efectuar investigaciones más detalladas. Para hacer el estudio detallado habría que usar la aerofotografía a fin de tener una orientación general y para organizar y plani-ficar los trabajos en el terreno, pero gran parte de esos trabajos serían iguales a los que habría que hacer si no se dispusiera de fotos aéreas.

Así lo demuestran más claramente las cifras indicadas por Buringh (cuadro 4), correspondientes a los que él llama estudios edafológicos semidetallados, efectuados en relación con tres proyectos realizados en el Iraq que abarcaban 330.000 acres. Si bien Buringh los denomi-na estudios semidetallados, los trabajos de campo representan 35 centavos de los 40 centavos por acre atribuidos a la elaboración de mapas edafológicos (35 centavos de 38, si se excluye el costo de la aerofotografía).

Se observará asimismo que la preparación de mapas edafológicos propiamente tal representa sólo el 14 por ciento de los costos totales de planificación del proyec-to, que en este caso son proyectos de riego.

Las estimaciones de Buringh coinciden con los datos sobre estudios edafológicos obtenidos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, según se indica en el cuadro 5. Sin embargo, se trata de prome-dios que reflejan cambios en el tipo de terrenos estu-

⁶ American Society of Photogrammetry, *Manual of Photogrammetry*, Washington, 1952.

Cuadro 4

IRAK, COSTO POR ACRE DE LOS ESTUDIOS
EDAFOLÓGICOS SEMIDETALLADOS DE TRES PROYECTOS (BURINGH)

<i>Actividad</i>	<i>Dólares por acre</i>
Estudio aéreo ^a	0,02
Investigación preliminar del terreno	0,02
Interpretación de fotografías aéreas ^b	0,01
Trabajos de campo	<u>0,35</u>
Total, confección de mapas de los suelos	0,40
Clasificación de la capacidad de los suelos	0,04
Variabilidad de los suelos	<u>0,22</u>
Total, estudio de suelos, excluidos los gastos generales	0,66
Gastos generales	<u>0,25</u>
Total, estudio de suelos	0,91
Otras investigaciones relacionadas con la planificación (riego, avenamiento, nivelación)	<u>1,93</u>
Costo total de planificación del proyecto	2,84

^a Aparentemente alrededor de 1:20.000. El costo por milla² es de aproximadamente 11 dólares, cifra más bien alta cuando se la compara con otras estimaciones. Sin embargo, parece incluir: "algunos ejemplares" del índice fotográfico; un conjunto de positivas brillantes en papel delgado; dos conjuntos de positivas mate en papel grueso; un mosaico fotográfico brillante a escala de contacto; algunos mosaicos mate en papel grueso a escala de contacto; algunos mosaicos color mate, en papel grueso, a escala 1:50.000 (véase el *Manual of photo interpretation, op. cit.*, p. 638).

^b Incluye el costo de la capacitación de ayudantes.

Cuadro 5

COSTOS DE LOS ESTUDIOS EDAFOLÓGICOS REALIZADOS POR EL
SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS DE LOS
ESTADOS UNIDOS, AÑOS FISCALES 1959, 1965 Y 1968^a
(*Dólares por acre*)

<i>Año</i>	<i>Trabajos en el terreno para la confección de mapas y actividades afines</i>	<i>Compilación, revisión e impresión de mapas</i>
1959	0,22	0,11
1965	0,33	0,10
1968 (estimado)	0,34	0,11

^a Cifras proporcionadas por Louis Derr, del Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Washington.

diados. El Servicio de Conservación de Suelos ha calculado cuánto cuestan los estudios según el grado de »intensidad«.

Por ejemplo, en un distrito típicamente poco intensivo se supone que el 75 por ciento de las tierras se dedican a la ganadería, el 15 por ciento a la agricultura de secano, el 5 por ciento a la agricultura de riego y el 3 por ciento para fines urbanos. El crecimiento demográfico es de 2 por ciento en 25 años. En un distrito medianamente intensivo el 40 por ciento de las tierras puede dedicarse al cultivo, el 42 por ciento a la ganadería o montes y el 4 por ciento a fines urbanos, con un crecimiento demográfico de 4 por ciento en 25 años. En un distrito muy intensivo el 35 por ciento de las tierras debe dedicarse a la explotación agrícola comercial, el 15 por ciento a montes, a la ganadería o al esparcimiento, el 23 por ciento a fines urbanos y el 27 por ciento a otros fines, con un crecimiento demográfico de 27 por ciento en 25 años. En el cuadro 6 se indican los costos estimados para estos tres tipos de distritos.

El Servicio de Conservación de Suelos dice lo siguiente sobre el tipo de estudios indicados en el cuadro 6:

»El estudio edafológico es un inventario físico pormenorizado de los suelos. Indica la profundidad, la textura, la estructura, el avenamiento, la proporción de piedras, la pendiente, la erosión, y otras características que permiten clasificar su uso y su capacidad. El estudio edafológico de un distrito (*county*) puede indicar la existencia de 75 a 200 clases distintas de suelos, cada una de las cuales figura con su nombre y definición en el sistema nacional«⁷.

Kirk Rodgers y sus colaboradores han preparado algunas estimaciones bastante exactas de los costos de diversos tipos de estudios de suelos que se sugirió hacer para el aprovechamiento de la cuenca del Río Guayas en

⁷ *Department of Agriculture Appropriations for 1967*, Declaraciones ante el House Subcommittee on Appropriations (89th Congress, 2nd sess.), Parte 2, p. 676. No se sabe con exactitud si las definiciones de »estudio detallado« que emplean Buringh y el Servicio de Conservación de Suelos significan lo mismo en lo que se refiere al grado de detalle y de precisión.

Cuadro 6

COSTOS ESTIMADOS DE LOS ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DETALLADOS DE DIFERENTE GRADO DE INTENSIDAD*
(A precios de 1965)

Grado de intensidad	Estudios de suelos	Cartografía	Revisión	Impresión	Total
Alta					
Total (dólares)	244.000	35.000	7.000	12.000	298.000
Por acre (centavos)	55,0	7,8	1,6	2,7	67,0
Porcentaje	82	12	2	4	100
Mediana					
Total (dólares)	170.800	23.000	6.500	9.000	209.300
Por acre (centavos)	38,0	5,1	1,5	2,0	47,0
Porcentaje	82	11	3	4	100
Baja					
Total (dólares)	122.000	17.000	6.000	7.000	152.000
Por acre (centavos)	27,0	3,8	1,3	1,6	34,0
Porcentaje	80	11	4	5	100

* Estimación correspondiente a distritos en que se ha estudiado una superficie de 700 millas cuadradas. Los datos fueron proporcionados por Louis Derr del Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Washington. El Sr. Derr ha tenido la gentileza de facilitarnos las estimaciones revisadas del "ahorro de inversiones" atribuible a la existencia de estudios de suelos. Pese a que no se dispone de informaciones para juzgar estas estimaciones, parece ser que se intentó sumar, sin descontarlos, los cambios anuales de las entradas y los costos atribuibles a la existencia de un estudio de suelos. Sólo mediante el examen detenido de estas estimaciones podría hacerse una evaluación de ellas. Es muy difícil saber cuáles ahorros pueden atribuirse genuinamente al estudio.

Si se considera el valor nominal de las estimaciones y se supone que los ahorros se acumulan continuamente a un ritmo uniforme durante la vida útil del estudio (25 años), la productividad estimada del gasto en un estudio típico de suelos es enorme:

Grado de intensidad del estudio

"Inversión que se ahorra"
(millones de dólares)

Costo del estudio
(millones de dólares)

Valor actual de la inversión que se ahorra deducido el costo del estudio a una tasa de descuento de 10%^a
(millones de dólares)

Rentabilidad interna^b
(porcentaje anual)

Baja	6,5	0,152	2,23	176
Mediana	13,0	0,209	4,57	249
Alta	37,0	0,298	13,3	497

^a A interés compuesto continuo.

^b Tasa de descuento necesaria para equiparar el valor actual de la inversión ahorrada con el costo del estudio.

Si estas estimaciones de la productividad son aproximadamente correctas, es evidente que debe examinarse la intensidad de cada estudio de suelos para estar seguro de que se llega al punto en que la ganancia marginal neta es igual a cero. Igual que en el caso de un proyecto de construcción, debe examinarse detenidamente la magnitud del programa de suelos para estar seguro de que no se vayan a dejar pasar oportunidades de ahorrar (medidas en función del valor actual de los estudios de suelos) por haber elegido un programa de reducida magnitud.

En todo caso, estas estimaciones de los beneficios se aplican a los Estados Unidos. Es decir, presuponen la existencia de instituciones que permiten aprovechar efectivamente la información que se obtiene de un estudio de suelos. Por ese motivo estas estimaciones no tendrían aplicación directa en otros países.

Para evaluar un estudio de suelos (o cualquier otro estudio) en principio es necesario hacer lo siguiente:

1) Estimar la "renta" anual desde $t = 0$ que se obtendría si no se hubiera hecho el estudio. En este caso la "renta" anual es simplemente la entrada menos los gastos. Con este método no es necesario distinguir entre los gastos corrientes y de inversión.

2) Estimar el cambio anual que experimentaría la renta calculada en la etapa 1 por el hecho de existir el estudio. Los gastos variarán en algunos años, ya que como consecuencia del estudio quizá se invierta. Asimismo pueden modificarse las entradas en ese o en otros años.

3) Encontrar el valor actual de los cambios calculados en la etapa 2. Este es el valor del estudio, que ha de compararse con su costo. Podría calcularse asimismo la "rentabilidad interna" del estudio de suelos, es decir, calcular la tasa de descuento que equipararía el valor actual de los cambios calculados en la etapa 2 y el costo del estudio.

Si sólo se estiman los cambios de la renta anual durante un período limitado, por ejemplo 25 años, al valor actual de esos cambios habrá que agregar el valor actual de los terrenos incluidos en el estudio y restar el valor de los terrenos no incluidos en él (calculándose ambos con $t = 25$). En la mayoría de los casos esta cifra no tendrá un valor elevado porque es muy largo el período de descuento.

el Ecuador^o. Si los costos estimados se clasifican en »directos« (los vinculados con un tipo especial de estudios) y »generales« (que incluyen algunos trabajos relacionados con la confección de mapas topográficos, mosaicos, perforaciones y algunos gastos generales ordinarios), los gastos generales representarían alrededor del 50 por ciento de los directos.

Se obtuvieron las cifras siguientes para cada tipo de actividad incluida en el estudio:

	<i>Dólares por acre</i>
Uso de la tierra	0.11
Reconocimiento de la capacidad de los suelos	0.015
Estudio semidetallado de la capacidad de los suelos	0.113
Estudios detallados de la capacidad de los suelos	0.358
Estudios para elegir áreas que podrían regarse	0.083
Identificación y evaluación de proyectos de avenamiento y riego	0.032

El costo de 36 centavos por acre indicado para los estudios detallados sobre la capacidad de los suelos es muy inferior al del Servicio de Conservación de Suelos citado en el cuadro 6. Más aún, dicho servicio estima que el costo de un estudio de suelos poco detallado es de 34 centavos por acre, pero la mayor complejidad del terreno en el Ecuador para el cual se hicieron los cálculos sugiere que quizá en cuanto a costos se asemeje más a lo que se considera una región »muy intensiva«. Además, los estudios de suelos efectuados por ese Servicio sólo incluyen una descripción de los aspectos físicos, químicos y otros aspectos del suelo que han de tenerse en cuenta para estimar las distintas capacidades pero no la evaluación de la capacidad de la tierra.

El costo de elaboración de mapas edafológicos semi-detalados, calculado por Buringh, que se indica en el cuadro 4 (40 centavos de dólar por acre) es similar al calcu-

^oUnion Panamericana, Departamento de Asuntos Económicos, *Survey for the development of the Guayas River Basin of Ecuador, an integrated natural resources evaluation* (Washington, 1964).

lado por Rodgers para los estudios detallados, pero eso puede deberse a diferencias en cuanto a las definiciones.

Buringh estima que se pueden hacer estudios de reconocimiento con un costo inferior a 5 centavos por acre, y quizá a 3 centavos por acre (2 dólares por hectárea)⁹. Rodgers calculó una cifra menor —1.5 centavos por acre— para un estudio de reconocimiento de la capacidad de los suelos. Quizá eso se deba a diferencias en cuanto al grado de precisión.

Los estudios no necesitan presentar directamente la información sobre los suelos; según Buringh pueden mostrar simplemente unidades de terreno fisiográficas generales, con lo que sugiere que los estudios de este tipo pueden ser menos onerosos que los estudios de reconocimiento de suelos, y que la diferencia puede ser apreciable.

ESTUDIOS GEOFISICOS

(Cuadro 7)

El costo de los estudios geofísicos por unidad de superficie es mucho más alto que el costo de los estudios de geología regional en que no se utilizan informaciones geofísicas, porque la información buscada es más especializada y requiere efectuar mediciones más precisas.

El costo de los estudios geofísicos dependerá del fenómeno que se mida: los principales son el campo magnético natural, el campo magnético inducido y la radioactividad. Otros elementos importantes del costo son el grado de detalle (que se expresa en la altura de la aeronave y el intervalo de la línea de vuelo), el tipo de avión empleado y el objetivo del estudio, es decir, el lugar que el estudio geofísico ocupa en la estrategia u orden de los estudios.

Los instrumentos de medición deben acercarse bastante a la tierra para que se puedan efectuar mediciones suficientemente detalladas (es decir, mediciones que guarden estrecha correlación con pequeñas superficies) y en ese caso cuando el terreno es accidentado puede ser necesario usar helicópteros, cuyos servicios son más caros

⁹En *Manual of photographic interpretation*, p. 663.

Cuadro 7

COSTO ESTIMADO DE LOS ESTUDIOS GEOFISICOS

Tipo de estudio	Persona que hizo la estimación	Tipo de transporte	Superficie	Intervalo lineal	Elevación	Costo por milla lineal
Magnético	Morley ^a	Aéreo	5.000 millas ²	* (reconocimiento) ^b	*	40 - 60 centavos
		Aéreo		1/2 milla	1.000 pies	10 - 15 dólares
	Agocs ^c	Aéreo	9.300 millas lineales	*	*	13 - 19 dólares
	Peters ^d	Aéreo	*	1/6 - 1/4 milla	*	6 - 13 dólares
		Terrestre	*	100 - 200 pies	*	50 - 130 dólares
	Engineering and Mining Journal ^e	Aéreo	*	*	*	6 - 10 dólares
		Terrestre	*	*	*	110 - 150 dólares
	Davidson ^f	Aéreo	*	*	*	6 - 9 dólares petróleo 8 - 12 dólares minerales
Electromagnético	Davidson ^f	Avión	*	*	*	10 - 17 dólares
		Helicóptero	*	*	*	12 - 25 dólares
	Pemberton ^h	Terrestre	*	*	*	70 - 100 dólares (+50-75 si hubiera que cortar árboles)
		Avión	5.000 millas lineales	1/8 - 1/4 milla	*	14 - 18 dólares
		Helicóptero	*	*	*	20 - 30 dólares
	Engineering and Mining Journal ^e	Avión	*	*	*	10 - 20 dólares
		Terrestre	*	*	*	2.000 dólares por milla ²
	Peters ^d	Avión	*	*	*	10 - 20 dólares
		Helicóptero	*	*	*	30 - 40 dólares
		Terrestre	*	*	*	100-300 dólares
Agocs ^c	Avión	9.300 millas lineales	*	*	32 - 45 dólares	

Radioactividad	Agocs ^c	Avión	9.300 millas lineales	*	*	8 - 13 dólares
	Peters ^d	Avión	*	*	*	4 - 10 dólares
		Terrestre	*	*	*	35 - 55 dólares
	<i>Engineering and Mining Journal</i> ^e	Avión	*	*	*	6 - 10 dólares
Magnético y electromagnético	Lacy y Swayne ⁱ	Helicóptero	115 millas ²	1/8 milla	120 pies	40 dólares
	Pemberton ^h	Terrestre	*	*	*	200 dólares
		Avión o helicóptero	*	1/8 - 1/4 milla	*	15 - 50 dólares
	Morley ^a	Avión o helicóptero	150 millas ²	1/8 milla	300 pies	266 - 400 dólares
		Davidson ^f	Avión	*	*	*
Magnético, electromagnético y radioactividad	Peters ^d	Avión	*	*	*	15 - 25 dólares

*No se especifica.

^aL. W. Morley (véase el cuadro 1, nota g).

^bEstudio de reconocimiento para determinar qué tamaño tenía la zona cubierta de rocas ígneas y metamórficas y para delimitar las cuencas sedimentarias y las formaciones generales de rocas volcánicas y ultrabásicas.

^cW. B. Agocs, "Aerial natural resources evaluation procedures and costs", *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, Bangkok, 1960 (NU Mineral Resources Development Series Nº 12), p. 142.

^dWilliam C. Peters, "Cost of Exploration for Mineral Raw Materials". *Cost Engineering*, julio de 1959, p. 7.

^e*Engineering and Mining Journal*, Vol. 157, Nº 6a (junio de 1956).

^fD. M. Davidson, *Economics of Geologic Exploration*, American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, preprint Nº 5819A3, Nueva York.

^gLas líneas de vuelo son generalmente más largas en la prospección petrolífera.

^hRoger H. Pemberton, "Airborne electromagnetics in Review", *Geophysics*, Vol. XXXVII, Nº 5 (octubre de 1962), p. 698.

ⁱR. J. Lacy y W. H. Swayne, "Integrated mineral exploration", *Natural Resources*, Vol. II, Documentos preparados por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología en beneficio de las regiones menos desarrolladas (Washington: U.S. Government Printing Office, 1963), p. 136.

que los de los aviones. La medición directa, que puede ser muy exacta, es mucho más cara que la medición efectuada en avión y sólo se usa en zonas pequeñas y en las últimas etapas del proceso de exploración.

Cuando se desea medir muchas variables se pueden reducir los costos combinando distintos estudios, pero en la mayoría de los casos no convendría este procedimiento. Primero, porque son distintos los objetivos con que se hacen las diferentes mediciones. En algunos casos son pocas o nulas las ventajas de un determinado estudio; en otros casos puede ocurrir que las alturas óptimas de vuelo y los intervalos óptimos entre vuelos para los dos propósitos sean tan diferentes que no sea posible aprovechar el mismo vuelo para ambos fines. Además, porque el análisis de los datos se efectúa por separado en gran medida. Cabe señalar que el valor de la información geofísica será mayor si puede combinarse con otros tipos de información geológica de la región respectiva. Un tipo de información puede servir para llenar los vacíos de las interpretaciones basadas en otras informaciones.

ESTUDIOS GEOQUIMICOS

Los estudios geoquímicos, como los estudios geofísicos, pueden efectuarse con distinto grado de detalle a fin de obtener ya sea informaciones generales sobre las regiones mineralizadas comprobadas o informaciones más concretas sobre el valor potencial de los yacimientos minerales. Su costo, como el de otros estudios, variará según el grado de detalle y de precisión que se desee obtener y el tipo de análisis que se quiera hacer.

En un seminario sobre exploración geológica realizado recientemente por las Naciones Unidas se expresó que es muy grande la variación de las estimaciones. En efecto, éstas fluctúan de 14 a 42 dólares por milla cuadrada (se supone que esas cifras incluyen todos los costos) para los estudios de reconocimiento y de 280 a 2.800 dólares por milla cuadrada para los estudios detallados¹⁰.

¹⁰Naciones Unidas, *Proceedings of the Seminar on Geochemical Prospecting Methods and Techniques*, Mineral Resources Development Series N° 21 (Nueva York, 1963), p. 5.

Según C. Gleeson, el costo del trabajo de campo para un estudio geoquímico efectuado recientemente en Kenno, en el territorio de Yukon, al norte del Canadá¹¹, fue de 43 dólares por milla cuadrada e incluía el sueldo del personal que realizó los trabajos de campo, pero no el costo de los análisis de laboratorio. La mitad de los gastos efectuados en el terreno correspondieron a la contratación de helicópteros.

El estudio abarcaba 1.900 millas cuadradas y se obtuvieron las siguientes muestras:

6.000 de sedimento de caudales	3.2 muestras por milla ²
550 de mineral pesado	0.29 muestras por milla ²
1.000 de agua	0.53 muestras por milla ²
500 de roca	0.26 muestras por milla ²

ESTUDIO DE LOS RECURSOS MADEREROS

En el estudio sobre la cuenca del río Guayas, en el Ecuador, citado en este mismo capítulo en relación con los estudios de suelos¹², se indica que el costo del inventario previo a la explotación de los recursos forestales es de 7 centavos de dólar por acre.

ESTUDIOS INTEGRADOS

Vale la pena examinar los costos de los estudios «integrados» ya que es posible hacer economías cuando se combinan distintas clases de estudios. Desgraciadamente, el contenido de los estudios integrados no es uniforme y por ese motivo sus costos reflejan la composición del estudio y asimismo las circunstancias particulares en que éste se realizó.

El estudio de la cuenca del río Guayas, que abarcó inicialmente una superficie de 8.800 millas cuadradas, tuvo

¹¹Informaciones contenidas en una carta del 7 de junio de 1966, enviada por Keith Buck, director de la División de Recursos Minerales, Departamento de Minería y Estudios Técnicos, Ottawa.

¹²*Survey for the Development of the Guayas River Basin, An Integrated Natural Resources Evaluation, op. cit.*

un costo total de 1.4 millones de dólares¹³ y un costo promedio de 150 dólares por milla cuadrada (23 centavos por acre). Pero la zona que finalmente se habría de habilitar en cierta medida tendría una superficie muy inferior a las 8.800 millas cuadradas exploradas inicialmente y por ese motivo a los proyectos que se llevaron a la práctica les correspondería financiar un costo muy superior a 23 centavos por acre.

El estudio de la cuenca del río Guayas tenía por objeto reunir informaciones suficientes para la planificación y la evaluación de un proyecto de riego y de colonización y la elaboración de planes de explotación maderera permanente. Además, se deseaba obtener informaciones sobre el uso, la tenencia y la capacidad de la tierra en toda la zona que se proyectaba estudiar.

Un estudio aerofotogramétrico realizado en Chile que comprendía, entre otras cosas, la recopilación de informaciones sobre los suelos, la capacidad de la tierra y la identificación de las propiedades (véase el capítulo VII donde se trata este tema más a fondo) costó alrededor de 5.5 millones de dólares —es decir, el costo promedio fue de 106 dólares por milla cuadrada— en tanto que el del estudio del río Guayas fue de 150 dólares por milla cuadrada. Sin embargo, no pueden compararse los resultados de ambos proyectos porque en gran parte los trabajos en el río Guayas fueron mucho más detallados y permitieron obtener informaciones que se aprovecharon directamente en el diseño y la evaluación de los proyectos.

En un trabajo sobre la materia¹⁴ se dan informaciones sobre los costos de los estudios de reconocimiento efectuados recientemente en Australia. La información suele presentarse en las escalas de 1:500.000 o de 1:1.000.000,

¹³*Ibid.* Incluyendo 100.000 dólares por dos estudios preliminares efectuados en julio de 1962 y julio de 1963.

¹⁴C. S. Christian y G. A. Stewart, «Methodology of Integrated Surveys», trabajo presentado a la Conference on Principles and Methods of Integrating Aerial Surveys Studies of Natural Resources for Potential Development, celebrada en Toulouse (UNESCO/NS/NR/94, París), pp. 95 y ss. Christian es miembro de la Organización Ejecutiva de Investigación Industrial y Científica de la Comunidad Británica, y Stewart es director de la División de Investigaciones sobre la Tierra y de Estudios Regionales del mismo organismo.

pero las regiones más pequeñas suelen representarse a 1:250.000. La base de la información es la descripción conjunta del »sistema agrario«, que abarcará los factores genéticos (geología, geomorfología, clima), los recursos generales (por ejemplo, el agua) y posiblemente algunos elementos artificiales. Asimismo pueden prepararse a escalas más pequeñas mapas de las regiones geomórficas, la distribución de los grupos generales de suelos, el uso de la tierra, los recursos hidrológicos y la vegetación. Cuando se estima conveniente, se hacen estudios de los bosques, las praderas y las aguas subterráneas. La investigación de los recursos minerales se limita a la recopilación del material existente.

En ese mismo trabajo se expresa que para hacer un estudio sobre el terreno, que se prolongue durante una temporada, en las tierras húmedas y bajas de los trópicos (Nueva Guinea), que abarcan alrededor de 2.000 millas cuadradas, se necesitan de quince a dieciocho meses-equipo:

Labores preliminares (recopilación de la información existe, fotointerpretación preliminar, elección de los lugares en que se tomarán las muestras)	3 meses
Trabajos en el terreno	3 meses
Fotointerpretación final	3 meses
Evaluación de las informaciones recogidas en el terreno y coordinación de las descripciones de los sistemas agrarios.	3-4 meses
Preparación del informe	3-5 meses
Duración total	15-18 meses-equipo

En este tipo de estudios y de regiones el ritmo medio de producción es alrededor de 120 millas cuadradas por mes-equipo. El número de profesionales que trabajan en el proyecto varía sin duda en las distintas etapas, y asimismo el de especialistas que trabajan en el terreno, pero hay tres miembros fundamentales en todos los equipos enviados al terreno: un geomorfologista, un edafólogo y un experto en ecología vegetal. Para calcu-

lar la producción por meses-hombre profesionales habría que tener más informaciones.

Los estudios realizados en las zonas áridas permiten obtener muchas más informaciones, por una serie de razones: en muchos aspectos el terreno es menos diversificado y el acceso y el transporte son mucho más fáciles. En un estudio efectuado en la región árida de Australia que abarcó alrededor de 140.000 millas cuadradas los trabajos de campo demoraron dos temporadas. Si se duplicaran también los demás tipos de trabajo se obtendría una relación de 4.300 millas cuadradas por mes-equipos¹⁵.

Evidentemente el costo de un estudio »integrado« varía según su tipo y el grado de detalle de las informaciones recogidas y por ese motivo no resulta muy útil examinar sus costos. Sin embargo, hay que tener presente que el costo de un estudio integrado mínimo está lejos de ser insignificante, como puede apreciarse sumando los costos de los estudios realizados por separado. El total obtenido no es naturalmente demasiado elevado, porque la realización conjunta de los estudios permite hacer algunas economías, pero no diferirá tanto como para que se pueda rebatir la afirmación de que el costo de un »estudio global«, incluso en una escala muy pequeña no es insignificante¹⁶. Por ejemplo:

	dólares
Fotografía	4 por milla ²
Mapas topográficos 1:250.000 (intervalo de relieve de 20 metros)	22 por milla ²
Estudios geológicos regionales con mapas a 1:250.000	6 por milla ²
Estudio de suelos (nivel de reconocimiento 1:250.000)	25 por milla ²
Total	57 por milla ²

¹⁵Véase Christian y Stewart, *op. cit.*

¹⁶Uno de los geólogos que me formuló las críticas más útiles considera que son muy bajas las estimaciones del costo »típico« del levantamiento de mapas geológicos. Estima que a determinada escala es mucho más sencillo el levantamiento de inventarios de suelos que el de mapas geológicos porque éste incluye, además de la composición del material que se encuentra en la superficie, la composición, la estruc-

La cifra de 57 dólares por milla cuadrada no resulta exorbitante en relación con el valor de tierras que están siendo aprovechadas, pero puede serlo si las tierras no se aprovechan por dos razones: porque las inversiones que puedan hacerse en el futuro sobre la base de estas informaciones abarcarán sólo una zona pequeña de la región estudiada, y porque, como la información es a escala relativamente reducida, sólo podrá servir de orientación general para la selección burda de las regiones, y quizá como antecedente para buscar posibilidades de desarrollo. No estamos diciendo que nunca deban realizarse estudios de reconocimiento en pequeña escala, sino que no deben realizarse en las regiones sobre las cuales se tienen informaciones suficientes como para saber que hay pocas probabilidades de que esos estudios permitan descubrir oportunidades concretas de inversión con las cuales recuperar tanto los costos de la inversión posterior como los del estudio efectuado.

tura y la relación entre las edades de los materiales superticiales y los que están bajo la superficie y, cabría añadir, de los materiales que hace mucho tiempo han desaparecido de la superficie. En este caso debe definirse el grado de detalle y de exactitud que se desea lograr en los mapas de suelos y en los geológicos.

IV

Estado en que se encuentra la información sobre los recursos naturales en América Latina

Si se la compara con lo que podría llamarse una cobertura completa, la información que existe en América Latina sobre los recursos naturales es bastante limitada, especialmente en cuanto a detalle. Sin embargo, como se destacó en el capítulo 1, no es necesario disponer de informaciones completas para decidir si debe o no aprovecharse un recurso. El problema de la profundidad y la extensión de las informaciones que se desea reunir no podrá decidirse dando un simple porcentaje. Es necesario tener en cuenta otros elementos, como el hecho de que el recurso tenga ciertas características físicas adecuadas, y la capacidad de las instituciones para aprovechar las informaciones sobre esos recursos.

MÉTODOS FOTOGRAFICOS Y LEVANTAMIENTO DE MAPAS¹

Examinando la información sobre los recursos naturales de América Latina contenida en aerofotografías, mapas topográficos, mapas geológicos e inventarios de suelos confeccionados en distintas escalas, se puede apreciar

¹ Las principales fuentes en que se resume la cobertura de los mapas en América Latina son el *Annotated Index of Aerial Photographic Coverage and Mapping of Topography and Natural Resources*, publicado para los diversos países en 1964 o posteriormente por la Organización de los Estados Americanos; y los informes preparados por el Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola, *Inventory of Information Basic to the Planning of Agricultural Development in Latin America* (Washington: Unión Panamericana). Hay un volumen para cada país y un resumen.

Los *Annotated Indexes* se han publicado en los últimos cuatro años. Los *Inventories* contienen principalmente informaciones sobre el año 1962, aunque se han incluido algunas informaciones posteriores cuando se disponía de ellas al hacer su publicación. En este trabajo se usan principalmente los resúmenes sobre América Latina (1963), América Central (1965), Brasil (1964), Argentina (1963), México (1964) y Perú (1963).

Cabe señalar entre otras fuentes de información sobre América Latina las siguientes publicaciones: CEPAL, *Los recursos naturales de América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo, Add. 1: Los recursos minerales y Add. 5: Los suelos*, (E/CN.12/670); UNESCO y CEPAL, *The Soil Resources of Latin America*, presentado a la Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la

que es mayor la proporción de ellos a escala pequeña que a mediana o gran escala. El cuadro 8 da una clasificación por países según el tipo y la escala pero debe tenerse presente que los porcentajes que figuran en ese cuadro sólo son aproximados, ya que los materiales en que se basan fueron obtenidos de distintas fuentes y su presentación no es uniforme. La proporción de la superficie total que abarcan los mapas topográficos a mediana escala varía-mucho entre los países latinoamericanos, pero llega al 50 por ciento o más en la mayoría de los casos. Esa proporción es mucho menor en el caso de los mapas geológicos y aún más pequeña en el de los inventarios de suelos.

Sólo existen mapas topográficos a escala grande para una superficie relativamente pequeña, salvo en algunos países que han debido confeccionarlos porque los han necesitado por circunstancias especiales. Tanto los mapas geológicos como los mapas edafológicos a escala grande abarcan sólo una reducida superficie de América Latina.

La cobertura de los mapas en los países de América Latina es muy pequeña en comparación con los Estados Unidos, donde si bien abarcan una región muy amplia, la cobertura no es total. En los Estados Unidos en 1958 los mapas topográficos a escala de una pulgada por milla o a escala más grande (alrededor de 1:63.000 o más, que correspondería a los mapas a mediana y a gran escala indicados en el cuadro 8) cubrían el 51 por ciento del territorio; en 1966, el 73 por ciento; cabe prever que en 1970 la cobertura alcance al 86 por ciento y en 1976 sea total. Los mapas topográficos a escala 1:250.000 (clasificados en el cuadro entre los de pequeña escala) abarcan toda la superficie del país².

Tecnología al Desarrollo de América Latina (mimeografía, 1965); Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, *La cartografía en el Perú*, Lima, febrero de 1966.

²Véase *Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee*, 89th Cong., 2nd sess. (1966), Department of the Interior and Related Agencies Appropriations for Fiscal Year 1967, Part 1, pp. 577 y 578, y *Heavings Before Senate Appropriations Subcommittee*, 90th Cong., 1st. sess. (1967), Department of the Interior and Related Agencies Appropriations Fiscal Year 1968, p. 412.

Cuadro 8

AMÉRICA LATINA: PROPORCIÓN DE LA SUPERFICIE REPRESENTADA EN FOTOGRAFÍAS AERIAS Y EN MAPAS TOPOGRÁFICOS, GEOLÓGICOS Y EDAFOLÓGICOS

País	Fotografías aéreas			Mapas topográficos			Mapas geológicos			Mapas edafológicos		
	Escala ^a			Escala ^a			Escala ^a			Escala ^a		
	Peque- ña	Media- na	Gran- de	Peque- ña	Media- na	Gran- de	Peque- ña	Media- na	Gran- de	Peque- ña	Media- na	Gran- de
Argentina	65-70%	8-10%	1-2%	100%	50%	15-20%	65-70%	15-20%	1-2%	75%	4-6%	1-2%
Bolivia	70-75	*	*	100	2-4	1	3-4	45-50 ^b	4-5	--	1-2	*
Brasil	60-65	20-30	1	100	5-8	1	40-45	25-35	1	--	1	*
Colombia	75-80	15-20	2-4	2-3	45-60	28-32	45-50	15-20	3-4	15	2-3	*
Chile	75-80	20-25	4-5	100	40-50	15-20	100 ^c	4-6	1-2	8-10	1-5	*
Ecuador	40	10		100	10-12	6-8	100 ^c	4-5	*	10-12	1	*
Paraguay	45-55	1		100	8-10	*	100 ^c	4-5	*	--	--	--
Perú	70	5	1	45-55	14-16	1	100 ^c	8-12	*	4-4	1.6	*
Uruguay ^d	7-10	3-4	1-2	--	1-2	4-5	100	70-75	*	100	*	*
Venezuela	65-70	--	--	100	35-40	1	100	10-12	5	50	6-8	7-8
Costa Rica	90	7	1	100	30	25	100	5	4-5	10-12	4-6	*
El Salvador	100	60	--	100	100	5	100	15-20	4-5	100	25-30	1
Guatemala	100	--	--	100	40	10	100	40-50	*	100	--	*
Haití	100	4-6	4-6	100	100	70	100	100	2-3	100	5-8	--
Honduras	90	15-20	1	100 ^c	20-25	*	100	*	*	60	6-7	*
México	60	18	*	100	45-50	2-4	35-40	3-4	5-6	8	5	*
Nicaragua	90	20-25	4	100 ^c	30	1	100	3-5	*	35-40	*	*
Panamá	80	20-25	--	100	15-18	40-45	100	2-3	--	100	15-18	--
República Dominicana	100	15-20	3-4	100	50-55	15-20	100	20-22	40-45	0	*	1-3
América Latina ^e	36	10	1	60	18	20	95	2	0.1	6	3.5	0.5

FUENTE: Véase *supra*, p. 118, nota 1.

^a La definición de escala es la siguiente:

	Fotografías aéreas	Mapas		
		Topográficos	Geológicos	Suelos
Escala pequeña	<1:30.000	1:500.000 a	<1:250.000	1:500.000 a
Escala mediana	1:30.000	1:100.000	1:250.000	1:100.000
	a	1:100.000		a
Escala grande	1:10.000	1:50.000	1:50.000	1:25.000
	>1:10.000	>1:50.000	>1:50.000	>1:25.000

^b Esta superficie está representada principalmente en un mapa a escala de 1:250.000 levantado por el Ministerio de Minas y Petróleo de Bolivia, en 1955.

^c Escala: 1:1.000.000.

^d La totalidad del territorio se encuentra representado en mapas planimétricos a escala mediana y pequeña.

^e Los porcentajes correspondientes a América Latina en su conjunto no pueden compararse con los de cada país. Los primeros se obtuvieron del *Inventory of Information Basic to the Planning of Agricultural Development in Latin America, op. cit.*, e incluyen solamente los mapas de muy buena calidad disponibles. Los porcentajes indicados para los países fueron obtenidos en general de la OEA, *Annotated Index* e incluyen tanto mapas antiguos deficientes como mapas de muy buena calidad. En muchos casos la superficie representada se obtuvo de otras fuentes. Las estimaciones así obtenidas que figuran en este cuadro sólo son aproximadas debido a imprecisiones que contienen las descripciones verbales relativas a la cobertura de los mapas.

*Menos de 0,5%.

Una lista preparada por el Estudio Geológico de los Estados Unidos en 1967, que no está completa, indica cómo varía la cobertura de los mapas topográficos a escala de 1:63.000 entre distintas regiones y países³.

<i>País</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>País</i>	<i>Porcentaje</i>
URRS	100	Cuba	100
Reino Unido	100	India	90
Francia	100	España	95
Japón	100	Pakistán	75
Italia	100	Estados Unidos	74
Grecia	100	Finlandia	60
Suiza	100	Suecia	50
Noruega	100	América Central	50
Tailandia	100	Canadá	20
Dinamarca	100	Africa	20
Alemania Occ.	100	México	10
Bénelux	100	Sudamérica	10
Portugal	100	Australia	10
China (Taiwan)	100		

Asimismo los distintos porcentajes de la superficie que abarcan los mapas geológicos y los inventarios de suelos en América Latina, que figuran en el cuadro 8, se pueden comparar con las cifras correspondientes a los Estados Unidos. Según el Estudio Geológico, hasta 1966 se habían levantado mapas a escala de una milla por pulgada o más grandes⁴ del 20 por ciento de la superficie de los cuarenta y ocho estados contiguos, es decir, para una superficie más pequeña que la cubierta por los mapas

³*Hearings Before Subcommittee on Appropriations (House), Department of the Interior and Related Agencies Appropriations for 1968 (1967), p. 190.*

⁴*Hearings Before Senate Appropriations Subcommittee, 89th Cong., 2nd. sess. (1966), p. 621.*

topográficos. En los Estados Unidos existían a mediados de 1965 inventarios de los suelos correspondientes al 38 por ciento del territorio que se consideraba necesario estudiar detalladamente; esta cifra, más bien elevada, refleja un programa intenso que se está desarrollando desde hace tiempo. A pesar de eso, si se mantuviera el ritmo de levantamiento de mapas establecido para 1967, se necesitarían cincuenta y siete años para hacer el levantamiento total de la superficie respectiva⁵.

DENSIDAD DE PLUVIOMETROS Y FLUVIOMETROS

Los cuadros 9 y 10 permiten formarse una idea de la cantidad de información hidrológica disponible calculada sobre la base de la densidad de las estaciones pluviométricas y fluviométricas en veinte países.

Hay una gran variación en cuanto al número de estaciones-año por 1.000 kilómetros cuadrados, según puede apreciarse por el «coeficiente de cobertura» que figura en la última columna del cuadro 9. Dicho coeficiente es mucho más elevado en América Central y en el Caribe que en América del Sur y eso refleja en parte las dificultades de acceso a las regiones situadas en los Andes y en la cuenca del Amazonas.

El coeficiente es mucho menor en el caso de las estaciones fluviométricas que en el de las pluviométricas, como puede verse en el cuadro 10. Para formarse una idea de la densidad de las estaciones se puede comparar el índice correspondiente a México que es de 9.7 años de datos fluviométricos por 1.000 km², el más alto de América Latina, con el índice correspondiente a los Estados Unidos: 32.5 en otoño de 1966⁶.

⁵Véase *Hearings on Department of Agriculture Appropriations*, House Appropriations Subcommittee, 89th Cong., 2nd sess. (1966), Part 2, p. 677.

⁶La densidad en los Estados Unidos se calculó sobre la base de las informaciones reunidas para el estudio hidrológico suministradas por el Estudio Geológico. Se incluyeron Alaska y Hawai en el cálculo del número de años-estación y del número de estaciones, pero esas cifras representan una parte tan reducida del total que el efecto sobre el coeficiente calculado es insignificante. En el cálculo del coeficiente de cobertura se usó la superficie de los estados contiguos. Las informaciones

Cuadro 9

AMERICA LATINA: COBERTURA CON ESTACIONES PLUVIOMETRICAS, 1960

<i>País</i>	<i>Número de estaciones</i>	<i>Número medio de años sobre los cuales se dispone de datos</i>	<i>Densidad^a por 1.000 km²</i>	<i>Coefficiente de cobertura^b (años-estación por 1.000 km²)</i>
Argentina	3.613	24,1	1,3	31,33
Bolivia	200	19,8	0,19	3,76
Brasil	2.577	26,6	0,30	7,98
Colombia	510	9,8	0,60	5,88
Chile	479	19,0	0,65	12,35
Ecuador	86	7,6	0,33	2,51
Paraguay	--	--	--	--
Perú	993	4,0	0,8	3,2
Uruguay	547	--	2,92	--
Venezuela	1.016	11,0	0,11	12,21
Costa Rica	128	10,1	2,65	26,77
Cuba	188	24,0	1,64	39,36
El Salvador	95	16,1	4,75	76,48
Guatemala	149	19,0	1,37	26,03
Haití	100	--	3,60	--
Honduras	62	8,6	0,55	4,73

México	2.035	26,0	1,15	29,90
Nicaragua	60	26,0	0,41	10,66
Panamá	112	19,7	1,48	29,16
República Dominicana	208	20,8	4,27	88,82

FUENTES: CEPAL, "Los recursos hidroeléctricos en América Latina: su medición y aprovechamiento", *Boletín Económico de América Latina*, vol. VIII, n° 1, febrero de 1962; y *Los recursos hidráulicos del Perú* (E/CN.12/794), 1968.

^a1.000 km² equivalen a 386 millas², es decir, a un cuadrado cuyos lados tienen 19,6 millas de longitud.

^bEste coeficiente es el producto del promedio de los años sobre los cuales se dispone de cifras multiplicado por la densidad por km². Esta cifra sería igual al promedio de años-estación por 1.000 km² si se hubieran usado las siguientes definiciones:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Promedio de} \\ \text{años-estación que} \\ \text{abarcen los datos} \end{array} \right) \times \frac{\text{estación}}{\text{por 1.000 km}^2} = \frac{\sum \text{años-estación}}{N} \times \frac{N}{\text{Superficie total}} \cong \text{Años-estación por 1.000 km}^2$$

en 1.000 km²

Cuadro 10

AMERICA LATINA: COBERTURA CON ESTACIONES FLUVIOMETRICAS, 1960

País	Número de estaciones	Número medio de años sobre los cuales se dispone de datos	Densidad ^a por 1.000 km ²	Coefficiente de cobertura ^b (años estación por 1.000 km ²)
Argentina	537	26,0	0,2	5,2
Bolivia	85	8,7	0,08	0,7
Brasil	1.287	17,9	0,15	2,7
Colombia	227	7,0	0,20	1,4
Chile	260	13,0	0,30	3,9
Ecuador	18	4,0	0,10	0,4
Paraguay	--	--	--	--
Perú	216	12,3	0,17	2,1
Uruguay	--	--	--	--
Venezuela	248	8,0	0,3	2,4
Costa Rica	15	3,8	0,3	1,14
Cuba	26	--	0,22	--
El Salvador	41	2,6	2,05	5,33
Guatemala	8	9,0	0,07	0,63
Haití	29	--	1,05	--

Honduras	40	2,7	0,36	0,97
México	965	10,4	0,93	9,67
Nicaragua	16	13,0	0,11	1,43
Panamá	47	7,2	0,62	4,46
República Dominicana	10	--	0,21	--

FUENTES: Los datos sobre Bolivia, Colombia, Argentina, Chile, Ecuador y Venezuela se extrajeron de CEPAL, *Los recursos hidráulicos de América Latina*; III, *Bolivia y Colombia* (E/CN.12/695), 1964. Los datos sobre el Perú se obtuvieron de CEPAL, *Los Recursos hidráulicos del Perú* (E/CN.12/794), 1968, Los datos sobre otros países de América Latina se obtuvieron de CEPAL, "Los recursos hidroeléctricos en América Latina, su medición y aprovechamiento", *Boletín Económico de América Latina*, vol. VIII, N° 1, febrero de 1962.

^a Véase el cuadro 9, nota a.

^b Véase el cuadro 9, nota b.

CONCLUSIONES

¿Qué importancia tienen para los programas de información sobre los recursos naturales en diversos países los datos y las comparaciones sobre la cobertura? El hecho de que la densidad de las estaciones fluviométricas sea mucho menor en los países latinoamericanos que en los Estados Unidos ¿significa que deba hacerse un gran esfuerzo para elevar la densidad? El hecho de que la cobertura de los mapas edafológicos detallados sea muy reducida en casi todos los países latinoamericanos ¿significa que deba aumentarse diez o veinte veces el ritmo de levantamiento de inventarios de suelos?

Sea afirmativa o negativa la respuesta a estas preguntas (yo estimo que casi seguramente la respuesta es negativa), los coeficientes de cobertura en sí mismos comprenden una fracción muy pequeña de las informaciones necesarias para decidir si deben ampliarse las investigaciones de suelos, aumentar el número de estaciones fluviométricas, etc. Esos coeficientes sólo dan una idea general del estado en que se encuentra actualmente la información sobre recursos naturales, y esto en forma

relativas a los Estados Unidos parecen indicar que las mediciones vinculadas con el número de estaciones de aforo pueden tener poca importancia. La red del Estudio Geológico de los Estados Unidos tenía en 1966 8.500 estaciones activas de aforo de caudales, y otro tanto habían quedado fuera de servicio antes de 1966, todo lo cual contribuía al total de 250.000 estaciones-año que se registraban a la fecha. Las estaciones quedan fuera de servicio por una serie de razones: porque el lugar queda bajo el agua debido a la construcción de un embalse, porque se instalan en otro lugar, porque se han acumulado informaciones suficientes para adoptar determinada decisión, etc.

Cabe señalar que en los Estados Unidos hay muchas otras fuentes de datos sobre los caudales además de las que utiliza el Estudio Geológico, entre ellas los distritos de riego, las empresas municipales de agua potable y diversos organismos de los gobiernos estatales, como sin duda ocurre en los demás países.

Para algunos lectores será interesante conocer los costos de las estaciones de aforo en los Estados Unidos. En la cuenca del río Columbia (en el noroeste, en el Pacífico) el costo medio de construcción por estación de aforo era de 8.500 dólares; se supone que esta cifra corresponde al costo histórico. El costo anual de funcionamiento fluctúa alrededor de 1.400 a 2.000 dólares por estación. En la cuenca del río Delaware (en el este) el costo medio de construcción es de 3.100 dólares, y los costos anuales de funcionamiento fluctúan alrededor de 1.600 a 2.000 dólares anuales.

muy imperfecta. Como se expresa en el capítulo VI, para decidir si deben ampliarse o reducirse las actividades de recopilación de datos, evidentemente es necesario saber en qué estado se encuentran los estudios de suelos y otros similares. Quizá no resulte tan evidente que para poder tomar esa decisión sea necesario disponer además de otras informaciones. No se puede evitar hacer una evaluación —aunque sea en forma muy aproximada— de la rentabilidad de los gastos adicionales necesarios para obtener la información. Esa rentabilidad depende no sólo de las oportunidades físicas que dejará en descubierto una información más completa y adecuada, sino de la capacidad del país para aprovechar y aplicar esa información. Así, en un país donde existan grandes extensiones no explotadas que no se proyecta explotar durante muchos años, el hecho de que la información sobre los recursos naturales tenga una cobertura reducida no significa que sea necesario ampliar el programa de informaciones. Igualmente, cuando no se cuenta con el personal y la organización adecuados para aprovechar los recursos naturales, el país no se perjudica por la limitada cobertura de la información sobre los recursos. Será necesario avanzar simultáneamente, en ambos campos —el de la información y el de la administración— porque ambos tipos de inversiones son complementarias en esta etapa de desarrollo de un país.

Algunos autores sostienen que como los gastos para reunir información sobre los recursos naturales constituyen una forma de inversión, el ritmo con que se efectúan esos gastos debe guardar relación más bien con el ingreso nacional o la tasa de inversión de un país que con su superficie o alguna norma sobre la »densidad« de la información. Aún si pudiera calcularse esa relación, variaría mucho entre los distintos países puesto que no hay por qué esperar que la inversión o el ingreso reflejen con mucha exactitud las oportunidades de aumentar las inversiones en información sobre los recursos naturales. Esta afirmación es valedera para el conjunto de las informaciones sobre los recursos naturales y con mayor razón cuando se las toma por separado. Por consiguiente, cualquier principio simple que se aplique para orientar los gastos de inversión en información, como un porcentaje

uniforme del ingreso nacional, es demasiado burdo para prestar alguna utilidad. En cambio pueden prepararse pautas que orienten el gasto en información, su organización y los métodos que habrán de aplicarse de modo que puedan tomarse decisiones mucho más adecuadas en materia de gastos de inversión, aunque la estimación de la rentabilidad sea imprecisa. Los capítulos v y vi analizan estos dos aspectos que son básicos en la elaboración de cualquier programa de información sobre recursos naturales.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS ACTUALMENTE EN AMERICA LATINA CON RESPECTO A LA INFORMACION SOBRE RECURSOS NATURALES

Hasta ahora se ha examinado el *estado* en que se encuentra actualmente la información sobre recursos naturales en América Latina. La información disponible sobre la materia ha sido recopilada principalmente por la Comisión Económica para América Latina y la Organización de los Estados Americanos. Es mucho más difícil formarse una idea general de las actividades que se están desarrollando en los diversos campos de la información. En el mejor de los casos el material para formarse esa idea es incompleto y se encuentra disperso en diversos organismos e instituciones. No se ha logrado todavía centralizar y coordinar las distintas informaciones y clasificar las actividades mediante un sistema de definiciones uniformes pero por lo menos se han dado los primeros pasos. Desde finales de 1966 el Comité sobre Recursos Naturales Básicos del Instituto Panamericano de Geografía e Historia⁷ ha estado tratando de reunir informaciones sistemáticas y detalladas acerca de las actividades relacionadas con la información sobre recursos naturales. Mediante cuestionarios enviados a los organismos gubernamentales de cada uno de los países latinoamericanos y de las organizaciones internacionales que funcionan en América Latina se están reuniendo informaciones sobre el tipo, el ritmo, la ubicación, el financia-

⁷Las actividades de este Comité, que forma parte de la Comisión de Geografía, se iniciaron bajo la presencia del profesor Reynaldo Bórgel O., de la Universidad de Chile.

miento y la organización de las actividades que producen información. Este estudio exhaustivo permitirá formarse una idea mucho más exacta de las actividades públicas desarrolladas en América Latina en materia de información, pero no incluye las actividades privadas destinadas a acrecentar el acervo de conocimientos sobre los recursos naturales.

Entretanto, es fácil obtener informaciones sobre algunos aspectos de los proyectos relacionados con la información sobre recursos naturales que han sido financiados por el Fondo Especial de las Naciones Unidas y por los gobiernos de los respectivos países. Desde su creación en 1959, el Fondo Especial ha colaborado en muchos de esos proyectos, algunos de los cuales han sido de investigación y otros de evaluación de proyectos. Por lo general suele designarse como organismo de ejecución alguna unidad de las Naciones Unidas, que puede ser la División de Recursos Naturales y Transporte, del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales⁸, o alguna otra de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los proyectos son administrados generalmente en forma conjunta por personal internacional y nacional.

Los proyectos del Fondo Especial se han agrupado en el cuadro 11 y en él se indican asimismo la fuente de los fondos, el tamaño medio del proyecto y el plazo medio de ejecución en que se encuentran los proyectos.

A las investigaciones de suelos les ha correspondido sólo el 3 por ciento del total gastado en tanto que a los estudios mineros y forestales les correspondió el 40 por ciento. Sería útil examinar detenidamente cuán eficiente ha sido esta distribución de los fondos. Un factor importante en esa evaluación sería examinar oportunidades de inversión fuera de estos proyectos, pero relacionadas con ellos. Debe recordarse que en todo momento se están desarrollando otras actividades, no financiadas por las

⁸Véase «La experiencia recogida en las actividades de las Naciones Unidas en América Latina en cuanto a recursos naturales por la División de Recursos Naturales y Transportes del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas» (UNESCO/CASTALA/2.1.8, París, 13 de agosto de 1965) donde figura una descripción de las actividades de esta unidad.

Naciones Unidas, y por ese motivo quizá el aparente desequilibrio en las de las Naciones Unidas desaparezca en un contexto más amplio.

Cuadro 11

AMERICA LATINA: PROYECTOS DEL FONDO ESPECIAL
RELACIONADOS CON LOS RECURSOS NATURALES,
CLASIFICADOS POR TIPOS

Tipo	Fondos		Gasto	Duración
	proporcionados por las Naciones Unidas (millones de dólares)	el gobierno patrocinante de (millones de dólares)	medio por proyecto (millones de dólares)	media (años)
Silvicultura	11,0	14,6	2,13	4,4
Minería	13,1	10,9	1,50	2,7
Pesca	5,5	9,2	3,68	4,8
Suelos	1,7	2,4	1,70	2,2
Meteorología e hidro- logía	8,1	7,7	2,63	4,5
Riego	5,8	9,4	2,16	3,7
Recursos hidrológicos	8,0	6,4	1,20	2,5
Otros	5,9	4,7	1,51	2,2
Total	59,1	65,3	1,86	3,3

Para dar una idea más completa del tipo de trabajo realizado, los proyectos resumidos en el cuadro 11 figuran separadamente en el cuadro 12, en el cual se hace además una breve descripción del proyecto, su fuente y monto financiero, el número de años-hombre correspondiente a las Naciones Unidas, la fecha autorizada de iniciación, y la duración proyectada. En algunos casos se pudo calcular el costo por unidad de superficie. Estas cifras no son muy útiles para el público en general, porque no se aplican a un artículo estandarizado y no pueden combinarse para calcular un promedio de costo significativo. Además algunos de los proyectos para los cuales se calculó esa cifra contienen elementos que no están relacionados con la superficie, por lo que no queda muy en claro el significado de una cifra sobre el costo por kilómetro cuadrado, pero esa cifra podrá ser útil a las personas familiarizadas con los resultados de determinados proyectos.

Cuadro 12

PROYECTOS DEL FONDO ESPECIAL EN AMERICA LATINA

País	Objeto	Fondos proporcionados, por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>ESTUDIOS FORESTALES</i>						
Chile	Establecer un instituto de capacitación e investigación en materia de industrias forestales	1.268	900	- -	44	agosto 1961 4
Paraguay	Efectuar un inventario forestal en una superficie de 30.000 km ² , preparar planes de aprovechamiento de bosques	1.037	422	48,6	22	no se obtuvo 5
Honduras	Efectuar un inventario forestal en una superficie de 7.000 km ²	422	580	143,0	9	enero 1962 3 3/4
México	Colaborar en el estudio de los recursos forestales de México y estudiar los métodos para realizar inventarios en los bosques tropicales	418	1.044	- -	no se obtuvo	mayo 1961 4
México	Fortalecer el Instituto Nacional de Investigación Forestal para que pudiera colaborar en la formulación y elaboración de un plan forestal	1.685	6.000	- -	36	no se obtuvo 6
Panamá	Efectuar un inventario detallado de una zona de 2.000 km ² (abarcaría el levantamiento de fotografías aéreas, mapas topográficos y de vegetación)	883	525	704,0	no se obtuvo	no se obtuvo 4

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>(miles de dólares)</i>						
ESTUDIOS FORESTALES (cont.)						
Venezuela	Realizar un estudio de los recursos forestales en una zona de 25.000 km ² a fin de preparar un plan de desarrollo de la industria forestal	599	1.123	68,9	14	diciembre 1963 4
Nicaragua	Realizar un estudio de los recursos agrícolas y forestales en una región piloto de 2.000 km ² y preparar un plan de desarrollo para la región de Pto. Cabezas-río Coco	852	439	645,5	25	enero 1963 4
Colombia	Efectuar un estudio de algunos bosques situados en el valle del Magdalena, preparar un plan de desarrollo forestal y establecer un centro de investigación y demostración	937	1.140	- -	25	junio 1964 4
Ecuador	Realizar una investigación forestal en algunas regiones a fin de preparar un plan de desarrollo forestal; el proyecto abarca una superficie de 10.000 km ²	826	895	172,1	19	noviembre 1963 5
Guatemala	Efectuar un estudio forestal en una región de 13.000 km ² para elaborar un plan de desarrollo de las industrias forestales	767	893	127,8	18	agosto 1963 5

Guyana	Ayudar al gobierno a determinar la extensión y la composición de los bosques accesibles, y buscar métodos adecuados de extracción, elaboración y comercialización de los productos forestales	1.308	685	--	34	no se obtuvo 4
		<hr/> 11.002	<hr/> 14.646			

INVESTIGACIONES MINERAS

Guatemala	Estimar el potencial minero de dos regiones de 20.000 km ²	801	469	63,5	17	marzo 1966 3
Chile	Efectuar investigaciones intensivas en el terreno para estimar el potencial minero de regiones que parecen tener posibilidades	1.161	610	no se obtuvo	13	no se obtuvo 2 1/2
Nicaragua	Efectuar investigaciones intensivas de una región de 18.000 km ² a fin de estimar su potencial minero	739	355	60,8	11	agosto 1963 2 1/2
Panamá	Estimar el potencial minero de la península de Azuelo y su prolongación hacia el norte en una extensión de 21.000 km ²	823	546	65,2	14	octubre 1965 3
México	Reunir informaciones geológicas y económicas en una región de 59.000 km ² en que habría yacimientos de hierro; acelerar la formación técnica del personal en materia de técnicas de explotación minera	897	1.850	46,6	no se obtuvo	julio 1962 3

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>INVESTIGACIONES MINERAS (cont.)</i>						
Ecuador	Investigar los yacimientos de minerales metálicos y no metálicos en una zona de 20.000 km ² y ampliar el Departamento Nacional de Geología	820	572	69,6	18	diciembre 1964 3 1/2
Bolivia	Realizar demostraciones experimentales en materia de prospección y producción de petróleo, efectuar investigaciones complementarias y capacitar personal técnico	795	645	no se obtuvo	18	no se obtuvo 3
Bolivia	Colaborar en el perfeccionamiento de la producción de oro en la zona de Tipuani, mediante el mejoramiento de las técnicas de extracción y la investigación de nuevas reservas	787	418	no se obtuvo	16	no se obtuvo 4
Chile	Estimar la viabilidad técnica y económica de la explotación de minerales en una zona de 30.000 km ² en la provincia de Coquimbo	507	298	26,8	16	abril 1964 2
El Salvador	Estudiar los recursos mineros de algunas regiones (6.500 km ²) y enseñar el uso de técnicas modernas a los profesionales del Servicio Geológico Nacional	591	342	143,5	13	no se obtuvo 3

Argentina	Efectuar levantamientos aéreos y terrestres en una región cordillerana para estimar su potencial minero; se hará una investigación detenida de una zona de 50.000 km ²	1.167
Argentina	Reunir, mediante investigaciones geofísicas y perforaciones, informaciones sobre el potencial minero de los yacimientos de cobre porfídico en las provincias de Mendoza y Neuquén. el proyecto abarca una superficie total de 14.000 km ²	1.158
Guyana	Investigaciones intensivas en el terreno para verificar las posibilidades descubiertas por investigaciones aéreas previas y ejecutar estudios geofísicos aéreos complementarios	1.036
Colombia	Estudiar las posibilidades de explorar los yacimientos de carbón en el valle de Cauca	217
Bolivia	Estudiar intensivamente una zona de 40.000 km ² ubicada al sur de Cochabamba	922
Guyana	Mediante levantamientos geofísicos aéreos de las regiones que ofrecen perspectivas para la minería, determinar las zonas más pequeñas en que se harán investigaciones en el terreno; el proyecto abarca una superficie de 6.000 km ²	641

1.244	48,2	28	octubre 1963 3 1/2
956	151,0	9	no se obtuvo 1 1/2
1.077	no se obtuvo	18	no se obtuvo 3
120	no se obtuvo	no se obtuvo	febrero 1963 3/4
685	40,2	19	noviembre 1961 4
<u>700</u>	223,5	no se obtuvo	junio 1962 3
10.887			

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autotización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>ESTUDIOS DE PESCA</i>						
Perú	Colaborar en el desarrollo de la industria pesquera mediante un estudio de los cardúmenes de anchovetas y el estudio de nuevos recursos	855	2.110	--	24	no se obtuvo 4
América Central	Colaborar en el robustecimiento de la administración de la industria pesquera, en el perfeccionamiento de diversas industrias pesqueras y de su administración, en el mejoramiento de los sistemas de elaboración y de comercialización, y en la realización de estudios sobre las posibilidades de pesca en alta mar	1.829	2.170	--	49	septiembre 1965 6
Venezuela	Ayudar en el mejoramiento de la industria pesquera por intermedio de estudios, investigaciones y el uso de sistemas experimentales de captura	1.340	4.145	--	40	no se obtuvo 5
El Caribe	Contribuir al desarrollo de la industria pesquera del Caribe mediante la aplicación de sistemas de exploración pesquera, demostraciones y formación de profesionales	1.448	773	--	39	agosto 1965 4
		5.472	9.198			

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS

Chile	El proyecto consta de cuatro partes: a) estudio detallado de una zona de alrededor de 10.000 km ² , b) estudios de fertilidad de los suelos, c) investi- gaciones relacionadas con los suelos y su capacidad productiva, d) capaci- tación de personal	815	1.688	250,3	22	--
Colombia	Estudiar los suelos de la parte norte (168.884 km ²) de los Llanos Orientales para determinar la capacidad de uso de la tierra y las posibilidades de uso de la tierra en la zona	371	318	4,1	no se obtuvo	octubre 1960 3 3/4
Guyana	Colaborar en la realización de un estu- dio de suelos en algunas zonas de la costa y de otras regiones en Guyana; el proyecto abarca una superficie de 4.000 km ²	491	388	219,8	21	diciembre 1960 3
		<u>1.677</u>	<u>2.394</u>			

ESTUDIOS METEOROLOGICOS E HIDROLOGICOS

América Central y Panamá	Establecer una red regional muy comple- ta formada por 870 estaciones hidrome- teorológicas y 270 estaciones hidromé- tricas	2.915	3.257	--	20	no se obtuvo 5
Ecuador	Ampliar los servicios meteorológicos e hidrológicos que existen en el país	406	797	--	no se obtuvo	julio 1960 4

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		les Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>ESTUDIOS METEOROLOGICOS E HIDROLOGICOS (cont.)</i>						
Brasil	Modernizar los métodos empleados para los pronósticos meteorológicos y de crecidas y capacitar técnicos para que se hagan cargo de la ampliación de los servicios meteorológicos en el nordeste	1.087	727	--	11	no se obtuvo 4 1/2
El Caribe	Mejorar la red meteorológica del Caribe y establecer un instituto regional de capacitación e investigación	1.622	818	--	20	no se obtuvo 4
Chile	Ampliar y perfeccionar la red actual de estaciones hidrométricas e hidrometeorológicas	613	1.200	--	no se obtuvo	julio 1960 4 1/2
Brasil	Obtener informaciones hidrológicas regulares sobre la cuenca superior del río Paraguay e investigar el comportamiento del sistema hidráulico del Pantanal y su influencia sobre el régimen del río Paraguay	1.506	880	--	28	no se obtuvo 5
		8.149	7.679			

ESTUDIOS DE RIEGO

Perú	Realizar estudios técnicos y económicos sobre el riego en la Pampa de Olmos; superficie 75.000 km ²	786	967	23,4	22	diciembre 1962 3
Perú	Efectuar estudios técnicos y económicos sobre la agricultura y el riego en la cuenca del río Huara	808	920	no se obtuvo	23	no se obtuvo 3
Argentina	Estudiar los recursos de tierra y agua para fines de riego; los estudios abarcarán toda la zona del valle del Viedma (80.000 km ²)	762	624	17,3	19	julio 1963 4
Panamá	Realizar estudios de viabilidad para el proyecto de riego en la cuenca del río La Villa, que abarcan una zona de más de 10.000 ha	970	782	--	23	no se obtuvo 5
Haití	Estudiar las aguas subterráneas y las aguas superficiales utilizables para el riego y efectuar pruebas y demostraciones sobre la agricultura de riego en la llanura de Gonaives	666	470	no se obtuvo	16	noviembre 1963 3
Brasil	Determinar la viabilidad física y económica de introducir el riego en gran escala en la cuenca media e inferior del río San Francisco; el proyecto abarca una zona de 60.000 km ² (en su primera etapa)	974	990	32,8	no se obtuvo	no se obtuvo 5

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
<i>(miles de dólares)</i>						
ESTUDIOS DE RIEGO (cont.)						
Brasil	Estudio de la cuenca del río San Francisco (segunda etapa), colaborar en la instalación de dos sistemas experimentales de riego sobre la base de los estudios preliminares (realizados en la primera etapa) que están casi terminados	865	4.640	no se obtuvo	16	no se obtuvo 3
		5.831	9.393			
ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA						
El Salvador	Estimar la cantidad de agua disponible en la zona metropolitana de San Salvador y crear un servicio para el aprovechamiento de las aguas subterráneas; el proyecto abarca una superficie de 600 km ²	686	743	--	17	octubre 1965 3 1/2
El Salvador	Evaluar el potencial de agua subterránea del valle del río Grande Inferior de San Miguel	348	563	--	--	abril 1961 2 3/4

ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA (cont.)

Argentina	Investigar y evaluar los recursos de aguas subterráneas en las zonas áridas y semiáridas de la Argentina, y capacitar personal local en el uso de técnicas modernas; el proyecto abarca una zona de 20.000 km ²	674	650	66,3	17	febrero 1965 4
Panamá	Efectuar un estudio de preinversión de los recursos de agua para la generación de energía hidroeléctrica y para el riego en las cuencas del Chiriqui y del Chico	419	91	--	2	noviembre 1963 2
República Dominicana	Efectuar estudios de viabilidad en relación con la generación de energía hidroeléctrica y el riego en las cuencas del Yaque del Norte y del Yaque del Sur.	1.292	1.589	--	no se obtuvo	octubre 1965 2
Guatemala	Colaborar en el estudio de los recursos hidráulicos del país para fines de electrificación y de riego	634	250	--	no se obtuvo	agosto 1961 2
Jamaica	Estimar las posibilidades de aprovechar el agua subterránea y superficial para el riego	810	344	--	10	abril 1965 3
Ecuador	Realizar estudios hidrológicos de los ríos principales de la provincia Manabí y estudiar su posible aprovechamiento para la agricultura, e investigar la existencia de aguas subterráneas en los valles de Manabí Central	488	253	--	9	octubre 1962 2

Cuadro 12 (continuación)

País	Objeto	Fondos proporcionados por		Costo por km ² (dólares)	Años-hombre de las Naciones Unidas	Autorización para iniciar su ejecución (fecha) y duración del proyecto (años)
		las Naciones Unidas	el gobierno patrocinante			
		(miles de dólares)				
ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA (cont.)						
Venezuela	Colaborar en la realización de estudios agrícolas en las cuencas de dos ríos proporcionando expertos, becas, equipo y servicios contractuales	799	1.000	--	25	agosto 1962 3 1/2
Guyana	Hacer un estudio comparativo de los métodos optativos que pueden aplicarse para aumentar el suministro de energía eléctrica a fin de atender la creciente demanda	876	292	--	3	mayo 1966 2
Argentina	Definir las tendencias probables de la demanda de energía en los diversos sistemas de la Argentina en el decenio siguiente y estimar diferentes configuraciones de la oferta.	250	50	--	no se obtuvo	septiembre 1959 1/2
Brasil	Colaborar en el estudio de un proyecto hidrológico y estimar la disponibilidad de recursos para la generación de energía hidroeléctrica en el estado de Minas Gerais	753	560	--	no se obtuvo	octubre 1962 3
		8.009	6.385			
OTROS TIPOS DE ESTUDIOS						
México	Estudios de viabilidad para el desarrollo del estado de Oaxaca	693	750	--	24	no se obtuvo 2

Argentina	Realizar un estudio sobre las condiciones físicas y socioeconómicas que influyen en el desarrollo de la región de Comahue	573	700	- -	15	no se obtuvo 2
Paraguay	Realizar un plan caminero para incorporar las regiones en el sur del Paraguay que ofrecen las mejores perspectivas de desarrollo agrícola	392	140	- -	no se obtuvo	mayo 1964 2
Perú	Determinar las regiones adecuadas para la colonización o el reasentamiento, las modalidades agrícolas adecuadas en cada caso, y capacitar personal local para realizar estos estudios	183	- -	- -	no se obtuvo	marzo 1961 2
Chile	Investigar los recursos geotérmicos del norte de Chile; el proyecto abarca una región de 108.000 km ²	1.648	1.012	24,6	9	no se obtuvo 3 1/2
El Salvador	Investigar y evaluar las posibilidades que ofrece la energía geotérmica para la generación de energía eléctrica en una región de 250.000 km ²	996	479	5.900,0	5	enero 1966 2 1/2
Perú	Efectuar un estudio general de las cuencas de los ríos Huallaga Central, Chiriyacu Nievas para preparar un plan de desarrollo general	1.377	1.600	- -	40	septiembre 1965 4
		<u>5.859</u>	<u>4.681</u>			

FUENTES: Las cifras que figuran en las columnas "Fondos proporcionados por" y "Años hombre" fueron extraídas directamente de las "Recomendaciones del Director General" que figuran en los proyectos preparados por las Naciones Unidas. Las fechas fueron tomadas del "Estado de los proyectos del Sector Fondo Especial" correspondiente a junio de 1966, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Programación de los gastos en información sobre los recursos naturales

La información, como otros insumos, cuesta dinero. Con más información se puede incrementar la rentabilidad de las inversiones en proyectos de explotación de los recursos naturales. Este incremento de la rentabilidad se logra de distintas maneras, tal vez evitando la inversión agrícola cuando el clima es inadecuado o proyectando presas, puentes y obras de riego que se ajustan mejor a las verdaderas características del lugar.

El rendimiento de la información no se eleva indefinidamente, sino que disminuye a medida que se acumulan más y más datos respecto a una oportunidad de inversión; en otras palabras, se comporta en la misma forma que el rendimiento de cualquier otro insumo: más allá de un punto dado se eleva con ritmo cada vez menor. El problema estriba en decidir hasta dónde debe llegarse pasado ese punto. Es posible hacer acopio de tanta información que la adicional no eleve en absoluto la rentabilidad total.

Puesto que el gasto en información está sujeto a la ley de los rendimientos decrecientes, es posible gastar demasiado en ella. Evidentemente, la meta debería ser aumentar el gasto en información hasta el punto en que el rendimiento adicional generado compense el costo de la información, pero no más allá. En este capítulo se analizarán algunas consideraciones sobre este problema, con ejemplos de complejidad creciente, cuyas ideas principales se expondrán primero en forma no técnica en beneficio de los lectores que no son economistas.

Hay dos tipos de información sobre recursos naturales. Un tipo solamente se puede recolectar con el transcurso del tiempo cuando no existen registros anteriores (datos sobre caudales y climatología, por ejemplo); el otro es más independiente del tiempo (por ejemplo, datos edafológicos obtenidos en exámenes sucesivos de los suelos). Por el momento nos centraremos en el primer tipo de información. Si ésta no existe cuando la necesitamos, tendremos que esperar para obtenerla. Si deseamos tener-

la cuando la necesitemos, tendremos que prever esta necesidad generalmente con muchos años de anticipación.

Consideremos lo que sucedería en muchos casos en que han de construirse presas para riego en ubicaciones similares, sin que en el momento de decidir la construcción de cada una se tengan datos sobre el agua disponible. La única manera de averiguar la cantidad de agua disponible es esperar que la naturaleza actúe. ¿Pero cuánto deberemos esperar? Como el caudal varía de un año a otro, si esperamos poco tiempo, nuestra estimación del caudal futuro en un período largo puede ser muy equivocada, simplemente porque los próximos años que se consideren quizás sean desusadamente lluviosos o secos. No hay manera alguna de determinar si una muestra de tres años, por ejemplo, es excepcional o no, pero podemos estar seguros de que las estimaciones a largo plazo del caudal hechas sobre la base de un gran número de muestras quinquenales se aproximarán más al valor real que las estimaciones basadas en un gran número de muestras trienales.

Consideremos ahora lo que sucede con la corriente de entradas anuales¹, deducidos los gastos, cuando la estimación en que se basa el diseño de la presa es errónea. Si se subestima mucho el caudal, el proyecto será demasiado pequeño y las entradas serán más bajas que con un proyecto concebido para aprovechar plenamente el agua disponible; además pueden producirse daños por caudales ocasionalmente altos. De otro lado, una sobrestimación del agua disponible llevará a construir obras que no se aprovecharán plenamente. Para contar con una estimación más exacta del agua disponible es necesario esperar a que se acumule una muestra más grande de datos. Pero la espera trae consigo dos tipos de costos. Primero, si bien la naturaleza desempeña su papel sin exigirnos desembolso, un registro cuantitativo de esta función cuesta dinero, ya que se necesita equipo y personal que tome nota del comportamiento de las corrientes.

¹En algunos casos las entradas deben considerarse beneficios (en términos monetarios) por los cuales en realidad no se hacen pagos.

Segundo, el terreno de la presa es sólo la parte más visible de lo que debe considerarse como un capital (natural) que puede dar beneficios a la sociedad cuando se combina con los bienes de capital fabricados por el hombre. Si nos sentamos a esperar que se reúnan más datos, se estará postergando la corriente de ingresos netos potenciales de este lugar, de este capital natural.

En conclusión, sólo se debe esperar otro año para reunir más datos cuando el incremento de valor de los ingresos netos debido a un diseño mejor compense con creces el costo de recolectar otro año de datos y de posponer la corriente de ingresos netos.

Para hacer esta comparación necesitamos una forma de expresar el valor de la corriente de ingresos netos como una sola cifra asociada a una fecha dada. Es decir, necesitamos un método para comparar sumas de dinero percibidas o pagadas en diferentes fechas, ya que las entradas y gastos anuales de un proyecto se distribuyen a lo largo de toda la vida del proyecto, aunque, como es natural, una gran parte de los gastos se efectúa en la etapa de construcción. El método apropiado para hacer esta comparación se llama actualización y se examina con algún detalle en el anexo al capítulo 1. El hecho básico es que los fondos invertidos para producir capital real pueden obtener un rendimiento real por encima de la suma invertida inicialmente. Este rendimiento se expresa en tipos de interés o tasas de actualización (descuento). Así, si 100 dólares invertidos en cierta actividad económica valdrán 120 dólares un año después, el tipo de interés es de $\frac{120}{100} - 1 = 0.20$, o sea, de 20 por ciento anual. Si los 120 dólares se dejaran otro año en esa actividad, al cabo del año valdrían $144 = 120 + 0.20(120) = [100(1 + 0.20)](1 + 0.20) = 100(1 + 0.20)^2$.

Para comparar 144 dólares recibidos a fines de 1970, por ejemplo, con una suma recibida dos años antes, podemos «actualizar» los 144 a la fecha anterior invirtiendo el procedimiento «acumulador» del párrafo precedente. Así, en 1968 los 144 dólares de 1970 valdrían

$$\frac{144}{(1 + 0.20)^2} = 100$$

Volvamos ahora a nuestro problema. Supongamos que si se construye un gran número de proyectos similares cuyo diseño se basa en una muestra de cinco años de datos, el valor medio de los proyectos con la corriente de ingresos netos actualizados a la fecha de la construcción (digamos el 1° de enero de 1969) es de 100. Si en estos casos esperamos un año más para obtener datos, se pierde la oportunidad de iniciar la corriente de ingresos el 1° de enero de 1969. ¿Cuál es el valor de esta oportunidad perdida al 1° de enero de 1970? Simplemente $100(1 + 0.20) = 120$ dólares si la tasa de actualización adecuada es de 20 por ciento.

¿Qué otra cosa se pierde con la espera? Los productos que hubieran podido producirse y consumirse o invertirse con el dinero usado para recolectar los datos del año adicional, digamos 3 dólares.

Ahora estamos en condiciones de decidir si esperamos o no. El valor del proyecto con el año adicional de datos es, digamos, de 127 dólares al 1° de enero de 1970. Debemos preguntarnos si este valor es mayor que el valor de las oportunidades perdidas: $127 > 120 + 3$.

La respuesta es sí, y debemos esperar otro año. Si expresamos la desigualdad anterior en términos generales, nos preguntamos sí:

$$V_{70} > (1+r)V_{69} + k$$

o

$$(V_{70} - V_{69}) > rV_{69} + k$$

Esto quiere decir que sólo es dable esperar otro año para obtener más datos si el aumento del valor del proyecto desde la fecha de construcción es mayor que el interés sobre el valor en la fecha anterior, más el costo de recopilar otro año de datos.

A diferencia del caso anterior, supongamos ahora que se puede prever el momento de la construcción del proyecto. ¿Con cuánta anticipación deberemos iniciar la recolección de datos? No se trata aquí de posponer la iniciación de la corriente de ingresos netos comenzando a recolectar datos un año antes, sino de que el incremento del valor de la corriente de ingresos netos sea por

lo menos igual al costo de comenzar a recolectar datos un año antes, digamos, k dólares acumulados a la tasa de actualización a la fecha de construcción. Esto es, el incremento del valor medio de los proyectos con seis años de datos, por ejemplo, debe ser mayor que con cinco años, por lo menos en $k(1+r)^6$. En términos generales, si comenzar la recolección de datos un año antes significa llegar al año n antes de la fecha de construcción, el aumento en el valor del proyecto debe ser por lo menos igual a $k(1+r)^n$.

En estos dos casos, el programa de recolección de datos sólo debería emprenderse si el programa de duración óptimo produce un superávit después de tomar en cuenta todos los costos de recolección de datos acumulados a la tasa de actualización a la fecha de construcción. Por ejemplo, puede suceder que la extensión del programa de cuatro a cinco años aumente el valor del proyecto lo suficiente como para cubrir el costo del quinto año de datos, pero siendo el costo de los cinco años de datos más grande que el valor del proyecto.

Muchos de los datos sobre recursos naturales no están vinculados rígidamente al transcurso del tiempo, pero los factores básicos que determinan la cantidad de esta información que debe generarse y la oportunidad en que debe generarse son los mismos, con el agregado de que su costo depende en parte del ritmo con que se genere. Como obtener información toma tiempo, conviene comparar el incremento del valor del proyecto derivado de la información adicional, con el costo acumulativo de obtener dicha información, sumado a todo costo por concepto de intereses que derive de la demora en iniciar la corriente neta de ingresos del proyecto.

Hay dos tipos de información que no dependen rígidamente del transcurso del tiempo. El primero abarca la información relacionada con el emplazamiento del proyecto: por ejemplo, datos sobre las características del terreno en que se ubicará una presa. En estos casos el problema de determinar la cantidad de información de diferentes tipos que se necesitará no es muy difícil. Con una cantidad inferior a la «normal» se corre el riesgo de incurrir en graves pérdidas (por ejemplo, riesgos de fallas estruc-

turales); más allá de un punto bastante definido, la información adicional no ayudará a mejorar el diseño ni la explotación. Por lo tanto, el problema consiste en evitar la generación prematura de datos y ajustar el ritmo del trabajo para minimizar su costo actualizado.

El segundo tipo de información que no depende rígidamente del transcurso del tiempo es el que se usa como parte de un proceso de selección, por ejemplo para descubrir minerales. En las primeras etapas de exploración de un lugar que no se ha investigado antes, la información debe ayudar a eliminar zonas (provisionalmente, por supuesto) y a seleccionar otras que merecen investigaciones más intensivas. Una vez tomada la decisión de efectuar un estudio de esta índole, hay gran libertad para planear las operaciones de manera que se minimice el costo actualizado, pero la decisión de emprender o no el estudio plantea serias dificultades. La importancia dada antes a la fecha en que se hace el gasto, reflejada en el proceso de actualización, es válida también para los estudios extensivos. Si éstos se emprenden prematuramente, los costos aumentan mucho, por el interés sobre los desembolsos. Si el tipo de interés es de 10 por ciento anual, 100 dólares gastados hoy equivalen a 259 dólares de diez años después. La existencia de buenas oportunidades de inversión hace que resulte muy caro —en términos de producto real sacrificado— malgastar dinero invirtiéndolo en bienes de capital, incluida la información, que no dan rendimientos o cuyos servicios sólo se utilizarán mucho después.

Habiendo resumido así las ideas principales del capítulo, procederemos a un análisis más detallado y técnico de ellas. Si el lector estima que este análisis le quitara mucho tiempo, puede retomar el hilo del argumento general más adelante en la página 167.

INFORMACION VINCULADA AL TRANSCURSO DEL TIEMPO

Información que se recolecta después de percibirse la existencia de una oportunidad de inversión

El primer problema que cabe considerar se refiere al tipo de información que sólo se puede obtener con el trans-

curso del tiempo, como los aforos del caudal de los ríos y los datos climáticos, pese a que se pueden conocer algunos aspectos de un río estudiando detenidamente la vegetación ribereña y otros objetos en los cuales el comportamiento del río puede haber dejado rastros².

Algunas variables climáticas, en especial la precipitación, dejan señales en la vegetación más permanente, como los árboles; el estudio de estos fenómenos puede complementar y acrecentar los datos recolectados en forma convencional. Los registros históricos no sistemáticos anteriores al programa de recolección de datos pueden proporcionar información útil acerca de variables como la frecuencia y severidad de las crecidas. Tal vez sea posible ampliar los datos registrados en algunos lugares acompañándolos con los datos sobre otros lugares con registros más largos³.

Sin embargo, los datos sobre las corrientes de agua y el clima dependen principalmente de registros que sólo pueden acrecentarse con los fenómenos que se van produciendo con el tiempo.

El otro tipo de información puede obtenerse con mayor independencia del tiempo transcurrido: inventarios forestales, características de un depósito mineral, características de los suelos, características físicas de la ubicación de una presa, etc. El costo de recolectar esta información se halla menos estrechamente ligado al transcurso del tiempo, pero no es totalmente independiente de él. Posteriormente se verá que lo dicho para la información dependiente del transcurso del tiempo (por ejemplo, el aforo del caudal de los ríos) se aplica también a información menos dependiente de este factor, como la que proporcionan los estudios de suelos.

²Véase, por ejemplo, Estudio Geológico de los Estados Unidos, *Botanical evidence of floods and flood-plain deposition*, Professional Paper 485-A, Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, 1964.

³Véase, por ejemplo, Naciones Unidas, Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente y Organización Meteorológica Mundial, *Hydrologic Networks and Methods*, Flood Control Series n° 15, Bangkok, 1960 (Actas del Interregional Seminar on Hydrological Networks and Methods, realizado en Bangkok, Tailandia, del 14 al 27 de julio de 1959).

Consideremos ahora, en calidad de ejemplo, la tarea que confronta un gran organismo gubernamental que se ocupa del riego. Con frecuencia debe planear proyectos similares para emplazamientos semejantes que no tienen una hidrología uniforme. Supongamos que cada vez que se presenta una oportunidad de inversión, este organismo se encuentra con que no dispone de datos respecto al caudal⁴. Supongamos que existe una sola manera de obtener aforos de caudales: esperar que pasen los años para ir registrando las variaciones del caudal. ¿Cuántos años deben transcurrir antes de iniciar la construcción? Si este tipo de proyecto se construye después de recolectar datos sólo durante unos pocos años, el rendimiento medio será menor. En muchos casos las estructuras tendrán tamaño o alcance inadecuados, con las consiguientes pérdidas por destrucción o daños, desaprovechamiento de potencialidades económicas o capacidad ociosa.

De otro lado, la demora en construir significa postergar la iniciación de la corriente de ingresos netos, factor muy importante para decidir el plazo que puede dedicarse a la recolección de datos.

Para simplificar la exposición, supongamos que es normal la distribución del caudal anual y que se conoce su dispersión, pero no el caudal medio que servirá para determinar el diseño del proyecto y sus resultados. Supongamos también que la demanda del producto del proyecto es constante en el tiempo. Esta demanda ha estado allí todo el tiempo, pero anualmente sólo se percibe la posibilidad de realizar cierto número de proyectos.

Resumiendo, las condiciones supuestas son las siguientes:

1. función de demanda invariable;
2. distribución normal del caudal anual, variación conocida;
3. el resultado depende de un caudal medio anual desconocido y del diseño de las estructuras.

⁴Esto no es desusado. Más de una vez he escuchado frases equivalentes a «Ese es el ingeniero que se dio cuenta de que x era el lugar apropiado para una presa».

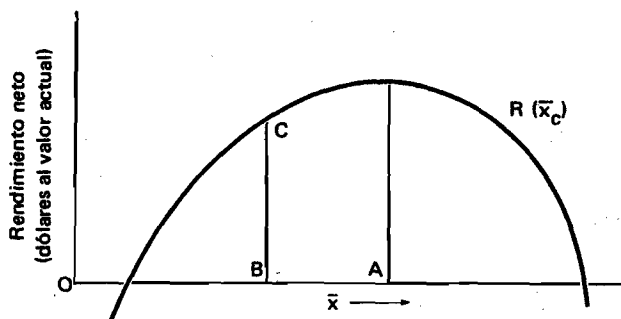


Gráfico 1

Para decidir cuántos años debe esperarse para acumular datos es preciso dar los siguientes pasos:

1. Desarrollar la relación $R(\bar{x}_c)$ entre el rendimiento neto y el caudal medio anual \bar{x}_c , que se supone conocido.
2. Desarrollar la relación $R(\bar{x}_c | \bar{x}^*)$ entre el rendimiento neto y el caudal medio anual estimado \bar{x}_c , dado un caudal medio real \bar{x}^*
3. Desarrollar la relación $R(n)$, entre el rendimiento neto esperado y el número de años de datos disponibles para calcular el caudal medio estimado \bar{x}_c .

$R(\bar{x})$ —Relación entre el rendimiento neto y el caudal medio conocido con certeza. Las características del emplazamiento de un tipo de proyecto darán un valor actual máximo a la corriente de ingresos y gastos para un caudal medio. Este es entonces el caudal más adecuado para dichas características. Los caudales mayores reducirían el rendimiento neto porque las estructuras necesarias para aprovecharlo tienen un costo más alto, en tanto que los caudales menores reducirían los ingresos. En otras palabras, los caudales medios inferiores no aprovecharían plenamente las características del emplazamiento. En el gráfico 1, en el que \bar{x}_c representa un valor \bar{x} que se supone conocido con certeza, un caudal medio OA daría el rendimiento neto máximo y explotaría plenamente las características del emplazamiento. Todos los demás caudales medios producirían rendimientos

de las obras mejor adaptadas a las características del emplazamiento y al caudal OB^6 .

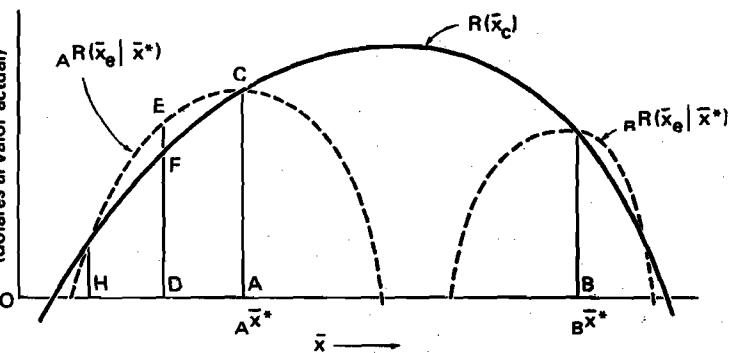
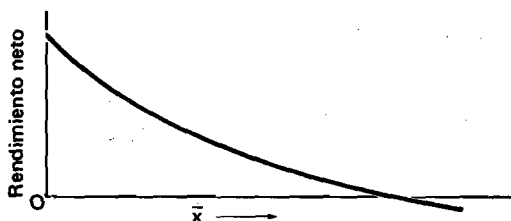


Gráfico 2

$R(\bar{x}, \bar{x}^*)$ — Rendimiento neto con un diseño basado en una estimación errónea del caudal. Si ha de estimarse el caudal medio, el rendimiento neto necesariamente será menor que el de un proyecto diseñado para el caudal medio correcto. Cuánto menor, dependerá de la magnitud del error cometido en la estimación.

En el gráfico 2, supongamos que el caudal medio verdadero es OA y que la estimación es correcta, es decir, $\bar{x}_e = A\bar{x}^{*6}$. En este caso, el rendimiento neto es AC , es decir, $R(\bar{x}_e | \bar{x}^*) = R(\bar{x}_c)$. Sin embargo, si el caudal me-

⁶La forma de la función dependerá de las circunstancias especiales de cada oportunidad de inversión; para algunos problemas de puentes, $R(\bar{x}_c)$ puede no tener máximo.



Supongamos, por ejemplo, que un caudal pequeño detendría cierta corriente de tráfico. En ese caso, los caudales mayores exigirían una estructura más cara y reducirían el rendimiento neto.

⁶El subíndice e indica «estimado» y A indica que se trata del caso A.

dio se estima en OD, el rendimiento neto disminuye de AC a DE. Es más alto que el rendimiento DF, correspondiente a un caudal medio real OD, pese a que podría ser más bajo, como lo es a la izquierda de OH.

Para \bar{x}_e mayor que OA, el rendimiento es menor que AC y se halla por debajo de $R(\bar{x}_e)$.

El caso B, en el tramo derecho de $R(\bar{x}_e)$, ilustra una situación en la que el caudal medio real es mayor que el caudal más adecuado a las características del emplazamiento.

Volvamos ahora al caso A. La frecuencia con que se estima que el caudal medio es OD, con un caudal verdadero igual a OA, evidentemente dependerá del número de años sobre los cuales hay datos. Si hay cuatro años de datos, por ejemplo, una serie de casos de este tipo daría una distribución de los x_e centrada en OA, el caudal medio verdadero (${}_A\bar{x}^*$), pero muchas estimaciones serían erróneas. Habría una distribución normal de los x_e , como lo ilustra el gráfico 3, que reproduce el caso A y muestra la correspondiente distribución de frecuencia de \bar{x}_e alrededor de ${}_A\bar{x}^*$.

Considérese el rendimiento neto DE asociado con la faja en OD. La frecuencia relativa (la parte que queda bajo toda la curva de frecuencia es igual a uno) de DE está indicada por la faja DL.

El rendimiento neto para \bar{x}_e más cerca de OA = ${}_A\bar{x}^*$ es más frecuente, como lo indica OK y la faja KM en el diagrama de frecuencia.

Si se consideran las fajas de rendimiento neto de este tipo para todos los valores de \bar{x}_e , el rendimiento neto de cada uno se multiplica por la faja de probabilidad correspondiente que aparece en el diagrama inferior, y si todos se suman, el resultado es el rendimiento neto esperado $\text{Exp}(R)$ para casos en que se tienen datos de cinco años.

Consideremos ahora cómo cambiaría el gráfico 3 si en lugar de datos sobre cuatro años se dispusiese de datos sobre dieciséis años para cada estimación de x_e en una serie. Las funciones de rendimiento neto no cambiarían, pero la función de frecuencia relativa sería menos dispersa al ser menos frecuentes las estimaciones

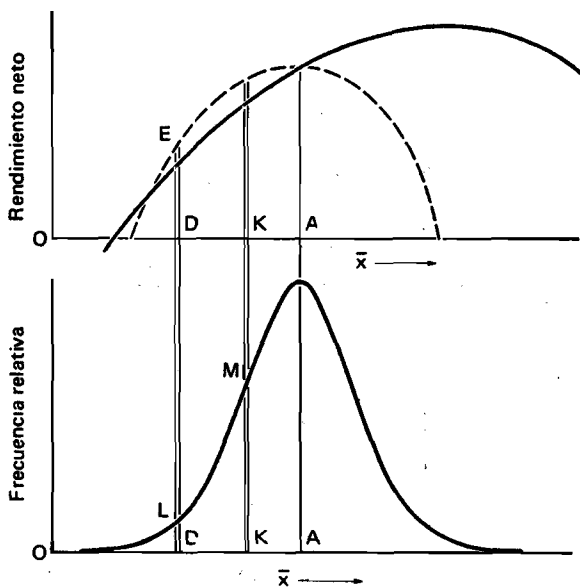


Gráfico 3

insatisfactorias. Las dos situaciones se comparan en el gráfico 4. Así, un $\bar{x}_e = OD$ se hace menos frecuente, en tanto que las estimaciones cercanas a OA se hacen más frecuentes. Por lo tanto, el rendimiento neto esperado de $n = 16$ sería mayor que el de $n = 4$.

$V(n)$ — *Rendimiento neto esperado como función del número de años de datos.* Los valores esperados del rendimiento neto con diferente cantidad de años de datos disponibles, n , puede combinarse en una función V_n , que se ilustra en el gráfico 5. Esta puede ser negativa para un valor pequeño de n . Aumentará con el valor de n , pero con tasa decreciente a medida que se aproxima al máximo para muestras grandes que proporcionen estimaciones casi correctas de \bar{x}^* .

Nótese que esta función no toma en cuenta el costo de generar información.

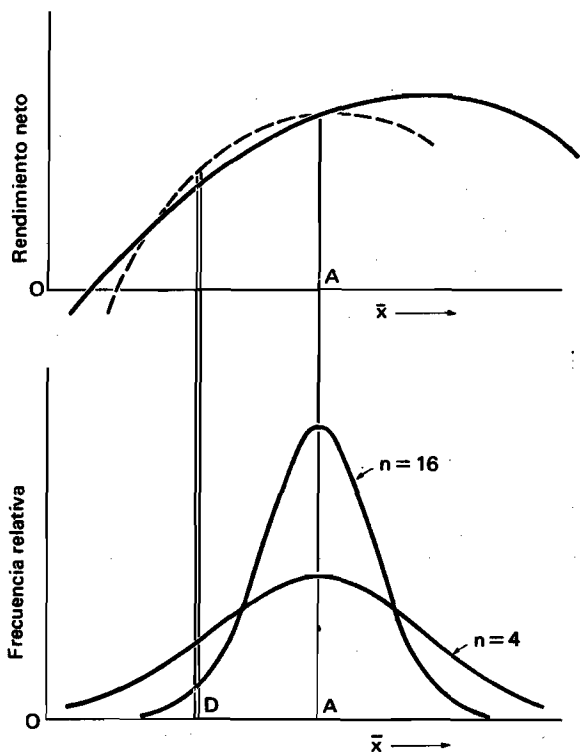


Gráfico 4

En este simple examen, la desviación estándar del promedio estimado, $\sigma_{\bar{x}_e} = \frac{\sigma_{\bar{x}_i}}{\sqrt{n}}$, hace que las primeras unidades de información, medidas por número de años de datos, sean valiosísimas. La relación $\sigma_{\bar{x}_e}^2$, para muestras de n y $(n + 1)$, es $\frac{n}{n + 1}$. Esto se aproxima a la unidad con una rapidez considerable para este tipo de problema.

El efecto que tienen los incrementos sucesivos del tamaño de la muestra en el rendimiento anual esperado

evidentemente depende de las particularidades de la función de rendimiento $R(\bar{x}_e | \bar{x}^*)$. Mientras más rápido descienda $R(x_e | x^*)$ a cada lado de x^* , más pronunciado será el efecto en el rendimiento esperado de una reducción dada en $\sigma \bar{x}_e$.

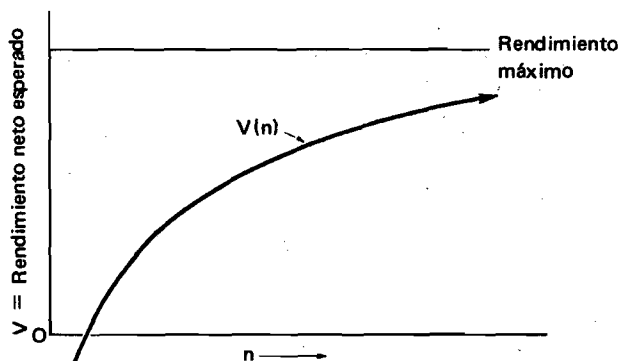


Gráfico 5

¿Cuántos años de datos se deberían recolectar? Si no existen datos en el momento en que se percibe la oportunidad de inversión, el plazo óptimo que se debe esperar para acumular datos antes de iniciar la construcción depende del rendimiento neto esperado, $V(n)$, del costo de recolectar datos (que se supone de $\$k$ por año) y de la tasa de actualización. Para evitar exposiciones engorrosas, supongamos que el diseño y la construcción son instantáneos y simultáneos⁷.

Si «ahora» es $t = 0$ y la construcción se efectúa después de esperar t años para acumular datos, el valor ac-

⁷Para nuestra exposición se supondrá que el producto de la estructura se vende a un precio competitivo constante. Cuando el producto de la estructura confronta una curva descendente de demanda, el economista asesor deberá cuidarse de aconsejar un diseño que maximice los ingresos totales deducidos los costos, pues ésta es una solución monopolista. El proyecto debe maximizar el excedente de los consumidores más el de los productores, lo que exige igualdad entre las evaluaciones marginales de consumo (indicadas por el precio) y el costo marginal. Los errores en los pronósticos deben evaluarse por su efecto en este excedente y no por su efecto en los ingresos netos.

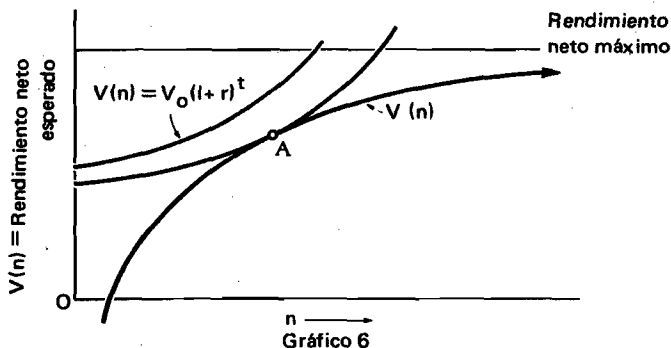
tual del rendimiento neto, $V(n)$, a la fecha de construcción puede aumentarse esperando otro año para obtener más datos. Pero la espera de un año más pospone toda la corriente de ingresos netos anuales por un año.

El costo de esta postergación es el interés de un año sobre $V(t)$ (valor actual de la corriente de ingresos netos en el tiempo t), es decir, $rV(t)$. Así, $V(t)$ debe incrementarse por lo menos en esta cantidad a fin de que valga la pena esperar otro año para reunir más datos. A medida que se acumulan datos, los incrementos sucesivos de $V(t)$, denominados $V'(t)$, son iguales al interés sobre $V(t)$, suponiendo que el costo anual de recolectar datos, k , sea igual a cero:

$$V'(t) = rV(t)$$

Si el costo anual de recolectar datos, k , no es igual a cero, entonces el incremento debe ser mayor que éste en $\$k$, y la fórmula anterior se transforma en:

$$V'(t) = rV(t) + k$$



Dividiendo ambos términos de la ecuación por $V(t)$ obtenemos la tasa de incremento $\frac{\text{porcentaje}}{100}$ de $V(t)$:

$$\frac{V'(t)}{V(t)} = r + \frac{k}{V(t)}$$

Evidentemente, este máximo debe tener un nivel suficientemente alto como para cubrir el costo de recolec-

tar los datos acumulados con intereses hasta el mismo momento⁸.

Así, si el costo anual de recolectar datos es pequeño en relación con $V(n)$, convendrá posponer la construcción casi hasta el punto en que $V(n)$ aumente con la tasa de interés o actualización.

Estas relaciones se ilustran en el gráfico 6. Además de $V(n)$ se han trazado dos curvas, cada una de las cuales tiene un valor actual dado para todos los puntos que se hallan en la curva y que cumplen con la relación $V(n) = V_0(1+r)^t$. Es decir, la curva aumenta a la tasa de interés. La curva más alta que se puede alcanzar, suponiendo que $k = 0$, es la que toca $V(n)$ en un solo punto, el punto A. En este punto, $V(n)$ está creciendo a la tasa de actualización. Si k no es igual a cero, el número óptimo de años será menor que el indicado por el punto A, y $V(n)$ debe estar creciendo más rápidamente que a la tasa de interés.

Nótese que nunca conviene esperar la información «completa» que se necesita para alcanzar el valor actual máximo a la fecha de construcción, pues ésto significaría esperar eternamente.

¿Hay una cantidad mínima de información? Sobre la base del análisis anterior de la información básica, es posible sugerir una interpretación útil de una idea

⁸En términos generales, si $V(n)$ = valor actual esperado de las corrientes de ingresos v gastos en la fecha de construcción, n años de datos, y puesto que $n = t$ (siendo «ahora» $t = 0$), buscamos maximizar «ahora».

$$W = V(t)e^{-rt} - \int_0^t ke^{-rt} dt$$

$$o \quad \frac{dW}{dt} = V(t)e^{-rt}(-r) + e^{-rt}V'(t) - ke^{-rt} = 0,$$

$$V'(t) = rV(t) + k.$$

También es preciso que los costos totales de la información estén cubiertos por $V(n)$, si los datos han de recolectarse; es decir,

$$\begin{aligned} V(t_1) &\geq \int_0^{t_1} k e^{rt} dt \\ &\geq \frac{k}{r} (e^{rt_1} - 1). \end{aligned}$$

que se expresa con frecuencia pero que pocas veces se define: existe una cantidad «mínima necesaria» de información que debe obtenerse antes de comprometer fondos para la totalidad de un proyecto.

El concepto de cantidad «mínima necesaria» de información podría representarse por un caso en que la curva del rendimiento anual esperado cambia de pendiente con rapidez en un nivel cercano al rendimiento máximo, como en el punto A del gráfico 7. El incremento del rendimiento anual esperado a medida que aumenten los datos es muy rápido hasta el punto A, pero luego decrece con rapidez.

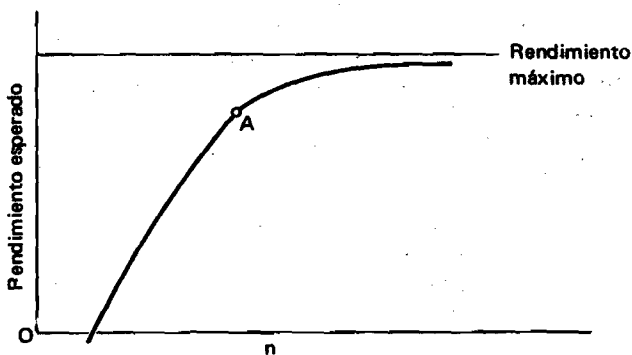


Gráfico 7

Es probable que haya muchas situaciones parecidas, pero su solución adecuada es tan obvia en lo que toca a la cantidad óptima de información, que tendemos a olvidar que son casos particulares de un problema más general. Un caso extremo sería el de un sastre al que se encarga un par de pantalones. Suponiendo que las perneras han de tener el mismo largo ¿qué largo deben tener? En términos de nuestro modelo, el interrogante está en determinar cuánto tiempo (el análogo de n) debe dedicarse a obtener la información pertinente. Una posibilidad es hacer las perneras del mismo largo que las del último pantalón que fabricó. Otra es hacerlas de un largo igual a la longitud media de los pantalones que hizo el año anterior, tal vez tenien-

do en cuenta el cambio secular en el largo de las piernas de sus clientes, si pretende hacer una estimación más imaginativa.

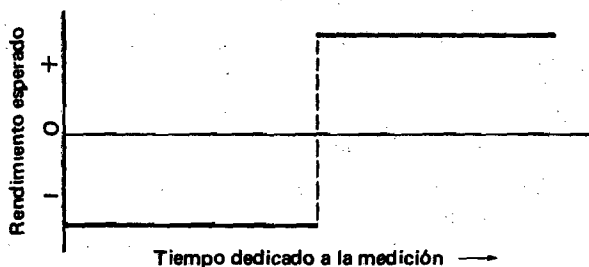


Gráfico 8

Una tercera posibilidad es medir las piernas del cliente. La función de rendimiento esperado para esta opción es negativa hasta la cantidad de tiempo necesaria para medir. Luego salta a un nivel positivo y permanece allí. Una vez medidas las piernas, no tiene objeto repetir el ejercicio.

Muchos tipos de información se pueden considerar en términos más o menos parecidos. Por ejemplo, hay cosas que es imprescindible saber antes de construir una presa: la composición de la base y las paredes del sitio de la presa, si el embalse será impermeable, si el lugar se halla en una falla geológica, etc. El rendimiento esperado baja tanto si no se recolectan éstos y otros datos, que casi no queda elección posible: hay que recolectarlos.

Tamaño del proyecto y espera óptima para obtener datos. Parece no haber una conexión necesaria entre el tamaño del proyecto, medido por el costo de construcción, y el número óptimo de años que hay que esperar para obtener datos. Todo depende de la relación entre la magnitud del proyecto y la forma y ubicación de $V(n)$. En un caso especial, el número óptimo de años de datos será independiente del tamaño del proyecto. Supongamos que los costos e ingresos anuales de diferentes

proyectos para emplazamientos similares están relacionados proporcionalmente. Después de seguir todos los pasos para derivar $V(n)$, encontramos que $V_i(n) = a_i V_0(n)$, siendo i el proyecto número i . Si el costo anual de los datos varía con el tamaño de modo que $k_i = a_i k_0$, la condición para maximizar el valor actual de la oportunidad de inversión es

$$V'_i(t) = a_i V'_0(t) = r a_i V_0(t) + a_i k_0$$

$$\text{o } V'_0(t) = r V_0(t) + k_0$$

y la espera óptima para obtener datos es la misma en todos los proyectos.

Si el tamaño del proyecto se asocia con un movimiento vertical absoluto y uniforme de $V(n)$ y es independiente de k , los proyectos más pequeños requerirían una espera más larga. Considérense en el gráfico 9 las dos curvas $V(n)$:

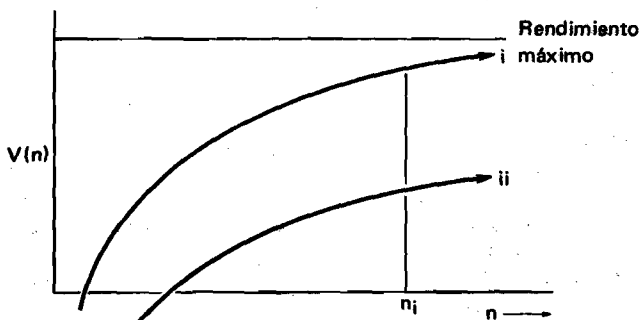


Gráfico 9

Si n_i es el número óptimo de años de datos para la curva i , entonces en $n_i V'_{ii} > [r(V_i - C) + k]$ (siendo C el desplazamiento vertical) y el número de años de datos debe acrecentarse para alcanzar la igualdad y la posición óptima para la curva ii . Si k varía con el tamaño del proyecto, el incremento en el plazo de espera al moverse de la curva i a la ii sería aún mayor, puesto que una reduc-

ción de k eleva el número óptimo de años de datos. Mientras menor sea el costo de la información, más conviene gastar en ella. Es probable que en muchos casos k varíe directamente con el tamaño del proyecto. Por ejemplo, los grandes proyectos hidráulicos están asociados a corrientes más grandes y los costos anuales de recolectar datos sobre ellas son más altos.

Nótese que no vale la pena gastar ni siquiera en un año de datos si la condición necesaria anterior está asociada a un valor $V(n)$ menor que el costo acumulado (con intereses) de la recolección de datos hasta ese momento⁹.

Debe recordarse que algunos de los datos necesarios para diseñar proyectos no dependen del tiempo. Dada la forma general de sus curvas de rendimiento, a la que se aludió antes, el gasto en estos tipos de información evidentemente variará con el tamaño físico del proyecto.

Cuando se prevé un crecimiento súbito de la demanda

En el ejemplo anterior se supuso que la demanda era constante y que no se había percibido la oportunidad de inversión hasta algún punto arbitrario en el tiempo. Ahora el problema se complica porque suponemos que la demanda crece y que este crecimiento está previsto.

La representación más simple de un crecimiento de la demanda es el surgimiento repentino de una demanda regional desde un nivel de cero. Supongamos que los precios y costos son constantes antes y después de la aparición de la demanda. Aunque en la práctica la demanda no nace adulta, este ejemplo sirve para analizar el problema de determinar cuántos años antes de que un proyecto sea viable debe empezarse la recolección de datos. La fecha de construcción adecuada, si se dispone de datos para el diseño, evidentemente es la fecha de nacimiento de la demanda. Cabe preguntarse entonces

⁹Si $V(n_0)$ es igual o menor que el costo acumulado de la información $\frac{k}{r} (e^r - 1)$ en el óptimo, las curvaturas opuestas de estas dos funciones (la segunda derivada es negativa para $V(n)$ y positiva para $\frac{k}{r} (e^r - 1)$) aseguran que el costo acumulado de la información es mayor que V para todos los valores de n salvo n_0 .

cuántos años antes de esta fecha debe iniciarse el programa de recolección de datos.

A diferencia del problema anterior, en éste se puede obtener un año más de datos sin posponer la serie de excedentes anuales del proyecto. Supongamos que la demanda ha de nacer en 1977 y que la construcción se efectuará en esa fecha. El número de años de datos puede aumentarse de nueve a diez comenzando el programa de recolección en 1967 en lugar de 1968. El costo adicional o marginal de hacerlo, con el valor actual medido a la fecha de la construcción, será el costo anual de los datos en 1967, k , acumulado hasta 1977 con la tasa de actualización r . Si el programa se inicia antes, aumentará el valor actual de la oportunidad de inversión, $V(n)$, a la fecha de construcción, al nacer la demanda. La iniciación del programa debe anticiparse hasta el punto en que el incremento de $V(n)$ compense el costo de comenzar a recolectar datos un año antes, es decir,

$$\frac{dV(n)}{dn} = V'(n) = k(1+r)^n.$$

Además, es necesario que $V(n)$ exceda o iguale el costo acumulado de los n años de datos. De otro modo no se cubriría el costo total del proyecto, incluida la información.

El hecho de prever el momento en que nace la demanda no puede acortar el número óptimo de años de datos. Si cuando no se prevé el nacimiento de la demanda conviene esperar diez años de datos antes de construir, ciertamente convendrá comenzar a recolectar datos por lo menos diez años antes de que surja la demanda, cuando ésta ha sido prevista¹⁰.

¹⁰Cuando *no* se prevé el nacimiento de la demanda, $V(n)$ debe cubrir por lo menos el costo acumulado de n_1 años de datos:

$$V(n_1) \geq \int_0^{n_1} k e^{rn} dn = \frac{k}{r} (e^{rn_1} - 1)$$

o $rV(n_1) + k \geq k e^{rn_1} - 1$

Es decir, $V'(n_1) \geq k e^{rn_1}$.

Pero cuando el nacimiento de la demanda está previsto, la pendiente de $V(n_2)$ debe llevarse a la igualdad con $k e^{rn_2}$ para alcanzar el valor óptimo de n . Puesto que $V'(n)$ disminuye con el incremento de n , el valor de n_2 necesario debe ser mayor que n_1 .

¿Cuánto mayor será el número óptimo de años de datos si el nacimiento de la demanda se ha previsto? Cuando no se ha previsto, la postergación de la corriente de ingresos netos impone un límite definido al plazo de recolección de datos, por bajo que sea el costo anual de esta recolección. Si se prevé el nacimiento de la demanda no hay costo por concepto de intereses a causa de una postergación del proyecto. Por lo tanto, la fecha óptima para comenzar el programa de recolección de datos es anterior mientras más bajo sea el costo de un año de datos, como se desprende claramente de $V'(n) = k(1+r)^n$. Sin embargo, si k es de tamaño apreciable en relación con $V(n)$, la duración óptima del programa de recolección de datos disminuye con rapidez¹¹. Entre otras cosas, esto significa que no vale la pena gastar en recolección de datos durante un período largo sólo para aprovechar un poco más un proyecto que de antemano se sabe insatisfactorio.

El costo de no prever el crecimiento de la demanda. Si el crecimiento de la demanda en nuestro ejemplo no se ha previsto, evidentemente toda la oportunidad de inversión, incluido el costo de los datos, debe tener un valor actual más bajo en una fecha dada (digamos, la fecha de nacimiento de la demanda) que si la oportunidad se ha previsto. Es evidente que habrá una pérdida por no haber previsto la oportunidad, pues cuando se la ha pronosticado, siguen abiertas todas las modalidades a las que puede recurrirse cuando no ha habido pronóstico, y además hay otras, algunas de los cuales pueden ser mejores. Por desgracia no hay una manera sim-

¹¹Supongamos, por ejemplo, que $r = .10$ y $\frac{k}{V(n_1)} = .01$. Entonces, si el nacimiento de la demanda no se ha previsto, $\frac{V'(n_1)}{V(n_1)} = r + \frac{k}{V(n_1)} = .11$. Si hacemos que $\frac{k}{V(n_1)} e^{rn_3}$ sea igual a .11 y buscamos el valor de n_3 , este valor será mayor que el valor correcto de n_2 en $\frac{V'(n_2)}{V(n_2)} = \frac{k}{V(n_2)} e^{rn_2}$. Esto es evidente según las expresiones gráficas de $V'(n)$ y $k e^{rn}$ y del hecho de que $n_2 > n_1$, como se muestra en la nota 10 de la página precedente. Pero aún así $n_3 = 24$. Si $r = .10$ y $\frac{k}{V(n_1)} = .02$, $n_3 = 17$. Si $r = .10$ y $\frac{k}{V(n_1)} = .03$, $n_3 = 13$. Si $r = .15$, los valores correspondientes de n_3 son 16, 11 y 9.

ple y general de expresar esta pérdida derivada de no haber previsto ni siquiera en el caso simple que se está considerando. La pérdida será mayor mientras más lentamente disminuya el aumento de $V(n)$ con la obtención de más datos. Será más grande mientras menor sea el costo anual de los datos¹².

El análisis anterior de las ventajas de prever una oportunidad de inversión tiene alguna utilidad para interpretar una opinión que se expresa con frecuencia: la de que un país que está tratando desesperadamente de desarrollarse, debe arriesgarse más y comenzar proyectos con menos años de datos o menos cantidad de información que un país más desarrollado.

Suponiendo que la tasa adecuada de actualización sea la misma en ambos países, si el país subdesarrollado no ha previsto posibles proyectos e iniciado programas de recolección de datos con anticipación, efectivamente deberá poner proyectos en marcha con menos datos.

¹²El procedimiento puede ilustrarse con un ejemplo que contiene algunas funciones específicas. Supongamos que $V(n) = 100 - \frac{500}{n}$ (es decir, el valor máximo actual a la fecha de construcción es 100 con información completa, esto es, cuando $n \rightarrow \infty$. $V(n) < 0$ para $n < 5$).

El costo de la información acumulada a la fecha de construcción a la tasa de actualización r es $K = \int_0^n k e^{rn} dn = \frac{k(e^{rn} - 1)}{r}$. Si se ha previsto el nacimiento de la demanda, tratamos de maximizar $W_a = V(n_a) - K = 100 - \frac{500}{n_a} - \frac{.3(e^{.1n_a} - 1)}{.10}$ siendo $k = .3$ por año y $r = .10$ por año.

Si ponemos que $\frac{dW_a}{dn} = 0$, la solución será $n_a = 17.3$ años, siendo $W_a = 57.2$.

Con más de 17.3 años, el costo incrementado de los datos es mayor que el beneficio en $V(n)$. Con menos de 17.3 años, el costo de los errores de diseño es mayor que el ahorro en la producción de datos.

Cuando no se ha previsto el nacimiento de la demanda, W_s (s de sorpresa) está dado por la misma expresión $[V(n_s) - K]$, si se evalúa a la fecha de construcción; pero para comparar el resultado con el otro caso debe actualizarse a la fecha del nacimiento de la demanda. Por lo tanto $W_s = \left[V(n_s) - \frac{k(e^{rn_s} - 1)}{r} \right] e^{-rn_s} =$

$\left[100 - \frac{500}{n_s} - \frac{.3(e^{.1n_s} - 1)}{.1} \right] e^{-.1n_s}$. Si $\frac{dW_s}{dn_s} = 0$, la duración del

Pero cuando los dos países tienen menos que el número óptimo de años de recolección, los plazos para reunir los datos antes de la construcción deberían ser iguales, suponiendo que la tasa de actualización fuese la misma.

Lo que algunos proponentes de esta tesis parecen considerar es que el país subdesarrollado tal vez vea amenazada su estabilidad política si el gobierno no produce algo bastante mejor que los resultados «esperados» y que, por lo tanto, debe arriesgarse. Aparte la poca confianza que merecen las evaluaciones de la inestabilidad política, está mal que un gobierno considere expectativas injustificadas como un dato dado, pues es responsable de ellas, por lo menos en parte. Su función debe ser la de crear condiciones en las que haya expectativas realistas de progreso económico, que inevitablemente son limitadas. Si se corren riesgos demasiado grandes, se puede estar contribuyendo a malgastar recursos en circunstancias que hacen imperativo evitar las posibilidades de pérdidas que sean grandes en relación con los recursos disponibles.

Crecimiento gradual previsto de la demanda

La determinación del mejor momento para iniciar la recolección de datos y para construir se complica cuando se consideran casos más realistas en los cuales la demanda crece año a año. La forma más fácil de proceder, ahora que las computadoras pueden hacer los cálculos, es resolver el siguiente problema para cada posible año de construcción: ¿En cuántos años debe preceder la recolección de datos a la construcción?

Para cada uno de estos problemas habrá un valor máximo esperado (actualizado a la fecha de construcción) que se asocia a cierto número de años de datos. El mayor de estos máximos, todos actualizados a una misma fecha, representa el mejor momento para construir

programa de recolección de datos para maximizar W_s es de 9.80 años. El valor de W_s es 16.5, muy inferior al de 57.2 que resulta cuando el nacimiento de la demanda se ha previsto. A la fecha de construcción, el valor de W_s es mucho más alto que 16.5, siendo de 44.2, pero si se compara con el otro caso, se han perdido 9.8 años de ingreso real proveniente del proyecto. De modo que 44.2 actualizados equivalen a sólo 16.5, puesto que $e^{-.1(9.80)} = .38$.

e indica también la fecha en que deberá iniciarse la recolección de datos.

Debería ser posible hacer estimaciones de este tipo usando una larga serie histórica de datos, o generando una serie sintética. Si se tienen a mano todos los elementos de nuestro modelo, se podrá obtener una noción más acertada del plazo óptimo entre el comienzo de la recolección de datos y de la construcción y se podrían hacer análisis de sensibilidad ante el efecto que tienen diferentes tasas de actualización y diferentes regímenes fluviales en el número óptimo de años de datos¹³.

Cuadro 13

CHILE: CARACTERISTICAS DEL CAUDAL ANUAL DE CINCO RIOS

Característica	Nombre del río				
	Rapel	Choapa	Elqui	Aconca- gua	Bío-Bío
Caudal anual medio (m ³ /seg) = \bar{x}	222	12,4	11,1	41,7	747
Mediana del caudal	200	10,0	8,55	38,1	807
Coefficiente de varia- ción = $\frac{\sigma}{\bar{x}}$	0,30	0,52	0,69	0,57	0,23
Asimetría = $\frac{3(\bar{x} - \text{mediana})}{\sigma}$	0,94	1,1	1,0	0,79	1,06

¿Pero de dónde se obtienen series largas de datos que permitan experimentar en esta forma? Existen algunas series largas, ciertamente, pero el comportamiento de las distintas corrientes de agua varía enormemente, como se muestra en el cuadro 13 con datos sobre los caudales de los cinco ríos de Chile para los que se dispone de registros más largos (18 a 34 años).

Es posible generar series sintéticas de cualquier largo¹⁴, pero es difícil especificar el sistema que se usa

¹³En el anexo a este capítulo se ofrece un procedimiento para estimar las fechas de iniciación del programa de recolección de datos y de la construcción en condiciones de demanda creciente.

¹⁴Véase un breve análisis general en Ven Te Chow, "Sequential generation of hydrologic information", *Handbook of Applied Hydrology*,

para generarlas. Los procesos naturales que abarcan son tan complejos y se conocen tan poco, que hasta ahora ha sido imposible pasar directamente del proceso natural a las características estadísticas de los aspectos interesantes del comportamiento fluvial. Por lo demás, no se dispone de series históricas largas sobre características esenciales de ríos del mismo tipo, en parte, o tal vez principalmente, porque aún no sabemos bien cuáles son los aspectos esenciales y, ciertamente, lo mismo sucede con los datos climáticos.

La sugerencia de Ven Te Chow de que los valores extremos de estas distribuciones pueden representar los resultados de un proceso natural diferente a los que actúan de ordinario parece especialmente perturbadora, aunque sólo sea por la rareza con que aparentemente opera¹⁵.

El desconocimiento de algunos aspectos de las distribuciones hidrológicas origina en parte el deseo de disponer de largas series de datos, pero también influyen en el mismo sentido las fuertes multas que deben asig-

McGraw-Hill, Nueva York, 1964, pp. 8-91. Se puede comprender mejor la naturaleza de una serie sintética si se considera una manera simple (e inadecuada) de generarla. Prepárese una baraja en que cada naípe lleve un número que represente el caudal anual (o la variable que interesa), estando las frecuencias de los diferentes caudales en conformidad con las características de una distribución elegida. Luego se numeran los naipes en una secuencia (el orden no tiene importancia) y se usa una tabla de números aleatorios para seleccionar la secuencia de los valores de caudal, pudiéndose usar cualquier naípe mas de una vez. El uso de una buena tabla de números aleatorios equivale a barajar el naípe, reponiendo cada carta sacada, pero siendo la tabla «más aleatoria».

¹⁵Véase Ven Te Chow, «Statistical and probability analysis of hydrological data», *ibid.*, pp. 8-33 a 8-37.

Con respecto a Chile, Luis Lliboutry sugiere que la distribución bimodal de la precipitación anual en Santiago puede indicar que están obrando procesos naturales distintos. Véase su *Nieves y glaciares de Chile*, Ediciones de la Universidad de Chile (Santiago, 1956), p. 296.

Véase el examen general de los problemas estadísticos en hidrología que hace Leo R. Beard, *Statistical Methods in Hydrology*, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, Sacramento, enero de 1962.

Un estudio reciente que trata de los problemas de simulación en hidrología es el de Myron B. Fiering, *Streamflow synthesis*, Harvard University Press, Cambridge, 1967.

narse a los fracasos de estructuras en el cálculo de valores actuales¹⁶. Puede haber muchas razones para asignar estas fuertes multas y tal vez no sea la menor la suerte que puede correr la entidad constructora ante un cuerpo legislativo si tiene a su haber fallas de estructuras, fallas que por lo demás podrían resultar justificables económicamente de no habérselas castigado tanto. Después de todo, si se diseña un grupo de estructuras cuya probabilidad de fallas en cualquier año dado es de una por mil y hay 100 de estas estructuras, en promedio habrá una falla cada diez años. Si esto es más de lo que los legisladores están dispuestos a aceptar, es importante conocer más sobre la probabilidad de ocurrencia en las situaciones extremas. Si esto no se puede obtener, la única salida para la entidad constructora es dotar a la obra de una resistencia estructural claramente excesiva, aunque en los demás aspectos no haya capacidad excedente.

Hay otros dos medios de acomodación parcial a la escasez de datos, digamos, sobre el caudal. En algunos casos tal vez sea posible diseñar una estructura que pueda manejar un margen más amplio de valores de la variable que interesa. Supongamos, por ejemplo, que el valor verdadero de la variable que determina el diseño sea 100 (número totalmente arbitrario), y que la estructura que se diseñe para este valor pueda rendir un valor actual neto de 50.

Ahora bien, supongamos que la variable de diseño se estima erróneamente en 80 y que la estructura se diseñe especialmente para este valor, previendo un rendimiento neto de 45. Pero el rendimiento real resulta 20. Sin embargo, hubiera sido posible diseñar una estructura que trabajara mejor si la variable de diseño es, por ejemplo de 80, con un rendimiento neto de 35, pero que pudiera acomodarse a un valor de 100 para la variable de diseño, con un rendimiento neto de 25 en lugar de 20.

El otro tipo de acomodación posible es en algunos casos diseñar una estructura que se pueda ampliar: ciertos tipos de presas que pueden agrandarse, obras de riego que no necesitan construirse todas a la vez, etc. Este tipo de arreglo puede resultar especialmente

¹⁶Tal vez sea mejor hablar de »apreciación« que de cálculo.

adecuado cuando la demanda del producto del proyecto es incierta o debe desarrollarse con el tiempo. Partir a escala menor, cuando es posible, permite aprovechar pronto por lo menos una parte del bienestar que origine el proyecto.

INFORMACION QUE NO DEPENDE DEL TRANCURSO DEL TIEMPO

Todos los elementos básicos que aparecen en el análisis anterior (cantidad y costo de la información, oportunidad del gasto en información, rentabilidad de la información) se hallan presentes también cuando la información no se relaciona estrictamente con el transcurso del tiempo.

El exceso de esta información tampoco mejora los rendimientos como para compensar el costo acumulado de la información y del interés sobre la corriente pospuesta de ingresos netos y también aquí es posible comenzar prematuramente a recolectar información sin que esto se justifique por la producción de rendimientos adicionales.

Así, los mismos conceptos de ahorro que se aplicaron en casos anteriores son aplicables a todos los tipos de información sobre recursos naturales, y llevan a formular las mismas preguntas: ¿Se está iniciando prematuramente este programa de información? ¿Debe iniciarse la construcción aunque la información aún no sea completa? ¿Tendrá algún rendimiento esta información o su obtención será sólo un esfuerzo perdido?

Pese a que los conceptos básicos de ahorro son los mismos para la información que no depende del transcurso del tiempo, su cuantificación es mucho más difícil que la de datos que pueden medirse por el número de observaciones (por años de datos, por ejemplo). Pero aún así, conviene distinguir dos tipos de información que no dependen estrechamente del transcurso de tiempo.

Al primer tipo pertenece la información relacionada con proyectos concretos localizados, como las características del emplazamiento de un proyecto de construcción. Aquí las curvas de rendimiento total proba-

blemente tiendan a ser del tipo escalonado que se ilustró antes en el gráfico 8. Es decir, tiende a haber una cantidad »necesaria« de información, pues si se tiene menos de esa cantidad no se gana nada y el rendimiento no aumenta al sobrepasarla. Otros ejemplos de este tipo de información son los datos edafológicos que se usan para planificar gastos de capital (por ejemplo, en formación de terrazas) o para las labores agrícolas (por ejemplo, para planificar la rotación).

Dos de las características de la información vinculada a un proyecto determinado parecen especialmente pertinentes para su administración: una es que esta información tiende a generarse cerca de la fecha de uso en la construcción o la producción corriente, y la otra es que como se refiere a un área limitada, influye en el costo por unidad de superficie, porque algunos costos no varían en proporción con la superficie. Para un proyecto dado, el costo de la información por unidad de superficie dependerá del ritmo con que se genere información de una calidad dada (por ejemplo, número de acres por mes) y del número total de acres que se abarquen. Si se elige un ritmo demasiado bajo, los costos se elevan porque el descenso del ritmo de trabajo no reduce proporcionalmente algunos de los costos (los de supervisión, vehículos, almacenamiento, construcción, etc.) y porque si la información se necesita en una fecha dada, el ritmo de producción menor obligará a comenzar antes la recolección. Aunque el ritmo más lento de producción de datos no elevará en absoluto el costo de la información por acre, los gastos anteriores deberán soportar intereses por un periodo más largo. Normalmente la producción de datos de este tipo toma mucho tiempo; pero incluso una extensión moderada del plazo con el fin de abarcar una superficie dada puede elevar apreciablemente el costo, aunque el rendimiento alternativo del capital sea muy bajo (10 por ciento, por ejemplo). Supongamos que el ritmo uniforme óptimo de trabajo en una superficie dada significa un desembolso dado anual durante un año. Si el periodo de trabajo se inicia un año antes con ritmo igual a la mitad del anterior, los costos acumulados al terminarse la tarea serán un poco más de 5 por ciento más altos, aunque el costo no actua-

lizado por acre experimente un incremento mínimo por el ritmo más bajo de producción por unidad de tiempo¹⁷.

Ejemplo típico del segundo tipo de información que puede obtenerse con cierta independencia del transcurso del tiempo son los datos que proporcionan los

¹⁷Se supone una capitalización continua de intereses. El tiempo medio no actualizado de gasto se corre seis meses hacia atrás al cambiar el plazo de producción de uno a dos años.

En términos generales, si se supone que la información estará disponible en una fecha dada, la tasa óptima constante de producción de datos se determina de la siguiente manera:

El gasto no actualizado por año k para producir información de tipo y calidad dados dependerá del ritmo con que ésta se genere, medido, por ejemplo, en acres abarcados por año, a , y la superficie total que se examinará, N acres: $k = k(a, N)$. El gasto marginal por acre por año descenderá con los incrementos de valores pequeños de a por las economías de escala; tal vez podría elevarse con un valor suficientemente grande de a , especialmente si el valor de N es pequeño, pues en este caso un ritmo de producción elevado causará hacinamiento en la superficie total pequeña que se examinará. Igualmente, los proyectos pequeños resultan caros, y el gasto marginal respecto de a descenderá rápidamente cuando N es pequeño, pero en el futuro podría elevarse. Lo que se pretende es minimizar el valor actual de los costos a la fecha de terminación:

$$\text{Costo total a la terminación} = \int_0^{\frac{N}{a}} k e^{r \frac{n}{a}} \frac{dn}{a} = \int_0^N \frac{k}{a} e^{\frac{r}{a} n} dn$$

siendo r la tasa anual de interés o actualización

$$= \frac{k}{r} (e^{r \frac{N}{a}} - 1)$$

$$\frac{dTC}{da} = \frac{-kn}{a^2} e^{r \frac{N}{a}} + k \frac{e^{r \frac{N}{a}} - 1}{r} - 0.$$

La significación de estos términos es la siguiente. Imaginemos que se usa un período $\frac{N}{a_0}$. Si en cada período se reduce el valor a en da , el segundo término representa el valor acumulado de estos ahorros a la fecha de terminación. Pero el período $\frac{N}{a_0}$ tendrá que ser acrecentado para cubrir N acres y ésto se hará extendiendo hacia atrás el plazo de producción. Por cada año original la producción en este período anterior tendrá que aumentar en da . El costo medio por acre es $\frac{k}{a}$. Por lo tanto (el costo medio por acre) \times (el número de años) \times (la cantidad total tomada los años originales acumulada a la fecha de terminación) es igual a $\frac{k}{a} \cdot \frac{N}{a} \cdot e^{r \frac{N}{a}} da$, y este aumento del costo debe compensar el beneficio obtenido en el otro término para minimizar el costo.

levantamientos de recursos naturales en grandes superficies, sólo parte de las cuales justificarán otras inversiones.

Los estudios geológicos, madereros, etc. pueden formar parte del proceso de selección. El problema de minimizar costos en el estudio mismo difiere aquí del caso anterior, porque hay mayor libertad para alcanzar tasas de producción más altas (del producto de los estudios) para evitar el costo de intereses sobre gastos hechos antes de que la información se necesite.

Sin embargo, el problema de emprender o no emprender estos estudios de selección tiene una importancia abrumadoramente mayor que el de obtener datos para fines inmediatos de construcción, por ejemplo. El costo de los estudios selectivos prematuros no aumenta en un porcentaje cercano al tipo de interés anual, sino en un múltiplo de éste. Una iniciación prematura en diez años elevará el costo aproximadamente en 160 por ciento con un interés compuesto anual de 10 por ciento. Quienes afirman que la iniciación prematura no debe ser motivo de preocupación puesto que es mejor tener información de más que de menos por lo »bajo« de su costo, no están considerando debidamente la productividad del capital en usos alternativos que se refleja en la tasa de interés o actualización.

No se puede ignorar las dificultades de apreciar el rendimiento de este tipo de información sobre recursos naturales. Sin embargo muy poco se ha hecho por llegar a apreciaciones cuantitativas, de modo que las posibilidades distan mucho de haberse agotado. No es necesario esperar hasta tener cifras exactas para mejorar las decisiones, pero conviene que hasta los juicios aproximados se formulen en un marco lógico correcto. A veces el solo hecho de hacer la pregunta adecuada basta para originar una respuesta útil.

LA ACUMULACION DE INFORMACION SOBRE LOS RECURSOS CONSIDERADA EN SUS RASGOS GENERALES

En las etapas iniciales del aprovechamiento de los recursos naturales de una zona se sabe poco acerca de las características de las distintas tierras. Así, la inversión

en recursos naturales, ya sea para obtener más datos o para producir un producto físico, se traduce en una considerable dispersión del rendimiento. A medida que la inversión avanza se van conociendo mejor dichas características (se descubre por ejemplo, que tierras que se creyeron adecuadas para el pastoreo, en realidad no lo son), y se van reclasificando constantemente las tierras en las mentes y en los archivos de los inversionistas; especialmente en lo que toca a las características que influyen en la productividad. La clasificación cada vez más exacta de las tierras reduce con el tiempo la dispersión de los rendimientos de la inversión. Pero en sistemas con tecnología cambiante y libre fluctuación de la demanda y los precios, estas fuerzas pueden devolver la vida económica a tierras que se han dejado de lado temporalmente por no justificar nuevas inversiones. Vemos así que ahora se hacen inversiones en tierras mineras y agrícolas a las que antes no se asignó valor alguno, ya sea porque se ha aprendido a aprovecharlas o porque los precios de su producción potencial son ahora más altos. Tal vez con el tiempo nuestro conocimiento de las posibilidades de inversión en las distintas tierras sea bastante completo, pero hasta los países avanzados estiman aconsejable examinar los mismos terrenos más de una vez, puesto que hoy se necesitan nuevos datos que antes no se sabía utilizar, y la evolución de la demanda va modificando la importancia relativa de distintos tipos de información.

En un país que trata de »desarrollarse«, el proceso de acrecentar la información sobre recursos naturales debería dar lugar a la explotación de las oportunidades adecuadas de inversión en todas las etapas de información, con el fin de mantener una corriente de proyectos de inversión en recursos naturales que se vaya explotando a medida que lo permita el espectro general de oportunidades de inversión que ofrece el país. Evidentemente, no es necesario comparar determinadas posibilidades de inversión con determinadas opciones. Por ejemplo, no hay necesidad de comparar la inversión en un proyecto de aprovechamiento de un recurso natural con la inversión en determinada industria. Debería ajustarse la inversión en cada *rama* para proporcionar el mis-

mo rendimiento marginal, que debería reflejar la decisión a que ha llegado el país —no importa cómo— respecto a la división del producto potencial entre inversión y consumo. La evaluación es adecuada si se utiliza el rendimiento general de la inversión para determinar si una oportunidad de inversión concreta tiene valor actual o no lo tiene.

En la práctica, para lograr una corriente de inversión en recursos naturales en las últimas etapas, donde la empresa privada puede ser la forma de organización predominante, será preciso que los organismos de gobierno procuren proporcionar la información necesaria acerca de oportunidades cuyo rendimiento es muy incierto. Parte importante del problema es evitar la acumulación de datos desprovistos de significación económica o que se refieran a tierras con valor cero, tanto antes como después de invertirse en información.

El análisis efectuado en este capítulo se ha expresado en términos económicos abstractos pero simples, con objeto de establecer ciertos conceptos económicos que deben configurar el modelo mental que aplicamos a la distribución del gasto en información sobre los recursos naturales. Teniendo presentes estos conceptos y ayudados por el análisis que se hizo en capítulos anteriores de los aspectos físicos de las actividades de información sobre recursos naturales, estamos en condiciones de examinar algunas implicaciones que afectan a las decisiones que han de tomarse al organizar y administrar programas de información.

Procedimiento para determinar la fecha de construcción óptima y la duración óptima del programa de recolección de datos cuando la demanda es creciente

Cuando la demanda crece en un período de años, la construcción anticipada de un proyecto hará que las obras sean de tamaño más pequeño que el óptimo que tendrían si se hubiesen construido posteriormente. Por lo tanto, la construcción prematura impedirá satisfacer parte de la demanda en época posterior, o la satisfará con equipo no del todo apto. La construcción posterior satisfará mejor la demanda posterior y más alta, pero sacrificará los ingresos netos que se hubieran podido percibir entretanto. Evidentemente, hay una fecha mejor que las demás.

En algunos tipos de proyectos es incorrecto suponer que los gastos de inversión se hacen aproximadamente en un momento dado, pues una inversión inicial cuantiosa en una estructura principal puede ir seguida de una inversión adicional posterior, exigida por el crecimiento de la demanda. Como ejemplo cabe citar una presa con una red de distribución creciente e inversiones para dar capacitación técnica en prácticas de riego. No obstante, la fecha de construcción se puede representar como una sola fecha. En el análisis siguiente se toma en cuenta la posibilidad de repartir los gastos de inversión a lo largo de un período.

La idea básica en la secuencia de operaciones que aparece a continuación reside en el uso de una computadora para simular los resultados de muchos experimentos con distinto número de años de datos. En esta forma podemos estimar los efectos esperados en el rendimiento si se comienza la recolección de datos cinco años antes de la construcción, diez años antes, etc.

La secuencia de operaciones es la siguiente:

- 1) Estimar la función de demanda para cada año.
- 2) Derivar la serie »verdadera« de datos pertinentes (datos sobre el caudal, por ejemplo). Esta serie »ver-

dadera« se usará para calcular el rendimiento en dólares de instalaciones diseñadas basándose en muestras de series de datos. La serie »verdadera« puede ser de cincuenta años, por ejemplo, y el diseño de la instalación puede calcularse sobre la base de una muestra de cinco años de datos. Lo que se pretende descubrir es lo que sucedería si, en una serie de proyectos, el diseño se basara en períodos de recolección de datos de cinco años.

La serie »verdadera« podría ser una serie histórica larga o podría generarse a base de parámetros obtenidos de datos históricos más limitados. Por ejemplo, se podría usar el modelo $x_t = rx_{t-1} + (1 - r)x + S_x (1 - r^2) \mathcal{E}^{18}$, siendo x el caudal anual, r la correlación de la serie, S_x la desviación estándar de los valores de x , y \mathcal{E} una variable aleatoria con un promedio de cero y una distribución específica. La elección de esta distribución es un elemento muy importante del problema.

Numerar los valores de la serie »verdadera« de uno a n .

3) Extraer una muestra de, digamos, cinco años consecutivos tomados de la serie »verdadera«. Usar esta muestra para estimar las constantes de la ecuación que aparece en la operación 2 (o de cualquier ecuación generadora que se esté usando).

4) Generar una serie larga usando constantes estimadas sobre la base de una muestra de cinco años.

5) Usando la serie que se menciona en la operación 4, calcular el tamaño óptimo de la construcción para cada año cercano al que podría ser el óptimo, calculando el valor actual de los excedentes anuales con estructuras de distinto tamaño. Por ejemplo, en el año t la serie da un caudal anual x_t . Este caudal y un tamaño dado de la estructura permitirán vender una cierta cantidad q_t de producto (a menudo en la misma unidad que x) a cierto precio que dependerá de la curva de la demanda de ese año. Habrá costos c_t en relación con la venta en ese año. Incluir los gastos en información sobre los costos.

¹⁸ Véase Ven Te Chow, »Sequential generation of hydrologic information«, *Handbook of Applied Hydrology*, pp. 8-94.

Sumar los valores actuales de estos excedentes anuales, incluyendo el costo de construcción en que se incurrió en $t = 0$. La más alta de estas sumas da el tamaño provisional óptimo para el año en cuestión.

6) Repetir la operación 5, pero haciendo retroceder un año la serie de la operación 4, de modo que el año n de la operación 4 sea ahora $(n - 1)$.

7) Repetir la operación 5, pero haciendo retroceder dos años la serie de la operación 4, de modo que el año n de la operación sea ahora $(n - 2)$.

8) Seguir haciendo retroceder la serie de la operación 4 un año cada vez.

Al hacerlo se irá generando un nuevo valor actual correspondiente a cada año civil para el cual se está determinando el tamaño de las instalaciones.

Promediar estos valores actuales para cada año civil a medida que el proceso avanza.

Detener la operación 8 cuando estos promedios se estabilicen.

9) Actualizar a una misma fecha el valor medio actual establecido para cada año. El valor máximo entre ellos indicará el tamaño óptimo de las instalaciones y la fecha óptima de construcción sobre la base de la primera muestra de cinco años de datos.

10) Estimar el valor actual en una fecha dada del tamaño y fecha de construcción determinadas por la primera muestra de cinco años de datos, utilizando caudales de la serie «verdadera» de la operación 2.

11) Repetir la operación 10, haciendo retroceder un año cada vez a la serie «verdadera». Al hacerse esto se obtendrá una estimación del valor actual de la oportunidad asociada con la primera muestra de cinco años de datos.

Cuando el promedio corriente de estas estimaciones se estabiliza, se obtiene el valor esperado de la oportunidad para la primera muestra de cinco años.

12) Repetir las operaciones 3 a 11 para una segunda muestra de cinco años de datos.

13) Cuando el promedio de los valores actuales en la eta-

pa 11 se estabiliza, se obtiene el valor esperado que va unido a muestras de cinco años.

14) Repetir las operaciones 3 a 13 con muestras de seis, siete y más años.

15) Preparar una tabla que muestre la relación entre la fecha en que se inicia el programa de recolección de datos y el valor actual de la oportunidad de inversión.

VI

Algunas orientaciones para organizar y administrar las actividades de información

Nuestra búsqueda de orientaciones para administrar las actividades de información se basa en una visión general del papel que representa la información en las decisiones económicas que afectan a los recursos naturales. No se trata de acumular información »completa«, ni de avanzar con la mayor rapidez posible, pues estas metas no tendrían razón de ser. En líneas muy generales, lo que deseamos es información que permita tomar decisiones adecuadas respecto a las inversiones que se harán en los próximos años; y digo adecuadas por cuanto la información tiene un costo real y el curso del desarrollo económico está poderosamente constreñido por fuerzas a las que no afecta la cantidad de información que se recolecte. Más información de un tipo puede significar menos de otro, con el riesgo agregado de acumular información, no para resolver un problema concreto aplicando un modelo de información completa, sino por la información misma, con el riesgo de acumular datos que tal vez no se usen nunca. No podemos recolectar toda la información »necesaria« para resolver un conjunto dado de problemas, en parte porque la solución de problemas concretos »ahora« depende de la información que se haya reunido antes, y en parte porque lo que conviene es tener sólo la información suficiente para llegar a una solución aceptable.

¿Cómo podemos llegar a normas de economicidad?

Un método podría ser el de emular al economista agrícola que, junto con sus colegas técnicos, puede decirnos cómo aplicar cierto tipo de fertilizante, pues sobre la base de experimentos o por medio del análisis estadístico de diversas aplicaciones no experimentales de fertilizantes, ha aprendido que con suelos de cierto tipo, con ciertas modalidades de rotación y condiciones climáticas, conviene usar una determinada cantidad de fertilizante por acre y por temporada, a los precios y costos actuales.

Por razones obvias, no es posible proceder así con la información sobre recursos naturales, ni parece que lo será en gran escala en el futuro. Los beneficios que derivan de la información sobre recursos naturales suelen ser difusos; mucha de la actividad de información debe anticiparse al momento en que se usará, y a diferencia de los fertilizantes, no es fácil determinar el producto de algunos tipos de información. A primera vista, tal vez algunos de estos tipos parezcan desprovistos de valor porque su recolección sólo sirve para eliminar posibilidades insatisfactorias; pero de no eliminarse, esas posibilidades habrían podido absorber muchos fondos de inversión.

Es muy difícil hacer estimaciones numéricas del valor de un poco más o un poco menos de información, pero aún así disponemos de dos procedimientos. Primero, es posible hacer algunas sugerencias para economizar que, aunque no produzcan un ajuste refinado de los gastos a la luz del producto en cuestión, por lo menos ayudan a evitar errores graves en la distribución de fondos. Además, en muchos casos se puede adquirir cierta seguridad de que un incremento determinado en el gasto proporcionará un producto de más —o menos— valor que dicho gasto.

La segunda posibilidad para resolver problemas de asignación de fondos es buscar formas de organización y relaciones entre organizaciones que ayuden a apreciar los cambios marginales en información y sus beneficios. Aunque no podamos estimar el valor de la información, tal vez sí podamos determinar algunas de las características de una organización que permitiría evaluar mejor los cambios marginales en los programas de información con el transcurso del tiempo.

Las sugerencias que se hacen aquí tienen dos características generales. Primero, se basan en la especialización y la utilización cabal de especialistas para llevar a cabo los programas de información sobre recursos naturales, siempre que la labor de estos especialistas se ciña al sistema por el cual se deciden las inversiones y las operaciones en el campo de los recursos naturales; en otras palabras, que estén al servicio del sistema.

Segundo, orientan hacia un sistema en el cual los programas de información se ajusten a las necesidades y demandas de los organismos públicos y privados que utilizan la información sobre recursos naturales. Cabe esperar que el equilibrio de los programas y su contenido han de cambiar en el tiempo¹.

¿CUANTA INFORMACION?

Nuestra primera norma es obvia y tal vez algo formal, pero es preciso expresarla y tenerla bien presente: *La cantidad de información recolectada debe acrecentarse en tanto el valor actual de la oportunidad de inversión (o el ahorro en los costos, si éste es el uso que se da a la información) aumente más que el costo de la información.*

Este punto se examinó detenidamente en el capítulo v. Aquí nos limitaremos a recordar las líneas principales de la argumentación, que difícilmente pueden pasarse por alto, ya que la administración de la información debe formar parte del proceso de maximizar el valor social actual de las oportunidades de inversión, con el fin de evitar tanto la acumulación anti-económica como la insuficiencia de los datos.

Nuestro análisis comenzó considerando el caso simple en que súbitamente se percibe una oportunidad de inversión con demanda y costo constantes luego de terminada la construcción. El tamaño apropiado

¹Dos autores coinciden con algunos aspectos del enfoque dado aquí a estos problemas, pero difieren respecto a muchos otros. Véase Estevam Strauss, «Algunos aspectos de la investigación y explotación de recursos naturales en América Latina relacionados con la planificación económica, Parte I», julio de 1965 (a mimeógrafo), y «Recursos naturales y planificación económica en América Latina, Parte II», noviembre de 1965 (a mimeógrafo), trabajos publicados por el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. Hay versión en inglés de la Parte I. Véase también León Laitman, «El desarrollo de datos sobre recursos naturales para la planificación económica. Un método integral», *Temas geográfico-económicos*, Documentos de la Unión Geográfica Internacional, Conferencia Regional Latinoamericana, vol. II (Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Ciudad de México, 1969), p. 19.

del proyecto dependerá en uno o más aspectos del comportamiento de una variable estocástica de los recursos naturales, como el caudal de una corriente de agua. La única manera de estimar las características pertinentes del comportamiento de esta variable es basarse en datos observados. El problema reside en determinar cuánto podemos esperar para recolectar datos antes de construir.

Lo fundamental es estimar una función que relacione el valor actual esperado de la oportunidad de inversión en el tiempo t con el número de años de datos disponibles, siendo t también el número de años de datos disponibles a la fecha de construcción, t . Podemos decir que $t=0$ es «ahora», el momento en que se percibe la oportunidad de inversión.

El valor esperado de la oportunidad de inversión será bajo si se dispone de pocos datos, pero se elevará al haber más datos. Si se dispone de pocos datos, la estructura puede resultar demasiado grande². (lo que causa capacidad ociosa) o demasiado pequeña (lo que causa pérdida de producto o fallas estructurales), reduciendo así el valor actual esperado de la oportunidad. Para cantidades de datos suficientemente pequeñas, el valor esperado será negativo³. A medida que aumenta la cantidad de datos, el valor esperado (siempre en el tiempo t) se elevará, pero con ritmo decreciente. Si suponemos precios y costos constantes, el valor esperado se irá aproximando a un máximo a medida que nuestras estimaciones de los valores de los parámetros pertinentes de la distri-

²Cabe preguntarse lo que sucedería si se construyeran muchas estructuras de este tipo con estimaciones basadas en diez años de datos, por ejemplo, y luego preguntarse lo mismo para casos en que se dispone de once años de datos, doce, etc.

³Alberto Martínez ha señalado que en muchas partes de Sudamérica la falta de datos climáticos hace imposible determinar si el clima excluye la posibilidad de adaptar plantas exóticas. En su opinión, son innumerables los casos en que se han construido presas demasiado grandes o demasiado pequeñas, que no se llenan jamás o que pueden fallar. Las obras al alcance de los ríos suelen sufrir daños porque al diseñarlas no se conocían los caudales probables. Véase su «Informe sobre clima y meteorología de Sudamérica» (UNESCO/CASTALA/2.1.2.II.1), p. 13.

bución considerada se vayan aproximando a los valores reales⁴.

Podemos concluir de inmediato que la construcción debe efectuarse cuando el costo de recolectar un año más de información sea igual al incremento resultante del valor actual esperado. El costo de obtener un año más de datos se compone de dos elementos, el gasto en el año para obtener los datos, k , y el interés sobre el valor actual esperado de la oportunidad que se hubiera percibido si no se hubiese esperado un año más. Es decir, si $V(t)$ es la función básica, deberemos esperar hasta que su tasa de incremento, $V'(t)$, sea igual a $[rV(t) + k]$, siendo r la tasa de actualización (la rentabilidad de la inversión).

Hay varias conclusiones evidentes. Primero, no conviene esperar hasta tener información »completa«. Segundo, un elemento muy importante del problema es el costo derivado de la postergación de la corriente de ingresos netos provenientes del proyecto. Esto significa que no conviene acumular datos hasta que el incremento del valor esperado sea igual al costo anual de los datos. La tasa de incremento $\frac{\text{porcentaje}}{100}$

por año del valor esperado $\frac{V'(t)}{V(t)}$ no debe ser inferior a $\frac{rV(t) + k}{V(t)} = r + \frac{k}{V(t)}$.⁵

Esto significa que el efecto que tiene en el valor esperado un año más de datos debe ser considerable para que convenga esperar.

Demos ahora al problema una forma que se ajuste mejor a la situación que enfrentan los organismos de información. Supongamos que observamos una posibilidad de inversión que algún día será viable porque la demanda está creciendo.

⁴Por ejemplo, los resultados pueden depender de la frecuencia de las crecidas superiores a cierto nivel, del caudal anual medio, del caudal medio en determinada estación del año, o de otras características del río.

⁵Nótese que se trata de la relación entre k y $V(t)$ y no de la relación entre k y el costo de capital del proyecto.

La ilustración más simple del crecimiento de la demanda es poco realista, pero siempre instructiva. Supongamos que en cierto momento la demanda surge repetidamente en toda su plenitud. ¿Cuántos años antes deberíamos haber empezado a recolectar datos? Si podemos elegir libremente la fecha de construcción, es evidente que ésta debería ser el momento en que aparece la demanda. Lo que debemos comparar es el costo de empezar un año antes para recolectar un año más de datos (acumulando este costo a la fecha de construcción mediante la tasa de actualización), con el incremento resultante del valor esperado. En este caso, para obtener un año más de datos no hay que postergar la corriente de ingresos netos, pero en cambio se incurre en costos por concepto de intereses, que reflejan las oportunidades reales de inversión que se han sacrificado, sobre los fondos gastados en información.

En ejemplos más verosímiles, donde la demanda crece año a año, el problema se hace más complejo. Imaginemos que el problema precedente —el de determinar cuántos años antes de la construcción debe iniciarse la recolección de datos— se analiza por separado para cada posible fecha de construcción. En cada uno de estos casos habrá un valor esperado máximo (actualizado a la fecha de construcción) asociado a cierto número de años de datos. El mayor de estos máximos, actualizados todos a una fecha común, será la mejor fecha de construcción e indicará el momento en que debe comenzarse el programa de recolección de datos. Debería ser posible hacer este tipo de estimaciones, por lo menos retrospectivamente.

Las estimaciones cuantitativas del tipo que necesitan estos modelos simples no son factibles para muchos problemas de información. En algunos casos es difícil cuantificar la información. En otros los beneficios son muy difusos o difíciles de medir. Sin embargo, en todos los casos el modelo simple plantea los interrogantes apropiados. Deberíamos tratar de estimar el producto de más información, y tener presente el papel preponderante de la tasa de actualización en estas estimaciones. La postergación de una corriente de in-

gresos netos es muy onerosa, como lo es también la recolección prematura de datos. Estas no son «sólo» consideraciones financieras, sino que reflejan el hecho de que los bienes de capital tienen un rendimiento en producto real.

¿CUALES SON LAS ZONAS ADECUADAS?

La mayoría de los programas de información sobre recursos naturales deberían centrarse en las zonas explotadas o cerca de ellas.

Aunque esta recomendación pueda parecer sorprendente, las consideraciones en que se apoya son convincentes si el gasto en información se evalúa en calidad de inversión pública. Sin embargo, hay algunas excepciones parciales.

Ante todo, como el producto económico y la población crecen en las zonas asentadas, convendrá aumentar todos los insumos que se usan con los recursos naturales, y para ciertos recursos uno de estos insumos es la información acerca del recurso. Por ejemplo, consideremos los suelos y la información edafológica. En este caso, y también en otros, la capacidad para utilizar información de los propietarios o administradores de los recursos naturales crece con el tiempo, tal vez porque se eleva su nivel de educación, se hace más eficaz el servicio de extensión o simplemente porque han aprendido a aplicar la información disponible y ahora están dispuestos a emplear información más detallada y compleja. Así, la necesidad de información sobre los recursos naturales no desaparece cuando los recursos naturales están siendo explotados. La importancia relativa de los diversos recursos y el tipo de información necesaria pueden variar, pero subsiste la demanda o necesidad.

Además de haber oportunidades de invertir en más información en las zonas ya explotadas, la distribución geográfica misma de la actividad económica indica que los empresarios han encontrado obstáculos insuperables para extenderla a otras zonas, dadas las oportunidades optativas de inversión disponibles y

la necesidad de financiar los costos. Algunos países tienen zonas tan desfavorecidas que en ellas la actividad económica es prácticamente inexistente.

Los levantamientos de recursos naturales seguramente no aminorarán los efectos de los factores por los cuales algunas zonas tienen poca o ninguna actividad productiva en las industrias de recursos naturales. La extensión de la actividad económica a zonas distantes u ociosas tiene dos factores en su contra, y a veces más.

Primero, por la indivisibilidad de la construcción de muchos tipos de infraestructura, es evidente que el costo de los servicios de infraestructura será más alto en zonas de actividad económica poco densa. No se puede construir una carretera de 100 millas para un tráfico de k toneladas-millas por año, con la milésima parte del costo de una carretera para un tráfico de 1.000 k toneladas-milla por año. Y en zonas de explotación reciente tampoco puede haber la milésima parte de un médico residiendo a corta distancia de cada familia.

Segundo, el transporte contribuye enormemente a elevar el costo de la actividad económica distante de los centros establecidos, no sólo por la subutilización de capacidad, factor que ya se analizó, sino por la distancia misma. Por ejemplo, los fletes ferroviarios y derechos portuarios para varios tipos de minerales constituyen a veces el 75 por ciento del costo del mineral puesto en barcos marítimos⁶. En los depósitos de plomo y zinc de Pine Point al sur del Great Slave Lake, en el norte del Canadá, la extensión de la vía ferroviaria existente absorbió las dos terceras partes de una inversión total de 128 millones de dólares⁷. Consideremos, por ejemplo, las perspectivas de una operación maderera en uno de los afluentes del Amazonas. Aun

⁶Myles A. Walsh, «Development and Mechanization of Small Mines», *Natural Resources*, vol. II, documento preparado por los Estados Unidos para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas (Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, Washington, 1963), p. 238.

⁷*Mining Journal*, 27 de agosto de 1965, p. 143.

suponiendo que se encuentren bosques razonablemente homogéneos cuya madera sea comercializable, el obstáculo del transporte es simplemente gigantesco, pues no se trata aquí sólo de distancia, sino también de riesgos como los rápidos y otros. Y frente a esto, tal vez sea posible explotar bosques similares aguas abajo, donde los problemas de transporte son sólo los habituales y pueden resolverse con menos costo.

Parece haber una fuerte tendencia a suponer que los programas para obtener información sobre los recursos naturales deben incluir actividades extensas en zonas con poco o nada de actividad económica, si las hay en el país. Al parecer, suele creerse que en esta tarea se partirá de una tabla rasa, cuando en realidad se sabe mucho acerca de las zonas poco explotadas, aunque es más lo que se ignora.

La modalidad y los deslindes actuales de la actividad económica ofrecen una información muy útil: que se ha encontrado un obstáculo serio para la extensión de la actividad económica. Los hermanos Paddock subrayan categóricamente este factor en su reciente estudio de los problemas del desarrollo agrícola, y apoyan su opinión en muchos ejemplos adquiridos en una larga experiencia⁸. Es frecuente que alguien crea percibir oportunidades de producción pasadas por alto, sólo para comprobar después, con el fracaso, que dicha oportunidad presentaba factores desfavorables que no había visto.

Es indudable que la perspectiva de colonizar nuevas tierras acicatea las presiones para investigar los recursos naturales. En América Latina, por ejemplo, muchos países tienen tasas de crecimiento demográfico tan altas que la tarea de crear empleo productivo para efectivos crecientes origina muchos problemas. En estas condiciones, al parecer suele creerse que las enormes zonas de América Latina que no se utilizan para el cultivo y el pastoreo ofrecen magníficas posibilidades de colonización. Sólo el 5 por ciento de la super-

⁸William y Paul Paddock, *Hungry Nations* (Boston: Little, Brown, 1964).

ficie total de América Latina es hoy tierra arable, y sólo el 20 por ciento tierra de pastoreo⁹.

Aparentemente se ha hecho poco por efectuar evaluaciones económicas de anteriores proyectos de colonización, pero quienes han estudiado el asunto estiman que en los proyectos de los últimos decenios han abundado los fracasos, y en general no creen que la colonización ofrezca una salida importante para la población futura.

Por ejemplo, Christodoulou escribe al pasar revista a los problemas de colonización: «La alta proporción de fracasos en los proyectos de colonización ciertamente habría sido inferior si se hubiese hecho una evaluación cabal de la experiencia del pasado y deducido normas y orientaciones para programas futuros»¹⁰. Barraclough y Domike subrayan que los proyectos de colonización han incurrido en costos de capital muy altos, a veces veinte veces superiores al ingreso usual de los pequeños productores locales. Esto no indica necesariamente fracaso económico, ya que el ingreso neto podría ser suficiente para cubrir el interés de la inversión y dejar un ingreso neto al productor, pero estos autores parecen creer que no ha sucedido así. Estiman ellos que los asentamientos de colonos extranjeros han tenido más éxito que la colonización interna, debido entre otros factores a una mejor educación y mejor organización social. No creen que la colonización pueda resolver el problema de la población superflua de las áreas rurales¹¹.

⁹Véase Carlos Plaza V., «Los recursos naturales en la integración latinoamericana» (Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social, versión preliminar mimeografiada; Santiago, octubre de 1966), p. 20.

¹⁰D. Christodoulou, «La colonización de tierras: Algunos aspectos fundamentales que suelen descuidarse», *Boletín Mensual de Economía y Estadística Agrícola*, FAO, vol. 14, n° 10 (octubre de 1965), p. 1.

¹¹Solon Barraclough y Arthur L. Domike, «La estructura agraria en siete países de América Latina», *El Trimestre Económico*, vol. xxxiii (2), n° 130, abril-junio de 1966. Véanse especialmente las pp. 261 a 263. Véase también la serie de trabajos sobre proyectos de colonización en distintos lugares de América Latina que se presentaron en la reunión de 1966 de la Unión Geográfica Internacional.

La tesis de efectuar levantamientos para obtener información sobre zonas deshabitadas parece apoyarse en el supuesto de que sin esta información se perderán valiosas oportunidades de producción que no pueden descuidarse. Si esas zonas son bosques lluviosos, la dificultad no parece residir en ubicar zonas ricas que se puedan explotar con las técnicas actuales y que por su gran tamaño compensen las desventajas de la distancia, sino en elaborar métodos para hacer uso agrícola de ellas.

Son muchos los expertos que han estudiado los obstáculos que dificultan la explotación de las zonas lluviosas calientes, y los han encontrado muy graves. John Phillips, aplicando experiencia adquirida en varios países, destaca tres tipos de problemas. El primero es un conjunto impresionante de problemas de salud, no necesariamente insuperables pero por ahora graves en muchas zonas, y con pocas perspectivas de poderse reducir con rapidez a niveles tolerables. La severidad de los problemas de salud se halla estrechamente vinculada al segundo tipo de problemas que destaca Phillips: lograr que los colonos adopten las mejores prácticas, tanto de salud como de producción. El tercer tipo de problemas, sin embargo, tal vez sea el más fundamental: desconocimiento en el plano técnico de métodos de explotación que rindan lo suficiente como para que el asentamiento sea viable. La estima-

Conferencia Regional Latinoamericana, realizada en Ciudad de México: *La geografía y los problemas de población*, tomo 1. Estos documentos fueron publicados por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Ciudad de México, 1966. Los siguientes tienen especial interés:

Craig L. Dozier, «Problemas para la colonización efectiva de tierras nuevas en América Latina: Algunos ejemplos actuales», p. 229;

Alejandro Medina Valderrama, «El estudio de geografía regional, síntesis de la colonización de la selva peruana», p. 247;

Ulv Masing, «San Vito de Java: Análisis del éxito y fracaso de una colonia de agricultores inmigrantes en el bosque lluvioso de Costa Rica», p. 267;

Gottfried Pfeifer, «Observaciones a lo largo de las nuevas fronteras de colonización en Paraná y Matto Grosso», p. 267;

David E. Snyder, «Realidades geográficas de la colonización fronteriza contemporánea en América del Sur», p. 329.

ción que hace Phillips de las dificultades merece citarse *in extenso*:

»Todavía desconocemos la técnica y la economía del raleo o de la eliminación total de la vegetación leñosa con el fin de utilizar el terreno para cultivos anuales y permanentes. Así sucede con el cacao, el café, la pimienta, los bananos y otros cultivos alimentarios que pueden crecer junto a árboles y arbustos autóctonos dejados en su lugar, y con la palma aceitera, el té, el caucho, el algodón, el sisal y los bananos de plantación y plantas anuales que son aptas para el cultivo mecanizado y que necesitan la eliminación casi total de la vegetación leñosa encima y debajo de la tierra.

»La historia de todas y cada una de las empresas en mayor escala emprendidas en tierras donde ha habido que eliminar o reducir la vegetación leñosa, revela la gravedad del problema de desbrozar total o parcialmente esa vegetación en forma compatible con una protección satisfactoria del suelo y con la economía de la inversión. Ejemplos claros de lo que no se debe hacer son las experiencias en las sabanas boscosas de Tanganyika (proyecto de cultivo de cacahuets en el Africa Oriental), en la selva de la zona seca de Ceilán (proyecto de riego de Gal Oya) y en la selva lluviosa del Perú (véanse los valientes esfuerzos de un conocido filántropo estadounidense, el Sr. R. Letourneau, por desbrozar tierra para pastoreo). A estos ejemplos espectaculares cabe añadir muchos pequeños proyectos públicos y privados en América Latina, Africa, la India y el sudeste de Asia¹².

Stamp da igual importancia a las dificultades técnicas de usar las zonas lluviosas cálidas para fines agrícolas. En ellas el crecimiento de los árboles es extraordinario, pero el exceso de precipitación, que sobrepasa con creces a la evaporación, causa un rápido empobrecimiento del suelo porque arrastra las materias calcáreas superficiales en cuanto se eliminan los árboles que lo cubren. Stamp concluye diciendo: »En general, si las selvas ecuatoriales se desbrozaran, ofre-

¹² John Phillips, *The development of agriculture and forestry in the tropics* (Faber & Faber, Londres, 1961), p. 83.

cerían grandes superficies con suelos regulares o malos, susceptibles de empobrecerse aún más y de sufrir una marcada erosión¹³. Observa este autor que, en las regiones ecuatoriales productivas suele haber condiciones especiales de suelos y terreno (por ejemplo, capas arcillosas que contengan el agua para el cultivo del arroz, clima monzónico, etc.).

Asimismo, los problemas de transporte que obstaculizan la extensión brusca de la actividad económica se hacen sentir en todas las regiones, pero son más graves en las zonas lluviosas cálidas y culminan cuando el exceso de agua se combina con un terreno escarpado. La descripción que hace Dozier de la carretera de 195 kilómetros desde La Paz al proyecto de colonización junto al curso superior del río Bení ilustra vívidamente dichos problemas. Los verdaderos tropiezos comienzan en los últimos 75 kilómetros. Este tramo recibe una precipitación abundante, que se concentra en una mitad del año pero que abunda también en los llamados meses secos. La carretera está construida, no sobre roca, sino sobre arcilla que queda fácilmente expuesta en las laderas de los cerros. Cuando el avenamiento natural es insuficiente, durante las lluvias y después de ellas la carretera se transforma en un lodazal de increíbles proporciones. En la práctica la movilidad cesa, salvo para los más poderosos de los camiones y tractores que se emplean en la construcción. Los vehículos corrientes de cuatro ruedas pueden recorrer los 75 kilómetros en un día, si es que tienen suerte. En este caso concreto, la mejor calidad de los primeros 120 kilómetros desde La Paz ha causado asentamientos espontáneos en este tramo alrededor de Caranavi, con resultados económicos más satisfactorios que los de la colonización organizada sobre el Beni¹⁴.

En lo que toca al producto del desarrollo agrícola y forestal, cabe concluir que las oportunidades de inversión son menos viables mientras mayor deba ser el salto (en términos económicos) desde la actividad ac-

¹³L. Dudley Stamp, *Our developing world* (Faber & Faber, Londres, 1960), pp. 47 a 51.

¹⁴Dozier, *op. cit.*, pp. 238 y 239.

tual, y aún menos viable si se trata de zonas lluviosas cálidas. Así, siendo pocas las perspectivas de inversión viable, la actividad de información sobre los recursos naturales bien puede concentrarse en las zonas con actividad económica y en las adyacentes. Nótese que esto da margen a dos inferencias. Cuando las rutas de transporte se extienden por razones no económicas —por ejemplo, construcción de una carretera para fines militares— la actividad de información sobre los recursos naturales se justifica de inmediato, pues se ha eliminado uno de los grandes obstáculos para invertir: el costo del transporte. Al evaluar en este caso las oportunidades de inversión, debe asignarse a la oportunidad (o a los inversionistas privados) sólo el costo adicional de transporte ocasionado por la inversión. Segundo, la obtención de datos sobre recursos naturales en zonas cercanas a las actualmente explotadas hará que se obtenga también información sobre zonas donde hay asentamiento espontáneo¹⁵. La medición y comprensión de este proceso tiene gran importancia por muchas razones. En lo que toca a los recursos naturales, el asentamiento suele hacerse en zonas vulnerables a métodos de producción erosivos. Pese a que los resultados económicos y sociales de estos asentamientos tienen gran importancia para diversos programas gubernamentales, como los de obras públicas y servicios públicos de diversos tipos, aparentemente no se los está estudiando con detenimiento¹⁶.

Hay un par de excepciones parciales a la norma de distribución por zonas sugerida aquí, y la primera de ellas son los minerales. La excepción es sólo parcial, porque muchos minerales y productos minerales tienen un valor tan bajo en relación con su peso que sólo pueden

¹⁵Evidentemente, en algunos casos la frontera entre las zonas viables y no viables es tan marcada (Chile presenta muchos ejemplos como sus valles nortinos y sus barreras montañosas) que no hay motivos para obtener información más allá de dichas barreras.

¹⁶Así opina el ingeniero Augusto Eulacio, de la FAO (Santiago de Chile). Véase también Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola, *Inventory of information basic to the planning of agricultural development in Latin America, Regional Report* (Unión Panamericana, Washington, 1963), p. 38.

soportar largos traslados por tierra en zonas asentadas o cuando el volumen transportado ocupa gran parte de la capacidad de transporte. Esto sugiere que la exploración en busca de minerales en zonas inexploradas debería guiarse por indicadores previos de que la zona está mineralizada y por posibilidades de transporte (ríos o vías férreas, por ejemplo) que ayuden a reducir los costos de construcción. Cuando una zona distante parece muy promisorio, tal vez sea posible establecer un distrito minero que pueda financiar el transporte. Los productos más valiosos, como los metales preciosos o exóticos, pueden pagar el transporte aéreo del mineral o del producto final, de modo que su busca puede ser más extensiva. Si la productividad es alta y las reservas abundantes, el petróleo y el gas natural pueden ser transportados a larga distancia en tuberías, y por lo tanto, la búsqueda de estos elementos puede ser más amplia en algunas circunstancias.

De estas observaciones sobre los minerales parece desprenderse que tal vez valga la pena efectuar estudios geológicos de carácter muy general en zonas inexploradas, si la información existente no es desalentadora. Sería aconsejable avanzar por etapas si la información existente indica que algunas zonas son más prometedoras que otras.

Otra posible excepción a la norma de distribución son los datos hidrológicos y meteorológicos, pues los sistemas naturales que interesan desde el punto de vista económico pueden extenderse hasta zonas carentes de actividad económica. Los sistemas climáticos de la costa oeste de Sudamérica son un ejemplo.

Por fortuna, hay posibilidades de sustituir cuando menos parcialmente los datos climáticos convencionales obtenidos de zonas oceánicas por fotografías tomadas desde satélites. En cuanto al agua, el hecho de que se pueda transportar cerro abajo en un río o una tubería puede significar que hoy la información hidráulica sobre zonas remotas tiene utilidad. Sin embargo, en estos casos el costo de recolectar datos regulares fidedignos en zonas distantes pueden ser muy altos. Tal vez la falta de personal adecuado dificulte la administración y lectura de los

instrumentos, por simples que sean; y las diversas posibilidades de efectuar registros automáticos o utilizar equipo radiofónico crean necesidades de personal y problemas de conservación.

SUGERENCIAS PARA ADMINISTRAR ALGUNOS TIPOS DE ACTIVIDADES DE INFORMACION

Las observaciones siguientes no pretenden ser una reseña sistemática de la forma de administrar distintos tipos de actividades de información, pues son demasiado breves y esquemáticas, y en parte constituyen el subproducto, en un nivel menos general, de mi tentativa de relacionar con el desarrollo económico los problemas que se plantean en los diversos campos de información.

Lo incompleto de estas observaciones se debe en parte a que los problemas de economía en cada campo deben ser resueltos por los especialistas en conjunción con los usuarios de la información. Sin embargo, los problemas de los distintos países y la calidad de los organismos que producen y usan esta información son tan variados que todo análisis de aplicación general resulta trivial y vacuo. Por lo tanto, lo que expongo a continuación son sólo algunos puntos que me parecen importantes o que suelen descuidarse.

Fotografía aérea

Puesto que las fotografías sirven para obtener determinados tipos de información, el programa fotográfico debe depender de los demás programas, sin olvidar que existe una demanda no gubernamental de las fotografías mismas para una gran variedad de usos. ¿Convendría entonces reunir pares estereoscópicos de todo el país, para tener la certeza de disponer de las fotografías cuando se las necesite? Esto depende mucho de las circunstancias.

Ante todo, si las fotografías no han de usarse en el futuro próximo, ¿por qué incurrir en gastos prematuros cuando hay tantas necesidades urgentes de capital? Además, los costos de la fotografía bajan y la calidad de las imágenes mejora con el transcurso del tiempo. Por otra parte, no todos los usuarios necesitan fotografías a la misma escala o pares estereoscópicos con el mismo ángulo de

visión¹⁷. A esto se añade que la información cultural se deteriora con la edad, pese a que las fotografías antiguas tienen valor cuando interesa el cambio entre ellas y las nuevas. Esta última consideración sugiere que es conveniente prever los casos en que se desea medir por medio de fotografías el cambio que causa el paso del tiempo, pues las zonas afectadas deberían incluirse en las fotografías iniciales, tal vez sólo como muestreo.

De otro lado, si la información derivada de las fotografías aéreas ha de utilizarse como base para la tributación agraria, como en Chile, se necesitarán fotografías de toda la superficie afecta a este sistema, aunque también, como en Chile, tal vez no sea necesario abarcar todo el país.

Mapas para usos generales

Debería ser relativamente fácil tener una idea de la demanda de mapas de uso general. El costo de fabricar cierto tipo de mapas, especialmente planimétricos, será mucho más bajo cuando se disponga de fotografías tomadas por satélites, de modo que no habrá motivos que impidan levantar mapas de todo el país.

Los mapas topográficos, mucho más caros, deben elaborarse a medida que lo exija la demanda. Tendrían prioridad las zonas con futura actividad de construcción, incluida la privada, las obras públicas y las carreteras, lo que favorecerá a las zonas de actividad creciente. En algunos casos se necesitarán mapas topográficos como base para los mapas geológicos. Algunas de estas zonas pueden distar mucho de las actuales zonas de actividad económica en expansión (por ejemplo, cuando se necesita información geológica para explorar en busca de minerales).

¹⁷Para conocer algunas opiniones autorizadas sobre este punto, véase W. Schermerhorn, «Planning of Aerial Surveys for the Over-all Development of the Natural Resources of a Country», *Proceedings of United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment*, Mineral Resources Development Series N° 12, Bangkok, 1960, p. 68; y A. P. A. Vink, «Aerial Photographs and the Soil Sciences», trabajo presentado en 1964 en la Conferencia de Toulouse (UNESCO/NS/90, París, 28 de febrero de 1964), p. 21.

Datos geológicos

Al analizar la norma de centrar las actividades que generan información sobre los recursos naturales en zonas explotadas o cerca de ellas, se señaló que la información útil para buscar minerales era una excepción parcial. Examinemos ahora la naturaleza de esta excepción con más detenimiento, para ver qué normas podrían sugerirse para las investigaciones geológicas.

La demanda de las actividades de un organismo geológico derivada de los programas de otros organismos gubernamentales plantea pocos problemas. Se pedirá ayuda en materia de ingeniería geológica para muchas de las obras que emprenden diversos programas gubernamentales (carreteras, puentes, instalaciones portuarias, presas, canales, edificios, aeropuertos, etc.). Los organismos de desarrollo hidráulico desearán diversos tipos de estudios geológicos como parte del trabajo de ordenamiento de cuencas, y deberán estudiarse los problemas del agua subterránea para ayudar a los organismos encargados de suministrar agua potable, industrial y de riego.

La satisfacción de estas demandas de los organismos gubernamentales absorberá una porción apreciable del gasto público en información geológica, pero no es muy difícil prever esta demanda ni organizar las actividades para satisfacerla. En cuanto al financiamiento de estos estudios, será de desear que el organismo solicitante pague al organismo geológico por el trabajo realizado. Este procedimiento hará que el organismo que solicita fondos para un proyecto incluya en la suma pedida el costo de los estudios geológicos y que esa suma no sea engañosamente baja. Además, la necesidad de reembolso puede estimular al organismo solicitante a comparar lo que pide el organismo geológico con lo que piden firmas consultoras privadas. A veces puede resultar más económico encargar servicios geológicos a firmas privadas especializadas que a una dependencia pública.

Es más difícil proporcionar información geológica para la busca de minerales y petróleo. Hacer un análisis completo del problema de la exploración de minerales resultaría tan largo y difícil que necesitaría un volumen separado. Sin embargo, se pueden hacer algunas

observaciones generales que tal vez ayuden a evitar gastos inútiles.

Creo que la orientación general de un organismo geológico es un factor de importancia para lograr el tipo de programa que más beneficie al país a través de sus recursos minerales. En este análisis se supone que el gobierno está interesado en el rendimiento económico de las investigaciones geológicas y no en hacer un acopio de información por la información misma. En los levantamientos geológicos, como en todas las actividades que envuelven una disciplina establecida, se tiende a orientar las actividades del organismo hacia objetivos profesionales que pueden estar en conflicto con los objetivos económicos. Evidentemente, esto no significa que los estudios orientados al objetivo económico de proporcionar información que puede desembocar en el descubrimiento y la explotación de depósitos deba ser no profesional; significa que debe evitarse la tendencia a establecer normas muy rígidas de diversos tipos, y que los esfuerzos por lograr la cobertura completa de grandes superficies con mapas a determinadas escalas debe considerarse siempre como un instrumento y no como un fin. En otras palabras, la cobertura completa de una superficie sólo puede ser válida como meta cuando se estima que será productiva en términos económicos.

Al programar las actividades de información geológica es preciso preguntarse continuamente si lo que se planea tendrá un rendimiento. Si la actitud frente a la necesidad de comprometer personal y equipo no es siempre crítica, las deformaciones del programa pueden hacerse tan grandes que cualquier examen imparcial revele que se está malgastando el dinero. El problema de la elaboración del programa, en especial, no se puede resolver aduciendo el carácter »básico« de los datos que se generan. Argumentar que algún tipo de datos es »básico« equivale a soslayar el problema. En realidad, si se pudiesen hacer estimaciones adecuadas de la productividad de todos los tipos de información, se concluiría que todos ellos son igualmente básicos en el sentido de que todo dólar adicional que se gaste en cualquiera de ellos producirá la misma ganancia, es decir, el valor de un dólar en ganancia.

Supongamos que quienes determinan el programa del organismo geológico poseen esta actitud crítica, y que procuran eliminar los programas que no contribuyen al producto económico y ampliar adecuadamente los que contribuyen. ¿Hay algunas orientaciones generales que deban tenerse presentes?

En mi opinión, debemos reconocer que la concepción de programas para las etapas iniciales del proceso de exploración, normalmente decidido y financiado por el gobierno, despierta opiniones que distan mucho de ser unánimes. Ello se explica por la dificultad de evaluar los diferentes programas cuando los medios físicos de los países son distintos y se diferencian en formas difíciles de cuantificar. Así, tal vez cueste darse cuenta de que un programa adecuado para un país no lo es para otro. No sólo los atributos físicos de los países difieren en muchas formas sutiles, sino también las instituciones y organizaciones que aprovechan la información generada. Además, es difícil medir el producto de las actividades en estas etapas iniciales. Si pensamos en un proceso de selección que aplica las técnicas más baratas por unidad de superficie para elegir superficies más pequeñas que se someterán a estudios intensivos por métodos más caros, ¿cuántas zonas se rechazan erradamente en las primeras selecciones? Este no es un problema inabordable y puede estudiarse, pero evidentemente aún no se le ha hallado solución adecuada. Igualmente difícil es estimar el número de oportunidades que llegarán a descubrirse.

En tanto que el estudio cuantitativo de la programación de las actividades exploratorias se halla en estado más bien rudimentario, normalmente se considera que el programa adecuado incluye una sucesión de selecciones, que va reservando las actividades más caras para aplicarlas a superficies más pequeñas en etapas posteriores.

Con esta idea de selección en la mente, el programador normalmente confronta no una gran zona desconocida, sino un conjunto de zonas, con acervos separados de información sobre los minerales y, lo que es igualmente importante, con características diferentes que influyen en el valor de los minerales de la zona. Para conocerlas

mejor puede recurrirse a la investigación geológica regional, a la investigación geoquímica y a otras, con la posibilidad de hacer uso de cada una de ellas con diferentes grados de intensidad. ¿Cuáles habrán de ser algunas de las características del programa que se deberá elaborar? ¿Habrá cosas que evitar?

Primero, repetimos que no se debe buscar la cobertura completa como un fin en sí. Lo que debe buscarse es eliminar zonas poco promisorias antes de llegar a la investigación más cara, por lo menos mientras no se disponga de métodos más baratos.

Segundo, probablemente se podrán efectuar nuevos estudios en zonas con producción mineral anterior o actual, o en las cuales se sabe que hay minerales. La naturaleza y el grado de detalle de los estudios adicionales dependerá de la información disponible. Tales zonas merecen considerarse en nuevos estudios por dos razones: 1) Es probable que en lugares donde se han encontrado depósitos haya otros desconocidos, a menos que la zona se haya investigado minuciosamente; 2) Los depósitos que se encuentran en zonas que están produciendo suelen ser más valiosos que depósitos similares ubicados en zonas no productoras, pues tienen la posibilidad de aprovechar la capacidad de elaboración y de transporte disponible.

En las grandes zonas sobre las cuales se sabe muy poco parece adecuado efectuar estudios geológicos en pequeña escala para obtener una idea del panorama geológico general. Las fotografías tomadas desde satélites, que complementan otras investigaciones, suelen resultar particularmente útiles por la magnífica visión sinóptica que proporcionan. Los levantamientos magnéticos exploratorios a gran altura pueden ser una ayuda valiosa para la interpretación, y también los estudios geoquímicos de poca densidad para mantener bajos los costos. El objeto de esta investigación en pequeña escala, con fotografías aéreas corrientes, es acrecentar el conocimiento geológico de la zona para identificar lugares que merecen investigarse con más intensidad, si no provincias metalíferas¹⁸.

¹⁸Véase Sherwin F. Kelly, »The Pillars of Our Prosperity and the

Si un país tiene grandes superficies desconocidas desde el punto de vista geológico, ¿debe elaborarse de inmediato información en pequeña escala para todas ellas, o sólo para parte de ellas? Aquí entran en juego dos de las directrices analizadas anteriormente. Al limitar los esfuerzos iniciales a las partes más accesibles de la zona se adelantará la etapa de producción de los depósitos, lo que a su vez adelantará el momento en que éstos proporcionan un rendimiento al país. En vista del interés (la productividad de la inversión), éste es un beneficio extremadamente importante. La limitación también permite posponer el costo del estudio geológico en pequeña escala de las zonas cuyos depósitos sólo podrían explotarse posteriormente. Por supuesto que si el desconocimiento geológico no es uniforme para toda la zona, vale la pena estudiar más intensamente aquellas zonas inaccesibles que, conforme a la información disponible, podrían tener depósitos valiosos.

En general, el procedimiento de decisión debe ser muy flexible, con reevaluaciones constantes de la importancia relativa de las distintas zonas como materia de investigación sobre la base de los nuevos datos que se van acumulando y teniendo en cuenta las nuevas técnicas, las variaciones del costo de técnicas conocidas y los cambios de los precios o de otros factores que modifican el valor de los yacimientos que se podrían encontrar.

La exploración puede considerarse un proceso de selección, pero toda eliminación de alguna zona debe ser provisional. Cualquier cambio en los factores mencionados más arriba pueden hacer aconsejable reanudar el estudio de una zona. Como bien ha destacado uno de mis críticos, se puede estudiar la *geología regional* con distintos grados de precisión y detalle, y subrayar determinados aspectos geológicos conforme a los intereses de la investigación y las características de la zona¹⁹.

Impending Drain on Mineral Resources", donde se analiza lo que se ha escrito sobre la identificación de provincias metalíferas empleando información que se puede elaborar en pequeña escala. Este artículo es una reimpresión del aparecido en la *Western Miner and Oil Review* en octubre de 1960.

¹⁹Vicent E. McKelvey, del Estudio Geológico de los Estados Unidos, en carta del 22 de junio de 1967.

Así, a medida que vaya pasando el tiempo y que se vayan acumulando datos sobre los recursos minerales del país, deberemos recurrir menos a los levantamientos extensivos y más a los estudios intensivos concentrados en zonas más pequeñas.

El análisis precedente se refiere a países de cierto tamaño. Cuando se trata de países pequeños, las mismas consideraciones aconsejan emprender investigaciones extensivas simultáneas con los países limítrofes, si éstos también son pequeños.

Datos hidrológicos y meteorológicos

Como se destacó en el capítulo v, los datos sobre las variables de un caudal natural o la evolución de la naturaleza sólo pueden recolectarse con el transcurso del tiempo o mediante una reconstitución del pasado, generalmente difícil de hacer. La frecuencia con que se desee observar la variable o condición dependerá de la rapidez y amplitud de sus variaciones o del ritmo con que evoluciona la naturaleza. Los mapas geológicos no necesitan rehacerse por cambios en las rocas, pero sí por otras razones. El avance de las dunas, los cambios en la vegetación o el proceso de erosión se pueden estudiar a través de observaciones realizadas con intervalos de años.

Las variables hidráulicas y meteorológicas, en cambio, varían grandemente en períodos mucho más cortos. Aún más, para nosotros tienen mucho interés valores casi momentáneos de las variables, como las crecidas y las temperaturas inferiores a la de congelación, pero para captar estos datos es preciso establecer un programa continuo. Los datos meteorológicos se necesitan no sólo para pronosticar el tiempo, actividad de gran importancia económica, sino también para establecer características climáticas esenciales para la agricultura. Para los agricultores, y especialmente para los innovadores, es muy útil conocer algunos aspectos de las distribuciones de longitud de las temporadas de cultivo, la fecha de la primera y la última helada, las distribuciones diarias y mensuales de la temperatura, la precipitación, las nevadas y otras características.

Es evidente que se necesitan datos hidrológicos para construir todo tipo de obras hidráulicas, aunque en el pasado muchas veces estos datos han sido rudimentarios o han faltado totalmente.

Un grupo de técnicos en sistemas hidrometeorológicos sugirió recientemente un período de treinta a cuarenta años de datos para las estaciones de aforo de base²⁰, extensible a setenta u ochenta cuando las variaciones de la precipitación y la escorrentía son extremas. No quedó en claro lo que quiso decir el grupo al hablar de »necesidades mínimas«. En mi opinión, la postergación de proyectos viables por un plazo mínimo de treinta a cuarenta años seguramente acarrearía una pérdida neta por los ingresos netos perdidos. Pero tal vez el grupo de expertos no estaba pensando en una postergación, sino en el mínimo de años necesario para que los técnicos adquieran certeza acerca de la naturaleza de la distribución y de algunos de sus parámetros. Sin embargo, la meta económica es la maximización del valor actual de los ingresos netos de los recursos y no la minimización de la incomodidad de los hidrólogos y meteorólogos llamados a asesorar un proyecto. Con datos »insuficientes«, el diseño de algunos proyectos será incorrecto, pero el beneficio medio que ellos brinden puede ser apreciable aunque se pierda parte del beneficio potencial.

El *Manual of Standards and Criteria for Planning Water Resources Projects*²¹ sugiere que los registros de caudales »deben ser continuos por un período que sea característico de las condiciones que han de preverse al explotar el proyecto«. En mi opinión, esta sugerencia, que a primera vista parece inobjetable —y quizá poco provechosa— está fundamentalmente errada. El objeto social primordial *no* es descubrir las condiciones típicas de las corrientes de agua de un país, sino maximizar los valores actuales de los ingresos netos en una serie de proyectos.

²⁰UNESCO, *Nature and Resources*, vol. 1, n° 4, diciembre de 1965. El simposio sobre diseño de sistemas hidrometeorológicos se realizó en Quebec en junio de 1965.

²¹Naciones Unidas, Nueva York, 1964, p. 8.

En países que carecen de datos históricos sobre los caudales, este criterio puede justificar o exigir la construcción de proyectos antes de que se hayan generado datos suficientes para mostrar las condiciones típicas, y aún más cuando los proyectos se pueden construir y poner en marcha por partes.

El hecho de que un determinado proyecto (o grupo de proyectos) no obtenga rendimiento »máximo« porque los datos sobre los caudales eran insuficientes cuando se diseñó, no indica necesariamente que la planificación haya sido mala. Más bien puede indicar mala administración, si el no lograr rendimiento máximo nunca pudo atribuirse a falta de datos sobre los caudales. Ahora bien, cabe preguntarse si no tener los datos suficientes para maximizar el valor actual de la oportunidad constituye mala administración. Indudablemente sí, pero las circunstancias atenuantes pueden ser poderosas²².

¿Hasta dónde debe ir entonces un país al tratar de prever con muchos años de anticipación la necesidad de estos tipos de datos? Una posibilidad es la de usar como guía la densidad²³ de las estaciones de aforo en los países desarrollados. Se han hecho muchos estudios sobre este punto, aunque nunca se ha recomendado concretamente que las prácticas de los países ricos orienten a los demás. Y evidentemente, las prácticas de los países ricos no son orientación adecuada. De una parte, la densidad de sus estaciones puede ser errónea hasta en sus propias condiciones, pero lo que realmente importa es que esas condiciones son diferentes de las que imperan en otros países. El problema del rendimiento económico de los datos no puede soslayarse, por inexacta que deba ser la

²²Hacemos notar de paso que el manual *Feasibility Studies, Economic and Technical Soundness Analysis, Capital Projects*, Departamento de Estado de los Estados Unidos, Agencia para el Desarrollo Internacional, Oficina de Ingeniería, Washington, 1 de octubre de 1964, no dice nada sobre este problema. Se menciona varias veces en Ven Te Chow (ed.), *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw-Hill, Nueva York, 1964, pero casi siempre los análisis se basan en el supuesto, del que los autores son conscientes, de que se conocen los parámetros pertinentes de la distribución. No se intenta estimar el valor del producto marginal de los datos hidrológicos.

²³Se han discutido diversas medidas, entre ellas la de establecer estaciones por unidad de superficie, por número de habitantes, etc.

respuesta. Y en algunos países hay zonas donde el costo de establecer una capacidad de aforo sería altísimo.

Tal vez sea posible establecer algunos lineamientos parciales concordantes con una tesis general: al ir aumentando la demanda de agua se van necesitando más datos sobre los caudales y otras características del agua para tomar decisiones económicas adecuadas. Las sugerencias siguientes se refieren a datos hidrológicos:

1. En zonas con tierras que podrían regarse y con posibilidades de acrecentar el suministro de agua, la recolección de datos sobre caudales debería comenzarse «de inmediato». Las estaciones de aforo, como es evidente, no se pueden instalar de la noche a la mañana, pero hay gran diferencia entre la vaga intención de hacer mediciones en un futuro indeterminado y un programa sistemático para poner en marcha una red de estaciones. Por supuesto que la elección de zonas debe basarse por lo menos en un juicio burdo de que hay posibilidades de realizar proyectos económicamente viables. Para el emplazamiento de las estaciones de aforo se debe considerar la ubicación de las obras, las relaciones entre las corrientes y que el lugar sea apto para la medición; las variables que se medirán deben escogerse con miras a proyectos potenciales. Es esencial contar con asesoramiento técnico competente, que normalmente es fácil de obtener.

Asimismo se debe comenzar la recolección de datos sobre emplazamientos hidroeléctricos potenciales con posibilidades de aprovechamiento.

2. Se necesitan mediciones en las zonas afectadas por crecidas. Estos datos sirven no sólo para diseñar las obras de almacenamiento, sino también para proteger a las estructuras amenazadas por las crecidas y para programar el uso de las tierras afectadas.

3. En zonas donde el suministro de agua municipal e industrial está comenzando a ser un problema, se necesitan mediciones corrientes e investigación de las aguas subterráneas; cabe tener presente que la solución que se da año a año a estos problemas no se apoya solamente en ajustes del suministro, sino también en ajustes de la demanda.

Con estos criterios, probablemente se establecerían estaciones en las principales corrientes del país y en parte de los afluentes, en número que dependería del tamaño de las corrientes principales (es decir, de su orden en sentido técnico) y de las características del terreno que estas corrientes atraviesan. Exigir que la zona tenga alguna actividad económica que presente posibilidades de realizar proyectos hidráulicos viables tal vez haría que en algunos países las zonas deshabitadas no tuvieran muchos aforos, lo que sería afortunado, ya que presentan difíciles problemas de medición que quizás el país todavía no está capacitado para resolver.

Los datos hidrológicos y meteorológicos sirven propósitos parcialmente distintos, pero las zonas geográficas más interesantes para recoger unos y otros suelen ser las mismas, de modo que con frecuencia resulta económico establecer estaciones conjuntas. Merece considerarse detenidamente la posibilidad de unificar la administración de ambas actividades.

En Chile y en el oeste de los Estados Unidos no se ha pospuesto la construcción de presas en espera de acumular más datos²⁴. En muchos casos se han construido presas sin disponer de datos sobre la corriente de agua utilizada; en otros se ha establecido una estación de aforo años después de la construcción de la presa. Evidentemente, la propia presa sirve como estación de aforo, pero en el caso de Chile los organismos que se han hecho cargo de las presas a veces no han puesto en conocimiento de la unidad gubernamental correspondiente los datos sobre los caudales; en consecuencia, la fecha de instalación de la primera estación de aforo después de la construcción de una presa tiene alguna importancia para los registros públicos.

Consideremos las presas construidas en el oeste de los Estados Unidos, tomando en cuenta sólo los aforos próximos a la presa²⁵ para los cuales se dispone de datos so-

²⁴Véanse los cuadros con datos sobre los caudales en el anexo B a este capítulo.

²⁵En el cuadro 18 del anexo B a este capítulo los aforos se clasifican por la relación

zona drenada por la estación de aforo
zona drenada por la presa

bre la zona avenada por la presa. Si para cada presa tomamos el registro más largo de estaciones de aforo cercanas, se obtiene la información que aparece en el cuadro siguiente.

Cuadro 14

OESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS: AÑOS DE DATOS DISPONIBLES AL INICIARSE LA CONSTRUCCION DE 27 PRESAS

Años	Frecuencia
0-	6
10-	11
20-	6
30-40	4

El promedio simple para las 27 presas es de 17.2 años.

No se dispuso de datos de drenaje para otras ocho presas²⁶. Si incluimos el número máximo de años de cualquier estación ubicada en estas corrientes, cualquiera que sea su distancia de la presa, el promedio simple para todo el grupo de presas se eleva a 21.9 años.

Si se calculan promedios simples similares para estaciones de aforo cercanas a la presa, pero que no quedan aguas abajo de ella, se eliminan algunas estaciones con registros largos y los promedios descienden a 9.1 años para las 27 presas y a 15.4 para las 35 presas²⁷.

En Chile se presenta un caso parecido, pero no exactamente comparable. En este país fue preciso tomar datos de la estación de aforo más cercana a la presa, con un promedio de años de datos de 6.3. En algunos casos los datos disponibles no indican esto claramente.

Si esto se hubiese hecho para las presas de los Estados Unidos, el promedio de años de datos disponibles hubiese

Las estaciones de aforo en las que esta relación se halla entre 0.76 y 1.25 se definen como cercanas. Si la relación es inferior a uno, la estación de aforo se halla aguas arriba de la presa; si es superior a uno, se halla aguas abajo.

sido considerablemente menor (8.1 años frente a 17.2 obtenidos para las 27 estaciones »cercanas« aguas arriba o aguas abajo de la presa). Los datos sobre la precipitación sirvieron de base para diseñar otras nueve presas en Chile.

Cuadro 15

CHILE: AÑOS DE DATOS DISPONIBLES SOBRE CAUDALES EN LA ESTACION MAS CERCANA A LA PRESA AL COMENZARSE LA CONSTRUCCION DE EMBALSES

Años	Frecuencia
0	10 ^a
1-4	3
5-	4
10-	2
15-	0
20-	0
25-	0
30-	1
35-	1
40-	0
	21

^aSe asignaron cero años a los Lagos Pullinque y Puyehue, pese a que no se dispuso de las fechas precisas en que se comenzó la construcción.

¿Cómo se puede diseñar una presa con pocos datos sobre los caudales o sin ellos? Cabe anotar ante todo que la necesidad de datos acerca de los caudales es menos apremiante si las tomas que se planean son claramente pequeñas en relación con el caudal. Sin embargo, aun en estos casos los datos son potencialmente productivos, porque la estructura está expuesta a la fuerza de los caudales altos y debe estar diseñada para soportarlos.

Además, tal vez se tengan datos sobre la precipitación que pueden ser útiles, especialmente si es posible vincularlos a los datos sobre los caudales de cuencas adyacentes

²⁶Véase el cuadro 19 en el anexo B a este capítulo.

²⁷Si la estación de aforo en el lugar de la presa sólo se instaló después de la construcción, cuando se comenzó a construir había cero años de datos disponibles.

o de parte de la cuenca considerada. Los habitantes de la localidad pueden dar informaciones útiles sobre los niveles de crecida extremos y su frecuencia. El período de construcción proporciona por lo menos un año de datos, y es posible modificar el diseño por lo menos durante la primera parte del período de construcción. En Chile estas posibilidades no bastaron para evitar algunos casos notorios de sobrecapacidad, especialmente en un grupo de presas que se construyó alrededor de los años veinte. Estas presas, con su costo expresado en escudos de 1964, aparecen en el cuadro 16.

Cuadro 16

CHILE: SIETE PRESAS CONSTRUIDAS SIN DATOS SOBRE LOS CAUDALES, 1919-35

<i>Presa</i>	<i>Costo</i> (<i>millones de escudos</i> <i>de 1964</i>)	<i>Fecha de iniciación</i> <i>de la</i> <i>construcción</i>
Lautaro	7,0	1928
Huechún	9,4	1929
Recoleta	13,0	1929
Cogotí	21,0	1935
Casablanca	5,0	1929
Cerrillos	0,2	1931
Laguna de Planchón	1,3 ^a	1919

^a Escudos de 1962.

La presa de Lautaro ha estado vacía 90 por ciento del tiempo. La de Cogotí sólo ha tenido agua para regar 40 por ciento de la superficie que se planeaba regar. La de Recoleta tuvo que complementarse con un canal alimentador que trae agua desde otra corriente. Los depósitos de Casablanca están subutilizados. Y en Culimo, el caudal ha sido inferior a lo estimado en 30 por ciento²⁸.

En algunos de estos casos tal vez hubiese convenido a Chile postergar la construcción simplemente para acumu-

²⁸ Véase René Villaroel y Heinrich Horn, *Rentabilidad de las obras de regadío en explotación construidas por el Estado*, Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, Santiago, 1963, p. 16.

lar datos. Después de todo, si el valor actual esperado de los ingresos netos con pocos datos o sin ellos es de cero²⁹, basta con que el mejoramiento producido por un año más de datos sea igual al costo de la estación por un año, que generalmente no es muy grande; pero hubiese sido mejor que la recolección de datos se hubiese iniciado antes. En este ejemplo, incluso aplicando una tasa de actualización de 10 por ciento anual, el valor actual de los ingresos netos sólo necesita elevarse en 2.6 veces el costo de otro año de datos para justificar que la recolección de datos se iniciara diez años antes de la construcción en lugar de nueve³⁰.

Estudios de suelos y estudios conexos

Una manera de establecer el ritmo que debe imprimirse a los estudios de suelos y otros conexos es examinar algún intento de preparar esa información con rapidez y apreciar sus resultados. En el proyecto aerofotogramétrico de Chile³¹ uno de los objetivos inmediatos era instituir un nuevo sistema de tributación agraria, con tasaciones basadas en la clasificación de la capacidad de la tierra que hiciera el proyecto, y en el »precio« o valor unitario por hectárea que se asignara a las tierras clasificadas³².

El proyecto ubicó los deslindes de las propiedades en fottomosaicos controlados, tarea que requiere extenso trabajo en el terreno. Esta demarcación sólo tuvo fines tributarios. Además, se clasificaron los predios por su uso actual, aplicando, por ejemplo, una clasificación de siete categorías para las tierras de cultivo intensivo³³. A

²⁹No afirmo que sin datos oficiales tenga que ser cero. Las observaciones ocasionales pueden permitir el diseño de estructuras y de planes que tengan valor actual positivo.

³⁰Si k es el costo del décimo año de datos, $(1.10)^{10} k = 2.6 k$, que es la cantidad en que debe elevarse el valor actual de la oportunidad para justificar el gasto.

³¹Al que en adelante llamaremos »el proyecto« si la referencia aparece clara en el contexto.

³²En Chile el valor unitario varía también según la provincia y la distancia del mercado.

³³La exactitud de la clasificación antes de los controles en el terreno se estimaba en 84 por ciento. Véase Luis Vera, *Agricultural land inventory techniques*, Unión Panamericana, Washington, 1964, p. 67.

esto se agrego una clasificación de los suelos (se distinguieron 350 series edafológicas) que se apoyaba en información sobre clima, avenamiento, textura, densidad, pedregosidad, pendiente y otras características indicadas en los fotomosaicos. Finalmente, se clasificaron los predios por la capacidad de sus tierras³⁴.

Los deslindes de las propiedades y la clasificación de la capacidad de la tierra obtenidos de esta manera parecen haber funcionado satisfactoriamente por lo que respecta a la tributación agraria, y las clasificaciones desarrolladas han servido también para dar una visión excelente —en grandes superficies— de las tierras clasificadas.

Cabe preguntarse si los datos son suficientemente exactos como para basar en ellos la evaluación de un proyecto de riego, por ejemplo, o para servir a los que administran predios (siempre que estén dispuestos a usar los datos y sepan usarlos).

Las respuestas probablemente sean negativas en lo que se refiere a los datos entregados directamente por el proyecto, sin retoques o muestreos adicionales en el terreno. En promedio se tomó una muestra de suelos por cada 29 km² (11 millas cuadradas). Pero un indicio más importante es el hecho de que Chile realizará un levantamiento de suelos³⁵ que abarcará principalmente las superficies estudiadas por el proyecto aerofotogramétrico. Al parecer, uno de los propósitos principales del nuevo proyecto es proporcionar datos suficientemente detallados sobre suelos a la Corporación de la Reforma Agraria (CORA) para que ésta pueda administrar mejor las propiedades que ha expropiado o expropiará. En otras palabras, los datos del proyecto aerofotogramétrico no fueron adecuados para este fin³⁶.

En cuanto a los estudios edafológicos más detallados, la primera prioridad son los proyectos de riego y de asenta-

³⁴ *Ibid.*, pp. 7 y 78.

³⁵ Financiado en parte por el Fondo Especial de las Naciones Unidas. La FAO será el organismo ejecutor (vease *supra*, cuadro 12).

³⁶ Me apresuro a agregar que, por lo que sé, ningún funcionario del gobierno chileno o de la Organización de los Estados Americanos ha afirmado que lo sean.

miento no eliminados después de las investigaciones preliminares. Aparte de estas necesidades, no debe permitirse que los estudios de suelos se adelanten mucho a la capacidad para usar los datos. Para que la información detallada influya en la producción, debe ser utilizada por las personas que toman las decisiones de administración en los distintos predios, sean propietarios, administradores de predios privados o funcionarios públicos que administran las tierras que están en manos del gobierno. Es fácil comprender la enorme importancia del sistema por el cual los datos técnicos sobre las características de los recursos naturales y su influjo en la producción se tengan en cuenta al tomar decisiones que afecten a la productividad de la agricultura.

¿Qué valor tendría la información de esta índole para un país que no planea aplicar una tributación agraria como la establecida en Chile? Podría derivar información sobre el tamaño de los predios, el uso de la tierra, las características de los suelos y estimaciones de la capacidad de la tierra, todos en un nivel de precisión adecuado para estudios regionales³⁷.

¿Son esenciales los datos sobre suelos para elevar la productividad? Es interesante observar que en los Estados Unidos, después de 60 años de trabajo, sólo aproximadamente la mitad de las tierras agrícolas ha sido sometida a estudios de suelos suficientemente detallados como para planificar su conservación³⁸. Sin embargo, esto no es prueba de que la productividad se eleve satisfactoriamente sin información sobre suelos. Aparte que el uso correcto de los suelos es sólo uno de los factores de la productividad, en los Estados Unidos existe un vasto sistema de extensión y otros medios de divulgación que permiten a los agricultores desarrollar gran cantidad de información sobre los suelos por su propia cuenta, aun-

³⁷ En lo que toca a las estadísticas de uso de la tierra, la experiencia y problemas de los Estados Unidos contienen algunas lecciones valiosas para los países que están ampliando sus programas de recolección de datos sobre esta materia. El tema lo analizan ampliamente Marion Clawson y Charles L. Stewart, *Land use information, Resources for the Future*, Washington, 1965.

³⁸ *Ibid.*, p. 214.

que sus tierras no estén incluidas aún en los mapas edafológicos. Allí los estudios de suelos no parten de un nivel en que no haya información.

Ciertamente que los datos sobre el tamaño de los predios y el uso actual de la tierra se pueden obtener más fácilmente a través de fotomosaicos y fotografías aéreas que por métodos totalmente terrestres³⁹. Lo mismo sucede sin duda respecto a la información sobre suelos, sujeta a las limitaciones de precisión que tiene un levantamiento amplio y rápido como el recién mencionado.

Estos tipos de datos serían muy útiles para cualquier tipo de planificación agrícola. Incluso cuando las decisiones de producción agrícola están totalmente en manos de los agricultores privados y responden a los precios de mercado, el gobierno puede hacer uso de estos datos, especialmente de los relativos al tamaño de los predios y al uso de la tierra, pues suelen tener importancia para posibles programas públicos. Tal vez la información de carácter regional sobre suelos tendría menos utilidad para tal gobierno, pero en algunos países serviría, por ejemplo, para combatir el avance de la erosión. Sin embargo, creo —y es sólo una opinión— que en zonas de ingresos muy bajos hay otras oportunidades de inversión que darían rendimientos más altos, entre ellos la educación de jóvenes y adultos en muchos frentes.

Cabe notar que los tipos de información que se han examinado sólo muestran partes del sistema agrícola. Para conocer el funcionamiento del sistema habría que emplear otros métodos a fin de obtener datos sobre la producción y el rendimiento (por cultivos y por ubicación), sobre los insumos y productos (en términos físicos y de valor) de distintos tipos de predios según su ubicación, etc. Pese a que esta información escapa a los límites del presente trabajo, la recolección de datos por métodos aéreos es efectiva en algunos casos porque permite que un número comparativamente pequeño de profesionales y subprofesionales bien preparados hagan todo el

³⁹ Pero hay limitaciones importantes al tipo y grado de detalle de la información que se puede preparar sin extensos controles en el terreno.

trabajo sin tener que recurrir a mecanismos administrativos ni a personal cuyos objetivos no estén orientados a la producción de datos fidedignos. Si las series económicas de insumos y productos de las empresas agrícolas se recolectan por muestreo y no mediante estudios de cobertura completa, también se puede hacer uso de personal calificado y disciplinado. El muestreo no es la respuesta a todas las necesidades de información, pero debe evaluarse como una posibilidad para recolectar todo tipo de datos⁴⁰.

¿DEBEN SER INTEGRADOS LOS ESTUDIOS DE RECURSOS NATURALES?

Habitualmente se entiende por «estudio integrado de los recursos naturales» un estudio simultáneo de todos los recursos de una zona, con la colaboración de especialistas en distintas disciplinas. Se le atribuye la ventaja de brindar descripciones y evaluaciones mejores y más útiles de los recursos de la zona que las que se obtendrían si un tipo de especialistas estudiara todos los aspectos de los recursos o si distintos especialistas trabajaran aisladamente unos de otros. Sin embargo, «estudio simultáneo de los recursos» puede indicar que los expertos estudian una zona dada al mismo tiempo, trabajando con cierta independiencia y colaborando sólo en el nivel administrativo, o bien que lo hacen colaborando estrechamente en el plano técnico. En el primer caso el trabajo simultáneo reduce el costo pero influye poco en el producto del estudio. El proyecto aerofotogramétrico de Chile, que suele calificarse de proyecto integrado, en la opinión de algunos expertos familiarizados con sus operaciones no significó una estrecha cooperación interdisciplinaria en el plano técnico. En cambio, en algunos de los estudios de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú se observa una estrecha colaboración entre los especialistas, como

⁴⁰En muchos casos se considera que hasta los métodos aéreos, que en cierto sentido permiten o parecen permitir una cobertura completa, son más útiles como medio de elevar la eficiencia del muestreo terrestre, o, lo que es igual, de reducir el número de muestreos en el terreno que se necesitan para alcanzar un nivel dado de precisión.

asimismo en el estudio preliminar de la cuenca de Guayas preparado por la Organización de los Estados Americanos⁴¹.

En apoyo de los estudios integrados en el plano técnico se aduce lo que podría llamarse la unidad de la naturaleza. Esto es, los distintos fenómenos naturales, pese a que suelen investigarse en compartimentos estancos, con frecuencia están estrechamente entrelazados. Pensemos, por ejemplo, en el clima, la geomorfología y la vegetación; en la historia climática y los depósitos minerales; o en la simplificación humana del medio biológico mediante las prácticas de cultivo y la aparición de plagas. De acuerdo con esta tesis, nos hallamos frente a un sistema complejo que se halla en equilibrio móvil respecto a las fuerzas de cambio naturales y creadas por el hombre. Si queremos alterar el equilibrio de estas fuerzas aprovechando un recurso natural, por ejemplo, debemos considerar todo el sistema para poder predecir y evaluar el resultado. La siguiente exposición muestra claramente este punto:

»La experiencia adquirida en los últimos 20 años en materia de evaluación de recursos naturales demuestra que para obtener resultados óptimos es preciso combinar diversos métodos.

»El primero de estos métodos consiste en adoptar... un enfoque ecológico, es decir, que hay que recordar constantemente las interacciones que se ejercen entre los seres vivos y su medio ambiente físico y biológico. Adoptando este enfoque es posible trabajar con la naturaleza, en lugar de oponerse a ella. Su necesidad se manifiesta particularmente en las regiones en que el medio es relativamente poco conocido, y contribuye a evitar fracasos imputables al empleo incorrecto de métodos agrícolas o industriales que podrían dar buenos resultados en otras condiciones ecológicas. En un sentido más general, este enfoque ecológico comprende consideraciones sociológicas que demasiado a menudo no se tienen en cuenta.

⁴¹Los estudios peruanos se mencionan y analizan *infra*, capítulo VII, pp. 264 ss.; el estudio sobre la cuenca de Guayas se menciona *supra*, capítulo III, p. 105.

»El segundo método, que desde luego no es independiente del primero, se basa en la integración de los estudios del medio, ya que los diversos elementos se relacionan entre sí, trátase de geomorfología, de geología, de edafología, de hidrología, de climatología, de botánica o de zoología. El empleo de métodos aerofotogramétricos puede facilitar mucho la realización de esos estudios combinados, como se puso de manifiesto en la conferencia organizada por la UNESCO en Toulouse en 1964. Además, en las regiones poco conocidas y de difícil acceso, ofrecen la ventaja adicional de poder encomendarse a expediciones interdisciplinarias de superficie, que en definitiva resultan menos costosas que una serie de estudios individuales.

»Por fin, es preciso ...que se adopte un 'enfoque conservacionista'... que significa conceder atención no sólo a las posibles formas de utilizar los recursos y mecanismos de la naturaleza, sino también a las perturbaciones básicas y a los procesos irreversibles que pueden desencadenarse y al resultado neto de la intervención humana«⁴².

Ciertamente estas opiniones tienen mucho peso y la han tenido para los círculos ilustrados de los países occidentales por lo menos desde que Marsh escribió su clásico *Man and Nature*, hace más de cien años⁴³. Desde esa época se han acumulado muchos más casos de destrucción y despilfarro de recursos naturales, por no haberse percibido o considerado los grandes cambios derivados de la explotación de los recursos naturales.

Pero el hecho de que las repercusiones de la intervención humana en los sistemas naturales sean a veces difíciles de captar a tiempo para evitarlas no significa que sea aconsejable hacer todos los estudios de recursos naturales en forma integrada. Lo que sí sugiere es la

⁴²UNESCO, Departamento de Ciencias Naturales, División de Investigación Científica sobre Recursos Naturales, «Aspectos principales del tema recursos naturales y su utilización», UNESCO/CASTALA/2.1.1, París, 8 de septiembre de 1965, p. 4.

⁴³George Perkins Marsh, *Man and Nature, or, Physical Geography as Modified by Human Action*, Harvard University Press, Cambridge, 1965. Esta es en esencia una reimpresión de la edición original publicada por Charles Scribner en 1864.

conveniencia de organizar las cosas de manera que los especialistas tengan la oportunidad de señalar puntos que pasarían inadvertidos sin su ayuda, para lo cual no se necesitan estudios simultáneos. Quizás sea más conveniente y responda mejor a las demandas de información el que los diferentes especialistas estudien una zona en distintas oportunidades. También aquí la tesis de los estudios integrados parece encubrir la idea de una tabla rasa, pero en realidad los conocimientos existentes sobre las distintas zonas suelen bastar para decidir cuál especialidad tendrá más importancia al estudiar cada una de ellas. En estas circunstancias, la excesiva insistencia en estudios integrados llevará a una participación meramente formal y estéril de especialistas que tienen poco que aportar. Los estudios tenderán a tomar un sesgo puramente técnico, en detrimento de los objetivos económicos que en mi opinión deben orientar desde el comienzo los levantamientos de recursos naturales que forman parte del programa de desarrollo económico. El personal especializado que se necesita para efectuar los estudios integrados es tan escaso que debe ponerse gran cuidado en utilizarlo sólo donde hace más falta.

Sin embargo, en algunas circunstancias conviene realizar estudios parcial o totalmente integrados; es decir, en ocasiones debe reunirse a dos o más especialistas para estudiar simultáneamente una zona.

Los estudios integrados son útiles en zonas con actividad económica escasa o inexistente pero que parecen ofrecer perspectivas de desarrollo, como las nuevas tierras adyacentes o zonas explotadas o que pueden unirse a ellas por medio de transportes baratos. En estas zonas es preciso considerar todos los aspectos, aunque sólo sea para evaluar la inversión en transportes y en otros servicios públicos que puedan ser utilizados por toda una gama de actividades económicas.

También son útiles los estudios más o menos integrados cuando se planea aprovechar ampliamente los recursos hidráulicos de una cuenca fluvial, lo que quizá afecte a muchos de los recursos (pueden quedar cubiertos de agua, por ejemplo); todos ellos deben evaluarse,

tanto para los fines del diseño como para evaluar la propuesta definitiva.

Pero también en estos dos casos cabe preguntarse qué especialistas deberían participar y en qué grado. Teniendo presente el objetivo de evitar fracasos que los especialistas, con su trabajo y sus conocimientos, podrían haber ayudado a impedir, se debe consultar a dichos especialistas en un proceso de dos etapas. La primera abarca el proceso de diseño del estudio (potencialmente) integrado. Con el conocimiento que se posee de la zona, el especialista puede sugerir en esta etapa el grado de intensidad que deberá tener su propia participación. Más tarde, cuando se esté preparando el informe del estudio, los especialistas que no participaron muy activamente en el estudio mismo deberán tener la oportunidad de criticar las propuestas formuladas, tal vez en una versión preliminar. En este punto es preciso tener mucho cuidado, pues a medida que los proyectos van tomando forma en la mente de sus autores, tienden a adquirir impulso propio. La intervención o crítica del especialista no debe postergarse hasta el momento en que no tenga efecto alguno.

Se estima que muchas veces el especialista, sobre la base del conocimiento existente, podrá decir, «todo esto está muy bien, pero ustedes han desestimado tal o cual factor que reducirá el rendimiento en x por ciento», o recordar a los más entusiastas que en otra parte se emprendió un proyecto similar en circunstancias semejantes, y que sus resultados fueron desastrosos.

En conclusión, las razones que se aducen generalmente en favor de los estudios integrados son válidas en lo que toca a la participación de las diferentes disciplinas, pero la decisión de efectuar estudios simultáneos sobre una zona debe tomarse caso a caso. En algunas circunstancias será ventajosa.

¿CUALES SON ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS DE ORGANIZACION?

El grado de cumplimiento de los objetivos básicos de los programas de información sobre recursos naturales

dependerá en parte de la organización de los distintos tipos de organismos interesados y de sus interrelaciones. Como los programas de información entregan datos físicos sobre recursos naturales, pero los organismos que los usan tienen intereses de índole esencialmente económica, el problema de la organización reviste especial importancia. El análisis siguiente se limita principalmente a tratar problemas gubernamentales, en especial aquellos que confrontan los países de cierto tamaño. Los problemas de los países más pequeños plantean una situación especial, más difícil, que se analiza en el capítulo VII.

La premisa básica que debe tenerse presente al estudiar los problemas de organización es la siguiente: las actividades de información deben proporcionar datos y contribuir a la formación de una corriente constante de proyectos de inversión en las industrias interesadas, o a la reducción de los costos de administración y uso de ciertos recursos naturales.

Las diversas funciones gubernamentales vinculadas a los problemas de organización son las siguientes:

- 1° Planificación económica;
- 2° Distribución del presupuesto gubernamental. Lo que nos interesa son las asignaciones presupuestarias a los organismos que producen información sobre los recursos naturales;
- 3° Decisiones de inversión o explotación respecto a recursos administrados total o parcialmente por el gobierno. Aquí se incluyen los organismos que «administran» determinados recursos, como el ministerio de agricultura, los departamentos de riego, los servicios forestales, o los organismos que combaten la contaminación atmosférica;
- 4° Divulgación de la información que utilizan los usuarios privados de recursos para decidir inversiones y operaciones;
- 5° Generación de datos sobre recursos naturales. Lo usual es encomendarla a uno o varios organismos, algunos de ellos independientes, como el servicio cartográfico (con frecuencia denominado Servicio Geográfico Militar o algo parecido por el interés de los militares en

los mapas) y el organismo de estudios edafológicos. Algunos organismos que proporcionan información sobre los recursos naturales están adscritos a los ministerios ejecutores que utilizan la información. Por ejemplo, las unidades de estudios edafológicos pueden estar adscritas al ministerio de agricultura, que también contiene los servicios de extensión (aunque no necesariamente bajo este nombre) que ponen la información en manos de los agricultores.

En algunos de los gobiernos latinoamericanos, la función de planificación no se cumple de modo muy cabal porque está algo divorciada de los organismos que deciden las inversiones públicas. Nominalmente, la función presupuestaria puede estar colocada en un organismo, tal vez un ministerio de hacienda, pero el proceso presupuestario es siempre mucho más complicado, pues el poder real de decisión presupuestaria se halla disperso entre varios centros de poder.

Pese a que todas las funciones mencionadas tienen ingerencia en la organización de los servicios de información sobre los recursos naturales, lo que nos interesa principalmente son los organismos mismos. Dos son los temas que deben analizarse al respecto: primero hay que determinar si las actividades de información sobre los recursos naturales deben administrarse conjuntamente en un mismo organismo, y segundo, correspondan o no estas actividades a un solo organismo, debe determinarse cuáles han de ser sus relaciones con los organismos que realizan las otras funciones señaladas más arriba.

Un solo organismo que contenga todos los servicios de información sobre los recursos naturales

Hay varias posibles variantes del organismo único para todos los tipos de información sobre los recursos naturales. Todos los que se analizan aquí tienen graves deficiencias.

Una posibilidad es el organismo único que trabaja exclusivamente sobre la base de estudios integrados. Esto puede parecer conveniente a quienes sólo ven la interrelación de los recursos; pero en realidad suele sur-

gir una demanda vigorosa de cierto tipo de información sobre un lugar dado, sin que la haya de otros tipos de información referentes al mismo lugar. No hay razón para suponer que las demandas de información sobre los distintos recursos naturales de determinado lugar hayan de surgir siempre simultáneamente. Por el contrario, sería sorprendente que así sucediera, ya que en todo momento hay ciertos tipos de información sobre una zona geográfica determinada que pueden estar más desarrollados que otros. ¿Qué objeto tendría rehacer la tarea sólo para realizarla en forma integrada? Además, como se dijo antes, en un momento dado el proyecto de que se trate, por ser especializado, quizás sólo necesite uno o algunos tipos de información.

Otro posible organismo único sería el que podríamos llamar instituto de recursos naturales, esto es, un instituto adyacente a la corriente principal de actividad gubernamental y que poseería considerable autonomía, pero que seguramente no podría funcionar sin apoyo financiero apreciable del gobierno.

El apoyo a los institutos como tipo de organización tal vez se deba a la idea de que las actividades que generan información, por ser de carácter técnico o a veces científico, deben tener una ubicación lateral donde la continuidad de su trabajo no se vea interrumpida por las constantes revisiones de programas a que obligan las demandas desarticuladas del público y de los diversos organismos gubernamentales que se ocupan de administrar recursos naturales. Esta tesis se basa en una visión errónea de la función principal de los organismos de información, que es la de entregar datos que satisfagan las demandas de las unidades económicas públicas y privadas. Las actividades de los organismos de información pueden contribuir al desarrollo de la ciencia, pero esta contribución debe ser secundaria frente al propósito principal. Además, el instituto separado como forma de organización dificulta el establecimiento de vinculaciones de trabajo satisfactorias entre el personal que da información sobre los recursos naturales y los usuarios de dicha información, como, por ejemplo, la participación de funcionarios de los organismos de información en el proceso de concepción y elaboración de proyectos. Se

necesitan cauces efectivos de comunicación entre organismos y usuarios de información, tanto para que se pueda hacer uso efectivo de los datos como para que los programas de información respondan a la demanda.

Un organismo único que no estuviese ubicado en posición lateral como instituto separado evitaría estas desventajas, pues haría más fácil responder a las demandas de información y permitiría tomar medidas para hacer mejor uso de los datos. Pero si este organismo contuviera a todas las organizaciones que producen información sobre los recursos naturales, su alcance sería excesivo. Algunas actividades de información sobre los recursos naturales están tan vinculadas a los departamentos o ministerios ejecutivos, de una parte, o de las empresas públicas, de otra, que su labor es mucho más útil si la entidad de información forma parte del organismo usuario. Por ejemplo, las unidades edafológicas son más eficaces cuando se encuentran en el organismo que usa la información para que influya en las decisiones administrativas de los agricultores. Lo mismo puede decirse de la actividad que obtiene datos forestales: parte de la capacidad de »inventario« bien puede estar dirigida muy de cerca a las necesidades de la explotación (y especialmente a la preparación de los planes operativos) o a operadores privados que pueden no tener acceso efectivo a capacidades privadas de este tipo. Otro caso es el de las actividades petroleras gubernamentales: si la función de exploración la realiza el gobierno, en lugar de contratistas o concesionarios, es probable que, cualquiera que sea la magnitud de la operación, en ésta se intente crear una capacidad geológica propia para aprovechar la especialización en este campo y para coordinar mejor el trabajo exploratorio con los planes operativos.

No existe una solución clara para el problema de ubicar las organizaciones de información que deben estar en estrecho contacto con los organismos usuarios. Si la demanda de información proviene de muchas fuentes, probablemente convendría tener una sola organización, ubicada tal vez en un departamento ejecutivo, para aprovechar las economías de escala. Si la demanda es suficientemente grande, puede haber economía de

escala con varias unidades de información, ya que se evitarían los costos elevados de unidades excesivamente pequeñas, pero persistiría el problema de coordinar la labor de dichas unidades.

Un pequeño organismo general de información sobre los recursos naturales

¿Se puede organizar la información sobre los recursos ubicando algunas unidades en departamentos ejecutivos cuando parezca justificado, y aun así dar respuesta adecuada a demandas de información muy diversas? Teniendo en cuenta esta pregunta, se examina a continuación un sistema de este tipo.

Las unidades de información que necesitan mantener una relación estrecha con el programa operativo quedarían ubicadas en el departamento ejecutivo pertinente. Las demás funcionarían como unidades especializadas separadas, pero sus actividades estarían »coordinadas« en diversas formas por un pequeño organismo general de información sobre los recursos naturales. Las unidades de información que no se hallaran en los departamentos ejecutivos podrían ser organismos independientes, como el organismo general, o —lo que sería mejor si lo permiten la tradición y la política de administración pública— se agruparían en una sola unidad de información sobre recursos naturales.

Sin embargo, en este último caso las actividades separadas que producen información seguirían siendo independientes. Existen razones valederas para la especialización de funciones que ha ido surgiendo, entre ellas la marcada independencia de los programas, la especialización del personal y el equipo, el *esprit de corps* profesional, etc. Sin embargo, la independencia no sería completa, porque el organismo general de información sobre recursos naturales desempeñaría ciertas funciones que afectarían a las unidades especializadas de información sobre recursos naturales.

Chile y el Perú tienen actualmente su organismo general de recursos naturales, y las actividades especializadas usuales de información están organizadas como organismos separados. Sin embargo, estos dos organis-

mos generales difieren entre sí en sus funciones, y también del organismo sugerido aquí.

¿Cuáles serían las tareas del pequeño organismo general de información sobre los recursos naturales? Aquí se sugieren seis de ellas:

1. Este organismo sería el apropiado para dirigir los estudios integrados de recursos naturales que se efectúen. No necesitaría tener personal propio suficiente para realizar totalmente dichos estudios, pues tomaría personal prestado de las unidades especializadas de información, como la geológica o la cartográfica. Estas unidades deberían ajustar sus programas a tales préstamos temporales de personal, lo que evitaría que el organismo general se viera obligado a tener un personal más numeroso y a emprender estudios especializados para mantenerlo ocupado. El personal del organismo general debería poder realizar análisis económicos, más necesarios en él que en los organismos especializados. Como parte de esta tarea, podría dirigir o por lo menos participar decididamente en la preparación de estimaciones del potencial económico regional. Tales estimaciones, que se supone destinadas a ayudar a los inversionistas potenciales, tanto públicos como privados, suelen omitir información sobre la calidad y cantidad de diversos recursos.

2. En todos los países hay numerosos estudios de los diversos recursos naturales, pero muchos de los informes son difíciles de ubicar. El organismo general de información no sólo debería mantener al día algún tipo de inventario de toda esta información, sino que también debería sintetizar o presentar en forma útil los diversos tipos de información existentes. Este acopio de información representaría el conocimiento actual de los recursos de un país; en consecuencia, debería ser accesible a muchos en forma fácil de entender, para que los planes de inversión puedan basarse en la mejor información disponible. Como parte de esta tarea, el organismo general tendría que estar informado de los programas de las unidades especializadas de información. También la información general sobre recursos naturales influye en el proceso de inversión, porque determina la distri-

bución de los esfuerzos destinados a descubrir o aprovechar oportunidades concretas de inversión.

En Chile, el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN) ha compilado una bibliografía de los estudios realizados sobre los recursos naturales de Chile, indicando donde se encuentra cada publicación. En el Perú, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) ha publicado varios volúmenes sobre diferentes aspectos de los recursos naturales que resumen y organizan la información disponible.

3. Se ha subrayado la necesidad de que los organismos de información sobre recursos naturales ajusten sus programas a la demanda de los usuarios de los datos. Ahora bien, ¿cómo pueden saber estos organismos cuáles son las demandas? Cuando la información se vende (mapas, fotografías y fotomosaicos, por ejemplo), el volumen de ventas indica el comportamiento de la demanda y algo de sus cambios, entre distintas localidades, por ejemplo. Cabe señalar al respecto que no hay razón para regalar mapas, etc., a los organismos públicos, en lugar de vendérselos. Los organismos que soliciten algún tipo de proyecto especial deberían pagar por ellos, con lo cual no sólo se evitan solicitudes de estudios superfluos, sino que se puede financiar el organismo que presta el servicio.

Lamentablemente, con estos arbitrios es imposible resolver todos los problemas financieros de estos organismos, principalmente por lo difuso de los beneficios derivados de los distintos estudios. Si pudiéramos suponer que los usuarios aprecian el valor de la información, podríamos decir que deberían pagar por lo menos el equivalente al costo de proporcionar un ejemplar más con los resultados; pero cuando lo que se intenta es que los usuarios potenciales adquieran y aprendan a usar la información, podría justificarse, al menos por algún tiempo, un precio inferior a dicho nivel.

A las indicaciones concretas de la demanda, como los ingresos de las ventas, el organismo general de información sobre recursos generales podría agregar

otras, menos definitivas que los ingresos de las ventas o los honorarios, pero también útil. A tal fin debería examinar continuamente los programas de los organismos que usan la información sobre recursos naturales para determinar sus efectos en las actividades de los organismos de información. La tarea no se reduce a un simple examen del programa de trabajo, porque la recolección de muchos tipos de datos debe comenzarse con mucha anticipación a la fecha en que se usarán; en consecuencia, el organismo general debe preocuparse especialmente de obtener estimaciones cuidadosas de la naturaleza y ubicación de las actividades que requieren información sobre los recursos naturales para su planificación más bien a largo plazo.

Las tareas sugeridas en este acápite y en el punto 2 anterior pueden ser tan sencillas o tan complejas como se desee. Strauss ha sugerido sintetizar los datos pertinentes en una serie de cuadros. Esta información proporcionaría la base para nuevas investigaciones cuyo alcance estaría determinado por la conveniencia de cada país⁴⁴.

En el esquema de Strauss, la información se presentaría en una serie de cinco cuadros, en la forma siguiente⁴⁵:

El cuadro I indicaría los diversos organismos de información sobre los recursos naturales que trabajan en el país, la magnitud y naturaleza de sus programas y su fuente financiera.

El cuadro II resumiría el estado actual del conocimiento de los recursos naturales respecto de cada disciplina o recurso.

El cuadro III resumiría el tipo de información necesaria para programas o proyectos que necesitan información sobre recursos naturales.

El cuadro IV presentaría, para cada proyecto o programa, los tipos de información necesarios en cada

⁴⁴Véase Estevam Strauss, «Recursos naturales y planificación económica en América Latina, Parte II», *op. cit.*

⁴⁵El anexo A a este capítulo contiene los encabezamientos de las líneas y las columnas de los cuadros.

etapa del proyecto, la información disponible y las investigaciones adicionales que se requerirían, junto con la fecha (cuando fuera necesario), el costo y la fuente de financiamiento.

El cuadro v tomaría la información del cuadro iv y la clasificaría por disciplinas y tipos de estudios solicitados. Se estimaría el costo anual de efectuar los estudios y se compararía la capacidad actual con la capacidad necesaria para realizar los estudios solicitados.

Los cuadros parecen sugerir que la determinación de la demanda de información sobre recursos naturales y del programa de información del año siguiente es más simple y más mecánica de lo que puede serlo en realidad. No es posible determinar de modo mecánico la demanda de información o el programa del año siguiente sólo considerando los proyectos y haciendo algunos pocos cálculos; pero gran parte de la información que contienen estos cuadros es un punto de partida indispensable para ajustar los programas de información con el fin de satisfacer más eficazmente las demandas. Algunos de los datos necesarios para preparar estos cuadros se encuentran en las unidades de información o en los organismos usuarios. Si se les reuniera habría mejor base para tomar decisiones presupuestarias y para coordinar los programas de las distintas unidades de información; pero indudablemente para la mayoría de los países sería difícil obtener los datos para todo el grupo de cuadros y mantenerlos al día.

La División de Recursos Naturales del Estudio Geodésico Interamericano, ayudada por la Oficina de Planificación de Nicaragua, preparó para este país un estudio de la demanda de información sobre recursos naturales de los organismos gubernamentales, utilizando un cuestionario y entrevistas⁴⁶. Este estudio formó parte de los preparativos para el proyec-

⁴⁶ *Survey of Data Needs of User Agencies*, Ejército de los Estados Unidos, Estudio Geodésico Interamericano, División de Recursos Naturales, Fort Clayton, Zona del Canal, abril de 1966. El estudio fue preparado para la Oficina de Planificación de Nicaragua y la Misión de la AID en Nicaragua.

to de reforma tributaria y el inventario de recursos naturales, pero muchos aspectos de él son aplicables al problema continuo de determinar la magnitud y el contenido del programa de información sobre los recursos naturales, y pueden adaptarse a él. La información recolectada difiere de la que se necesita para los cuadros de Strauss, principalmente porque hay una especificación mucho más detallada de los tipos de información. El informe sobre Nicaragua quizá tenga un carácter menos mecánico. Gran parte de los detalles nacen de una descomposición del material que habitualmente se encuentra en estudios geológicos o de suelos, por ejemplo; pero es interesante observar las diferencias en las necesidades de los organismos frente a cada una de las categorías detalladas.

Los resultados del estudio de la demanda de datos sobre recursos naturales de los organismos usuarios deja en claro lo incierto de muchas de las demandas. Las respuestas negativas («No, no uso ese tipo de datos ni los quiero») tampoco se pueden tomar al pie de la letra. Es posible que esos datos se usen en otra parte o que deberían usarse.

4. El organismo general de información sobre recursos naturales podría desempeñar una importante función de coordinación. Aunque los programas de las unidades especializadas de información pueden y deben realizarse con independencia, estas unidades tienen vinculaciones entre sí y con los organismos usuarios. En primer lugar, el organismo general, que tendrá una visión más amplia de la demanda de diferentes tipos de información, deberá ser consultado por los organismos especializados de información al preparar sus presupuestos y programas anuales. Segundo, como en muchos países hay varios organismos que recolectan tipos similares de datos, algún organismo debería tener autoridad para armonizar ciertos aspectos de sus actividades, como, por ejemplo, los tipos de datos que habrán de recolectar, el emplazamiento de las estaciones, los métodos de presentación y los estándares de precisión.

Los programas de trabajo de las unidades especiali-

zadas de información son independientes en alto grado, pero es posible organizar los programas de trabajo para hacer economías. Consolidando la demanda de fotografías aéreas sería posible establecer contratos más grandes que producirían alguna economía. El examen de los programas de trabajo por emplazamientos también puede revelar oportunidades para que diferentes unidades de información trabajen juntas en las mismas zonas, no con el fin de hacer estudios integrados, sino para aprovechar el ahorro que deriva de operaciones simultáneas en el terreno o de operaciones consecutivas que mantengan en actividad más continua a las instalaciones y equipos. Estas consideraciones tal vez no tengan mucha importancia en zonas muy pobladas con servicios de todo tipo, pero la tienen en zonas escasamente pobladas o muy distantes.

5. Después de compilar información sobre las demandas de datos y sobre los programas de trabajo de las unidades especializadas de información, el organismo general de información sobre los recursos naturales estará en condiciones de asesorar a la autoridad presupuestaria en relación con los programas de esos organismos, y de sugerir cambios en el presupuesto. Las unidades especializadas de información podrían y tal vez deberían estar subordinadas al organismo general en materia de presupuesto, pero esta subordinación no tendría por qué alterar la autonomía administrativa de cada organismo especializado.

El problema que tratamos aquí es delicado para las relaciones entre los organismos. Los organismos especializados de información establecidos, seguramente aprecian mucho su autonomía, si la tienen. Un organismo general nuevo, tras años de persuasión, tal vez podría coordinar satisfactoriamente las actividades de información, pero su tarea se facilitaría mucho si tuviese poder presupuestario, con el cual podría modificar los programas de los organismos especializados que no tienen en cuenta la evolución de la demanda o las actividades conexas de otros organismos de información.

6. La última función asignada al organismo general es la de organizar y estimular la participación de los especialistas en información sobre recursos naturales en la formulación y evaluación de proyectos, en el sector público. En líneas más generales, el organismo sería un intermediario entre el especialista en información y quienes participan en el proceso de decisión, tanto dentro como fuera del gobierno.

Dentro del gobierno, la meta ciertamente no sería lograr que todos los que trabajan en información sobre los recursos naturales participen en la formulación y evaluación de proyectos, pero sí que lo hagan en número suficiente para avanzar hacia dos objetivos generos: a) hacer que los economistas e ingenieros de la comisión de planificación, si la hay, y de los departamentos ejecutivos (donde suelen formularse los proyectos sobre recursos naturales) comprendan la importancia que tiene la información sobre recursos naturales para su trabajo, y b) familiarizar a quienes trabajan en información sobre recursos naturales con el uso que se da a su producto y forma en que se aplica.

Como parte de esta tarea, el organismo general de información sobre los recursos naturales administraría el sistema mencionado antes, por el cual los proyectos expuestos en documentos preliminares o de trabajo serían sometidos al escrutinio rápido de varios expertos en recursos naturales para revelar omisiones en el uso de datos de importancia.

Evidentemente, uno de los objetos de esta tarea es enseñar a los usuarios potenciales a emplear los datos sobre recursos naturales. El organismo general bien podría complementar las actividades de este tipo que realicen los organismos especializados de información, para servir tanto a usuarios privados como públicos⁴⁷.

⁴⁷ Por ejemplo, en el Perú la ONERN ha dictado cursos sobre interpretación de fotografías de recursos naturales a empleados de diversos organismos del gobierno. En Chile, el IREN considera que la enseñanza del uso de su material es una tarea de importancia.

*Consecuencias de orientar la información
sobre recursos naturales hacia el proceso de decisión
acerca de las inversiones*

En este estudio y especialmente en esta sección se ha destacado la conveniencia de que haya estrechas relaciones entre los organismos de información sobre los recursos naturales y los organismos usuarios, con miras a mejorar las decisiones relativas a la inversión. Son muchas las ventajas de dar una orientación económica a todas las etapas del proceso de recolección de datos sobre recursos naturales. No podemos menos que coincidir con Christian y Stewart en estimar que la evaluación prematura de la factibilidad económica puede llevar a errores que pueden perpetuarse; pero dejar de lado la orientación económica quizá lleve a recolectar datos que jamás tendrán utilidad económica. Las unidades en la estructura de decisión deberían aprender a distinguir entre las estimaciones de factibilidad basadas en diferentes cantidades de datos, y comprender que los supuestos no son datos. Sin esto, serían escasas las posibilidades de que la calidad de las decisiones gubernamentales en materia de inversión fuese satisfactoria⁴⁸.

Nuestra insistencia en considerar la administración de la información sobre recursos naturales como parte del proceso gubernativo de toma de decisiones de inversión y operación lleva inexorablemente a considerar los procedimientos y personas que usarán los datos. Se estima que el mejor uso de los datos y la configuración de programas de datos ajustados a la demanda se pueden ir logrando con el tiempo a través del organismo general de información sobre recursos naturales. No se ha sugerido centralizar el proceso de formulación y evaluación de los proyectos de inversión en recursos naturales, porque se correría el

⁴⁸Véase un análisis de este punto en el autorizado trabajo de C. S. Christian y G. A. Stewart, «Methodology of Integrated Surveys», UNESCO/NS/NR/94, París, 17 de abril de 1964. Este trabajo fue presentado en la Conferencia sobre principios y métodos para integrar los levantamientos aéreos de recursos naturales para su desarrollo potencial, realizada en Toulouse en 1964.

riesgo de que objetivos inadecuados influyeran indebidamente en las decisiones de inversión. El proceso no debe caer en manos de quienes sólo ven la productividad del tipo de inversión que les es familiar, como carreteras o presas. Para evitarlo es imprescindible contar con la participación de diferentes especialistas que confronten diferentes puntos de vista y es aconsejable reforzar las evaluaciones en datos pertinentes.

La tesis de que la información sobre los recursos naturales debe estar estrechamente relacionada con el proceso de toma de decisiones de inversión y operación suscita dudas respecto a la conveniencia de levantamientos amplios y rápidos diseñados para producir con rapidez una gran cantidad de datos. En lugar de preparar información mucho antes de que haya la capacidad de usarla, con lo cual la información suele no adaptarse a la demanda, deberíamos considerar si conviene llevar a cabo proyectos de información que continúan por períodos más largos. En vez de limitar los proyectos principalmente a la obtención de datos técnicos, se podría dedicar parte de ellos a desarrollar la capacidad para emplear los datos sobre recursos. Tal vez sea más importante preparar personal económico y de ingenieros que puedan usar los datos sobre recursos naturales para diseñar y evaluar proyectos y programas, que preparar técnicos para acrecentar la información técnica sobre recursos naturales. No estoy sugiriendo con esto que un país no deba preparar su propio personal técnico de información sobre recursos naturales, pero existe un mercado internacional muy desarrollado de algunos servicios técnicos y de investigación en materia de recursos naturales. No sólo es posible establecer especificaciones muy definidas para muchos de estos trabajos, sino que, además, el país que los compra está protegido por la competencia; así, se pueden comprar fotografías aéreas, la fabricación de mapas topográficos, etc. Pero los países no pueden o no se atreven a comprar la toma de decisiones de inversión, por lo cual no les queda más remedio que preparar a sus nacionales. No es necesario emplear a estos nacionales en todas

las etapas del proceso de decisión, pero es indispensable que algunos, altamente calificados, ocupen por lo menos los cargos más importantes y que en general predominen en todas las partes de los organismos usuarios de los datos.

BENEFICIOS Y COSTOS: INFORMACION QUE VA MAS ALLA DE LOS DATOS SOBRE RECURSOS NATURALES

La norma concluyente debe ser que los programas para mejorar la calidad de los datos sobre recursos naturales y su uso deben preparar los datos económicos necesarios para aplicar los datos sobre los recursos. Estos últimos, por sí mismos, son inútiles para tomar decisiones de inversión u operación. La única manera de evaluar la potencialidad económica de una oportunidad de inversión en recursos naturales es usar los datos físicos para calcular los beneficios y costos, utilizando las relaciones entre el costo de los insumos y el valor de los productos derivadas de la experiencia real o claramente relacionadas con dicha experiencia.

Por lo tanto, la experiencia pasada tiene enorme importancia, pues sólo analizándola podemos trazar planes para el futuro. Se necesitan registros de insumos y productos en términos físicos y de valor, y los insumos de recursos naturales deben estar expresados en términos cuantitativos que describan la calidad o calidades del recurso natural. Esto significa que la tarea de mejorar los datos censales y de hacer estudios de las operaciones de las industrias y las empresas tiene gran importancia. Para algunos tipos de actividad es posible usar relaciones tomadas de experiencias extranjeras, pero esa experiencia suele no ser del todo pertinente, y en cambio muchas veces es decididamente engañosa o no viene al caso.

Dentro del gobierno, todos los organismos vinculados a los recursos naturales, incluidos los organismos de información y los usuarios, necesitan un programa vigoroso de evaluación de resultados. Las preguntas son fáciles de hacer y difíciles de contestar: ¿Qué resulta-

dos tuvo en la realidad el proyecto de colonización x? ¿Podemos resumir todos sus beneficios y costos en términos económicos correctos? ¿Por qué decidimos recolectar información sobre tal o cual área, información que nadie ha usado?

Los programas de evaluación de resultados necesitan toda la ayuda que se les pueda dar. En consecuencia, lo que se haga fuera del gobierno (incluso por extranjeros) para evaluar experiencias debería ser alentado y no desalentado, como suele suceder. Asimismo, hay mucha necesidad de estudios de la empresa privada en estos campos, pues en muchos casos es el empresario privado quien administra los recursos naturales en cuyo desarrollo el gobierno puede haber participado.

¿Qué se puede hacer cuando nuestras evaluaciones de experiencias anteriores son inadecuadas para proporcionar estimaciones fidedignas de la viabilidad de un proyecto de recursos naturales? Por ejemplo, si un proyecto envuelve el uso de recursos distintos de los usados hasta el momento, de nuevos métodos de producción o de nuevas modalidades de organización, la experiencia anterior, aunque esté registrada y analizada, será una base hasta cierto punto inadecuada para la estimación. Lo mismo puede suceder cuando se trata de extender la producción a nuevas tierras, pues el solo hecho de que hayan estado ociosas hace pensar que difieren de la tierra ocupada en aspectos importantes. Algunas de las dificultades que se plantean pueden ser superables, pero otras quizá no.

Cuando el pasado no proporciona una base adecuada de evaluación, sólo queda acumular experiencia, pero esto no significa que deba esperarse indefinidamente antes de iniciar la inversión. Se pueden hacer investigaciones o pruebas extensivas en el lugar mismo propuesto para la inversión, con lo cual se ponen a prueba por lo menos algunos de los factores que influirán en el éxito o el fracaso de la empresa. Generalmente no se podrán examinar todos, porque rara vez se podrá duplicar completamente la situación que existirá luego de terminada la inversión: por ejemplo, los funcionarios de la organización de investigación

agrícola que experimentan para verificar si una zona es colonizable difieren mucho de los colonos que vendrán después en educación, salud, preparación, hábitos de trabajo, etc.

Sería fácil reunir una lista impresionante de autoridades que coinciden con esta opinión. Las palabras categóricas de John Phillips, que escribe basado en una extensa experiencia en muchos países, son características:

»Sólo con un estudio cuidadoso *in situ*, complementado por proyectos experimentales bien planeados y conducidos competentemente, sería posible ofrecer una orientación sólida y fundamentada acerca de la posible viabilidad de las numerosas propuestas favorecidas por políticos y altos funcionarios encargados de lo que se ha dado en llamar desarrollo agrícola y desarrollo conexo. Los esquemas grandiosos e imaginativos generalmente pueden descartarse, pues no se basan en elementos de sensatez agrícola o de sentido común«⁴⁹.

También se puede acumular experiencia antes de invertir grandes sumas diseñando proyectos divisibles, esto es, que con una pequeña asignación de fondos obtengan resultados reales (no sólo experimentales) antes de invertir. El ejemplo por excelencia de esta estrategia es la extensión lenta y gradual de la colonización, que permite hacer un ensayo bastante completo, incluso con algunos elementos de infraestructura. Cuando los proyectos son divisibles (a menudo no lo son), casi puede decirse que se autoevalúan, eliminándose así la amenaza de un fracaso en gran escala.

Tal vez la ilustración clásica de los argumentos que hemos expuesto se encuentra en el intento, posterior a la segunda guerra mundial, de cultivar cacahuetes en grandes plantaciones del Africa oriental y central, usando tierras desbrozadas en zonas de matorrales deshabitadas. Este proyecto, con un costo de capital previsto de 24 millones de libras esterlinas, sería el mayor proyecto de desarrollo agrícola jamás em-

⁴⁹ John Phillips, *The Development of Agriculture and Forestry in the Tropics*, Faber & Faber, Londres, 1961, p. 175.

prendido⁵⁰. En él parecen haberse cometido todos los grandes errores posibles. Primero, se desestimó el consejo de expertos agrícolas competentes, que pronosticaron el fracaso porque el régimen de precipitación (25 a 30 pulgadas en una sola temporada) era básicamente inapto para la agricultura⁵¹. Segundo, pese a que se previeron extensas actividades de investigación en todos los aspectos de los recursos que podrían influir en el éxito de la empresa, la inversión se inició antes que la investigación⁵². Tercero, se comprometieron grandes sumas (65 millones de dólares) en lugar de avanzar por etapas pequeñas que hubieran mostrado que la falta de agua era un problema grave; que en una zona el suelo silíceo compacto causaba un escorrenría rápida y desgastaba velozmente los implementos; que en otra los nutrientes del suelo eran deficientes; que en otra la precipitación de tipo monzónico aceleraba la erosión; y que la mosca tsetsé y otras plagas e insectos también constituían un grave problema⁵³. En cuanto a las estimaciones de costo, el desbroce costó diez veces más que lo previsto, y la rotación mensual de la mano de obra fue de 10 por ciento⁵⁴.

⁵⁰Olive Holmes, *Peoples, Politics, and Peanuts in Eastern Africa*. Informes sobre política exterior, Nueva York, Asociación de Política Exterior, 1° de diciembre de 1950, p. 159. Véase también *A Plan for the Mechanized Production of Groundnuts in East and Central Africa*, presentado en febrero de 1947 al Parlamento por el Ministro de Alimentos, por orden de Su Majestad, (HMSO, Londres, Cmd. 7030); y *East African Groundnuts Scheme, Review of Progress to the end of November, 1947*, presentado en enero de 1948 por el Ministro de Alimentos al Parlamento, por orden de Su Majestad (HMSO, Londres, Cmd. 7314).

⁵¹Véase Leslie H. Brown, «An Assessment of Some Development Schemes in Africa in the Light of Human Needs and the Environment», *Ecology of Man in the Tropical Environment*, Morges, Suiza, 1964, p. 284. Este volumen contiene los trabajos y documentos de la novena reunión técnica de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza y de los recursos naturales, realizada en Nairobi, Kenya, en septiembre de 1963.

⁵²Edith Tilton Penrose, «A Great African Project», *Scientific Monthly*, vol. LXVI, n° 4, abril de 1948, p. 325.

⁵³Holmes, *op. cit.*, pp. 159 y 160.

⁵⁴*Nation*, 3 de diciembre de 1949, p. 542; y Holmes, *ibid.*

El fracaso del proyecto no puede atribuirse a mala administración, como suele aducirse, pues allí ni la administración más eficiente hubiera podido tener éxito. En cambio, constituye un ejemplo de un proceso de decisión erróneo. Las lecciones que esto deja para proyectos gigantescos como la Carretera Marginal de la Selva y la colonización de la cuenca del Amazonas son claras. Si estos proyectos en realidad no son viables, más vale proceder de modo que permita descubrirlo sin malgastar sumas cuantiosas que podrían aprovecharse en otra parte.

**Encabezamientos de las líneas y las columnas
de los cuadros que muestran el estado de la
información sobre los recursos naturales
en América Latina⁵⁵**

Cuadro I

ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INVESTIGACION DE LOS
RECURSOS NATURALES

Encabezamientos de las columnas:

- a) Código
- b) Nombre de la entidad
- c) Subordinación administrativa
- d) Disciplinas en las cuales operan
- e) Personal:

Técnico científico
Auxiliar técnico
Administrativo

- f) Capital:

Inmuebles
Equipos e instalaciones

- g) Presupuesto anual
- h) Fuentes financieras

⁵⁵Tomado de Estevam Strauss, »Recursos naturales y planificación económica en América Latina. Parte IIª, *op. cit.*

Cuadro II

ESTRUCTURA ACTUAL DE LA OFERTA DE CONOCIMIENTOS DE RECURSOS NATURALES

Los encabezamientos de las líneas están bajo el título «Disciplinas y recursos», y son los siguientes:

- 1) Cartografía
- 2) Fotografía aérea
- 3) Fotointerpretación integrada y geomorfología
- 4) Geología
- 5) Meteorología y climatología
- 6) Hidrología
- 7) Hidrogeología
- 8) Recursos minerales
- 9) Combustibles fósiles
- 10) Sismología
- 11) Suelos
- 12) Pastos naturales
- 13) Bosques
- 14) Caza y pesca continental
- 15) Oceanografía y recursos biológicos del mar
- 16) Ecología general

Los encabezamientos de las columnas son los siguientes:

- a) Actividades:
 - Levantamiento de datos básicos
 - Análisis de laboratorio
 - Procesamiento de datos
 - Investigación básica
 - Investigación tecnológica
 - Administración del recurso
 - Divulgación de datos
 - Divulgación de estudios
- b) Nivel actual de conocimientos:
 - Unidad de medida
 - Exploración: escala o precisión
 - Reconocimiento: escala o precisión
 - Semidetallado: escala o precisión
 - Detallado: escala o precisión

- c) Capacidad actual de ejecución por año:
- Reconocimiento: escala o precisión
 - Semidetallado: escala o precisión
 - Detallado: escala o precisión
- d) Costo unitario medio actual y tiempo para ejecutar la unidad de estudio en la escala o precisión determinados
- Reconocimiento
 - Semidetallado
 - Detallado

Cuadro III

DEMANDA PRIMARIA DE CONOCIMIENTOS DE RECURSOS NATURALES^a

Encabezamientos de las columnas:

- a) Programas o proyectos
- b) Entidad responsable
- c) Etapas y fecha de decisión de cada etapa
- d) Recursos naturales pertinentes al proyecto o programa
- e) Localización del proyecto (hojas de la carta nacional)
- f) Costo estimado total
- g) Costo estimado de las investigaciones
- h) Fuentes financieras.

^aEn el caso especial del Perú, país para el cual se prepararon originalmente estos cuadros, se añadieron las palabras: «para la puesta en marcha y perfeccionamiento del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social».

Cuadro IV

**DEMANDA DE ESTUDIOS DE RECURSOS NATURALES PARA EL
DESARROLLO DE PROYECTOS O PROGRAMAS***(Uno para cada proyecto o programa)*

Proyecto o programa
Organismo responsable
Ubicación del proyecto

Encabezamientos de las columnas

- a) Objetivo
- b) Etapas del proyecto
- c) Disciplinas de estudio
- d) Unidad de medida y escala o precisión de los datos
- e) Conocimientos necesarios (en unidades)
- f) Conocimientos disponibles (en unidades)
- g) Estudios necesarios (en unidades)
- h) Plazo disponible para los estudios: fecha de conclusión
- i) Entidad ejecutora de los estudios
- j) Costo de los estudios
- k) Fuente de los recursos

Cuadro v

PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DE INVESTIGACION DE
RECURSOS NATURALES*Encabezamientos de las columnas:*

- a) Disciplina
- b) Cuantificación de los estudios:
 - i) A corto plazo (estudios detallados):
 - Número de proyectos
 - Unidad de medida y cantidad
 - Plazo disponible
 - ii) A mediano plazo (estudios semidetallados):
 - Número de proyectos
 - Unidad de medida y cantidad
 - Plazo disponible
 - iii) A largo plazo (reconocimiento):
 - Unidad de medida y cantidad
 - Plazo disponible
- c) Gasto medio anual para los estudios:
 - Detallados
 - Semidetallados
 - Reconocimiento
- d) Capacidad actual del sistema de investigaciones, como porcentaje de la demanda de estudios (medida en los plazos disponibles):
 - Detallados
 - Semidetallados
 - Reconocimiento

ANEXO B AL CAPITULO VI

DATOS SOBRE CAUDALES DE CHILE Y DEL OESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS

Cuadro 17

CHILE: DISPONIBILIDAD DE DATOS SOBRE EL CAUDAL EN LA FECHA DE CONSTRUCCION DE PRESAS

<i>Nombre del embalse</i>	<i>Cuenca fluvial</i>	<i>Nombre de la estación de aforo</i>	<i>Fecha de instalación de la estación de aforo^a</i>	<i>Período de construcción</i>	<i>Capacidad (10⁶ m³)</i>	<i>Lapso entre la iniciación de la serie de datos y la construcción (años)^b</i>
Caritaya	Camarones	Conanorca	1958	1930-35	42	-28
Lautaro	Copiapó	La Puerta	1927-30-1947	1928-42	37	1
Lagunas del Huasco	Huasco	Algodones	1928-30-1948	1901-04	7	-27
La Laguna	Elqui	Algarrobal	1916-30-1946	1927-37	40	9
Recoleta	Limarí	Hurtado (entrada embalse Recoleta)	1928-31-1959	1929-34	100	1
Tutuvén	Maule	Tutuvén	1945-49	1944-53	16	-1
Cogotí	Limarí	Dieciocho	1941-46-1955	1935-40	150	-6
Laguna de Planchón	Mataquito	Claro en los Queñes	1929	1919-28	40	-10
Rungue	Rungue	Datos sobre la precipitación		1959-60	2,28	--
De Casablanca						
Pitama	Estero Pitama			1929-31	2,1	--
Lo Orozco	Estero La Playa			1929-31	5,5	--
Lo Ovalle	Estero Lo Ovalle	Datos sobre la precipitación		1929-32	13,5	--
Perales de T.	Estero Perales			1930-32	11,6	--
Purísima	Estero El Membrillo			1929-31	2,3	--
Huechún	Estero Chacabuco	Polpaico	1943	1929-32	30	-14
Huelehueico	Bío-Bío			1929-30	5,2	--
Cerrillos	Estero Leyla	Datos sobre la precipitación		1931-32	3,4	--
Lolol	Estero Lolol			1929-38	6,4	--

Culimo	Quilimarí	Cóndores	1964	1929-35	10	-35
Laguna Invernada	Maule	Cipreses en des. Laguna Invernada	1941	1954-57	120	+ 13
Laguna del Maule	Maule	Laguna del Maule	1952	1946-60	1.430	-6
Lago Laja	Bío-Bío	Laja en Tucapel	1916	1952-54	4.500	36
Lago Pullinque	Valdivia	Uanehue en des. Lago Calafauén	1961	c-62	4,8	(-0)
Lago Puyehue	Bueno	Pilmaiquén bajo	1942	c-44	0,5	(-0)
		El Salto				
La Paloma	Limatí	Grande en Paloma.	1927	1959-67	740	32
Ancoa	Maule	Morro	1953	1955-	103,5	2
Digua	Maule	Cato en Digua	1947	1954-	220	7
Yeso	Maipo	San Gabriel	1929	1953-	250	14
Rapel	Rapel	Corneche	1953	1961-	680	8
Bullileo	Maule	Sta. Filomena	1931	1938-48	60	7

FUENTES: *Rentabilidad de las obras de riego en explotación construidas por el Estado*, Ministerio de Obras Públicas de Chile, Departamento de Planificación, junio de 1963; *Inventario de recursos hidrológicos superficiales de Chile*, Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Planificación, mayo de 1963; *Estudio de la disponibilidad de recursos hidráulicos en Chile*, Universidad de Chile, Centro de Planificación, junio de 1965; *Anuario Hidrológico de Chile, 1962-1963*, Proyecto Hidrometeorológico Naciones Unidas - Gobierno de Chile; *Los recursos hidráulicos de Chile*, Comisión Económica para América Latina (E/CN.12/501), publicación de las Naciones Unidas (Nº de venta: 60.Π.G4). Para obtener algunos datos consultamos también a Enrique García, jefe de la Sección de Recursos Hidráulicos, Departamento de Riego; a Luis Larroucau, jefe de la Sección de Desarrollo, Departamento de Riego; a Luis Larenas, de la misma sección, y a Andrés Arriagada, de la Sección de Recursos Hidráulicos de la Empresa Nacional de Electricidad, S. A.

^a Tres fechas indican la fecha de comienzo, de término y de reanudación de la recolección de datos. Dos fechas indican la fecha de comienzo y de término de la recolección de datos.

^b Los números negativos indican que la recolección de datos comenzó después de iniciada la construcción de la presa.

^c No se obtuvo.

Cuadro 18

ESTADOS UNIDOS: DISPONIBILIDAD DE DATOS SOBRE CAUDALES AL INICIARSE LA CONSTRUCCION DE PRESAS EN EL OESTE^B

Nombre de la presa y período de construcción	Superficie drenada por la estación de atoro						Superficie de drenaje de la presa (millas ²)			
	Superficie drenada por la presa									
	1.25	1.25 - 1.01	1 - .76		.75 - .51	.50 - .26		.25 - 0		
Elephant Butte 1912-16		23 1889	-3 1915	-4 1916		17 1895	28.900			
Marshall Ford 1937-42		39 1898	-3 1940	20 ^b 1915			38.130			
Caballo 1936-38			-2 1938	-2 1938	12 1924	11 1925	36 ^b 1896	30.200		
Conchas -40	15 1909 ^b	5 1905 ^b	2 1938	2 1936 ^b	14 1915 ^b	17 1912 ^b	7.409			
Cascade 1946-48	7 1922	37 1906	-2 1948	5 1941	7 1912 ^b		36 1908 ^b	650		
Owyhee 1928-32		24 1890 ^b	-1 1929	-4 1932	-1 1929		2 1926	9 1917 ^b	10 1913 ^b	11.160
Anderson Ranch 1944-50	19 1896 ^b	30 1911	-4 1945	-2 1943					980	
Arrowrock 1911-15		13 1896 ^b	-6 1917	0 1911		0 1911	-4 1915		2.210	
Jackson Lake 1910-11	7 1903	0 1910	1 1909	7 1903					824	
American Falls 1925-27		15 ^b 1895	-1 1926	19 1906	15 1910				13.580	
Clear Lake 1908-10	4 1904	1 1907	4 1904			-1 1909			550	
Link River 1921-			17 1904	-2 1923					3.810	
Cle Elum 1931-33			25 1906	28 1903					203	
Grand Coulee 1933-42			-5 1938	20 1913					74.100	

North and Dry Falls				9	34					74.100
1949-51; 1946-49				1938	1913					
O'Sullivan	34			11						4.150
1947-49	1913			1909 ^b						
Shasta	46	0		-4	13			18	11	6.665
1938-45	1892	1938		1942	1925			1910	1910	
Friant		32		-2						1.633
1939-42		1907		1941						
Granby	37	12		-9			22			311
1941-50	1904	1907 ^b		1950			1904			
Hoover	29	14		-4	-2	9				167.800
1931-36	1902	1917		1935	1933	1922				
Theodore Roosevelt		-7	5	15						5.830
1903-11		1910	1895 ^b	1888						
Davis		25	9	-8	2					169.300
1942-50		1917	1933	1950	1905 ^b					
Buffalo Bill	1	3		-5			1			7.340
1905-10	1897 ^b	1902		1910			1903 ^b			
Seminole	31	23		-3			-3	29		7.340
1936-39	1905	1913		1939			1939	1903 ^b		
Pathfinder	4	1	2	4	-4	0	2			10.700
1905-9	1901	1904	1895 ^b	1895	1909	1905	1903			
Lake Tahoe				10						519
1909-13				1895 ^b						
Lahontan		8	4	0			12			1.450
1911-15		1895 ^b	1907	1911			1895 ^b			

^a Las estaciones de aforo se clasifican por la relación $\frac{\text{superficie drenada por la estación de aforo}}{\text{superficie drenada por la presa}}$. Las estaciones de aforo para las cuales esta relación fluctúa entre 0,76 y 1,25 se definen como cercanas. Si la relación es inferior a la unidad, la estación de aforo se halla aguas arriba de la presa; si es superior a la unidad, se halla aguas abajo. En el caso de la presa de Elephant Butte, por ejemplo, hay una estación de aforo aguas abajo de la presa (la relación fluctúa entre 1,01 y 1,25). Cuando se inició la construcción de la presa se disponía de 23 años de datos, pues la recolección en esta estación comenzó en 1889. Otras dos estaciones de aforo que se hallan en la presa misma o inmediatamente aguas arriba de ella iniciaron la recolección de datos en 1915 y 1916, tres y cuatro años después de iniciada la construcción de la presa. Los datos para este cuadro y para el cuadro B-3 fueron compilados por Elizabeth Vogely sobre la base de registros de caudales del Estudio Geológico de los Estados Unidos y de los informes de la Oficina de Recuperación de Tierras de los Estados Unidos.

^b Indica interrupción en los datos.

Cuadro 19

ESTADOS UNIDOS: DISPONIBILIDAD DE DATOS SOBRE CAUDALES EN LA FECHA DE CONSTRUCCION DE PRESAS
PARA LAS QUE NO HABIAN DATOS SOBRE SUPERFICIE DE DRENAJE

Nombre de la presa	Ubicación de la estación de aforo	Período de construcción	Número de años de datos disponibles al iniciarse la construcción, y primer año de datos	Capacidad activa (miles de pies-acre)
Boysen	Río Bighorn en Thermopolis, a 20 millas de la presa de Boysen	1947-52	42; 1900 ^a	560
Tiber	Río Marias, en Shelby, aguas arriba del embalse Río Marias en Brenkman, aproximadamente a la misma distancia aguas abajo de la presa de Tiber	1952-56	45; 1902 ^a	762
Trinity	Río Klamath en la desembocadura Río Trinity en Hooper Río Trinity cerca de Lewiston	1957-	29; 1921 ^a 26; 1921 ^a	2.160
Webster	Río Solomon en Webster	1952-56	28; 1920 ^a	259
Hungry Horse	(?) Dos millas aguas arriba de la confluencia del South Fork con el Flathead	1948-53	19; 1929	
Kirwin ^b	Brazo norte del río Solomon de Kirwin Brazo norte del río Solomon cerca de Downs Río Solomon en Beloit Río Solomon en Niles	1952-55	29; 1919 ^a 27; 1920 ^a 35; 1895 ^a ? ; 1897	308

Canyon Ferry	?	1949-54	68; 1881	1.615
	?		26; 1923	
	?		11; 1938	
Foss	Emplazamiento de la presa de Foss ^c	1958-	12; 1936 ^a	421
	Río Washira en Anadarko		6; 1902 ^a	
	Derwood		30; 1928	

^a Indica interrupción en los datos.

^b Indica que los datos se estimaron en correlación con datos de corrientes de agua próxima.

^c Para el período 1936-48 el caudal en el emplazamiento de la presa de Foss se estimó como la diferencia entre el caudal medido en la estación de aforo de Clinton y la entrada estimada entre la estación de aforo de Clinton y el emplazamiento de la presa de Foss.

VII

La experiencia de Chile y el Perú, y algunos problemas de los países pequeños

Puede ser de utilidad examinar la experiencia de Chile y el Perú a la luz de los criterios para administrar los programas de información sugeridos en el capítulo anterior. Si bien siempre es más fácil dar consejos que llevarlos a la práctica, este examen puede servir para indicar por lo menos algunas de las dificultades con que puede tropezar un país cuando inicia un programa de esta índole en la esperanza de estimular el desarrollo económico. En la última sección de este capítulo se examinan los problemas especiales de los países pequeños.

En el caso de Chile y el Perú interesa especialmente examinar las circunstancias en que se crearon los organismos encargados de la información general sobre los recursos naturales —el Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IREN) y la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)—, la forma en que estos organismos conciben sus funciones y la labor realizada hasta la fecha. En ambos casos la creación del nuevo organismo hizo aumentar el número de organismos encargados de la información sobre los recursos y no se eliminaron ni se fusionaron otros para dar cabida a la nueva unidad. En cada caso la creación del nuevo organismo coincidió con las tentativas para establecer en el gobierno un sistema de planificación más desarrollado e institucionalizado.

LA EXPERIENCIA DE CHILE

El proyecto

A raíz de los terremotos que asolaron a Chile en mayo de 1960, la Organización de los Estados Americanos envió una misión para estudiar los problemas de la reconstrucción, la cual recomendó que se usara la aerofotografía y técnicas afines en el levantamiento de mapas de las ciudades afectadas a fin de reunir las informaciones necesarias para la reconstrucción. En 1961 se decidió ampliar los alcances del proyecto e incluir una serie de complejos estudios del valle central y de los valles transversales del

norte. El proyecto tuvo un costo total aproximado de 5.5 millones de dólares, de los cuales 2.5 millones fueron aportados en especie por el gobierno de Chile, 2.1 millones por el Banco Interamericano de Desarrollo que otorgó un préstamo a 12 años plazo, 0.6 millones por la OEA y 0.4 millones por la Empresa Nacional de Petróleo, que es un organismo gubernamental. El proyecto abarcó una superficie de 128.000 kilómetros cuadrados y su costo medio fue de 43 dólares por kilómetro cuadrado.

Cuando se puso fin al proyecto en abril de 1964, se entregó todo el material reunido a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), que a su vez unos meses más tarde lo entregó al Instituto de Investigación sobre Recursos Naturales, recientemente creado. El Instituto tiene un comité asesor formado por representantes de la CORFO, de los ministerios, de las universidades y del sector privado¹.

Las expresiones técnicas empleadas para describir los resultados del proyecto quizá puedan desconcertar a los economistas que no estén muy familiarizados con las disciplinas empleadas. Sería bien fácil formarse la impresión de que el proyecto tuvo por objeto hacer estudios geológicos del Valle Central o inventarios de suelos cuyos resultados podrían usarse para mejorar las prácticas agrícolas aplicadas en cada explotación agrícola. Sin embargo, ya se ha dicho que no pretendía hacer estudios de suelos, como lo prueba el hecho de que se esté iniciando un importante proyecto de investigación de suelos en la zona que abarcó el proyecto. El hecho de que el Instituto de Investigaciones Geológicas proyecte hacer un estudio geológico de la región comprendida entre Valdivia y Concepción, que se incluyó en el proyecto, muestra que sus trabajos geológicos tuvieron un alcance muy limitado.

Es bien difícil describir el producto del proyecto en una forma que permita explicar a los economistas algunas de sus limitaciones y sus usos potenciales². Podemos

¹IREN, *Información básica para el desarrollo económico y la planificación regional*, diciembre de 1964.

²El Informe Final del Proyecto merece además ser criticado por el hecho de que prácticamente nada dice sobre los costos. Sería muy útil para

empezar por las partes del proyecto que son fáciles de describir. Nos referiremos en primer lugar al levantamiento fotográfico con pares estereoscópicos de distintas regiones del país. En la región comprendida entre Concepción y Chiloé el levantamiento abarcó la zona que se extiende entre el litoral y el límite con la Argentina y se hizo a una escala de 1 : 50.000, en el Valle Central a una escala de 1:20.000 y en los valles transversales a 1:30.000. En las ocho ciudades más afectadas por los terremotos se usó una escala de 1 : 10.000.

Las fotos y los mosaicos que con ellas se prepararon (1: 20.000 en el Valle Central) están a disposición del público. Se prepararon mapas topográficos a escala grande (1 : 2.000) de las ciudades afectadas, y también de los canales de riego (que pueden ser transferidos de transparentes³ a mosaicos). Los deslindes de las propiedades fueron comprobados, representados en mosaicos y medidos. Las declaraciones sobre mercedes de agua presentadas en 1954 a las oficinas de impuestos internos fueron copiadas en formularios para cada distrito. Se calcularon las curvas de probabilidad de caudales basadas en los datos que existían sobre nueve cuencas del Valle Central durante la temporada de riego. Se señalaron las estaciones hidrológicas y meteorológicas en los mapas a escala pequeña. Se utilizaron los datos climatológicos y meteorológicos existentes para diversos fines, entre ellos para la confección de un mapa de las isoyetas anuales (1:250.000). Se confeccionó un mapa climático (1:1.000.000). Se prepararon cinco gráficos circulares correspondientes a cinco zonas ubicadas en la región del proyecto, en que se indicaron las prácticas típicas de cultivo y los períodos de crecimiento de la vegetación. Por último, a petición de la ENAP, se hizo un reconocimiento aeromagnético de una superficie de 70.000 km² y se prepararon mapas isomagnéticos a escala de

todos los países que los organismos públicos contratantes o crediticios exigieran la inclusión de datos completos sobre los costos en los informes finales de proyectos similares que se inicien en el futuro.

³Hoja transparente de plástico en la cual se dibujan con tinta las características requeridas. El transparente puede colocarse sobre un fotomosaico y sacarse una copia fotográfica de esta combinación.

1: 50.000 y otros materiales que contenían informaciones sobre la magnitud de la cuenca sedimentaria, la profundidad del subsuelo e indicaciones sobre las estructuras de interés para la prospección petrolera. La investigación se realizó desde una altura de 300 a 500 metros y con una línea de vuelo de cuatro kilómetros.

Además de esos resultados, que son fáciles de describir⁴, me parece que los trabajos de investigación geológica y edafológica tuvieron por objeto hacer una clasificación de la tierra de acuerdo con su capacidad de uso, para aplicarla en el nuevo sistema de tributación de la tierra. Por ese motivo se dio especial importancia a la geomorfología y se hizo hincapié en los factores que pueden usarse directamente para evaluar la capacidad (por ejemplo, la pendiente) o que serían útiles para los expertos en edafología (por ejemplo, la forma fisiográfica) a fin de determinar los deslindes de los suelos. En cuanto a las informaciones físicas para el aprovechamiento de los recursos naturales, el proyecto no las proporciona detalladas y ni siquiera semidetalladas⁵.

Se suele expresar que los datos sirven para dar una visión »regional« de los recursos estudiados, es decir, que no refleja con exactitud los detalles de zonas pequeñas, pero dan una imagen adecuada de las zonas grandes »en promedio«.

Dos realizaciones importantes del proyecto fueron la representación en transparentes de las modalidades de uso de la tierra y la clasificación de las tierras según su capacidad de uso. El proyecto permitió obtener una visión del uso de la tierra que sin duda era mucho mejor que cualquier otra anterior. Sin embargo, es difícil determinar el uso de la tierra a base de fotografías cuando se usa una clasificación detallada, y si bien podría inferirse de la descripción de éste y otros proyectos similares

⁴Sin embargo, la lista mencionada no pretende ser exhaustiva. No se sabe a ciencia cierta en qué caso un resultado merece ser indicado por separado.

⁵Aunque el informe final habla de mapas de uso de la tierra semidetallados. Véase *Informe final del proyecto aerofotogramétrico OEA/Chile*, preparado por Aero Service Corporation, Fairchild Aerial Surveys, Geotechnics and Resources y Hunting Survey Corporation, abril de 1964, p. 118.

que los resultados obtenidos son casi perfectos, leyendo con detenimiento el informe final mencionado se advierte que esto es imposible. Y más aún, que no se hizo estimación de la exactitud final de la asignación de tierras a las diferentes clases de uso.

Vale la pena examinar el problema de la exactitud si se tiene en cuenta su importancia para los proyectos futuros de esta índole. El informe final indica que se procedió en la siguiente forma para estimar la exactitud⁶:

1. Las unidades de tierras fueron asignadas a clases de uso mediante la fotointerpretación⁷.
2. Se hizo un recorrido por tierra (por caminos) de alrededor de 33 kilómetros por mosaico para 78 por ciento de los mosaicos. Esta distancia era aproximadamente igual a la suma del largo y el ancho de la superficie representada en el mosaico⁸.

Se hizo una comprobación a lo largo de este recorrido, y aunque el informe no lo indica, el área realmente comprobada debe haber sido mucho más pequeña que la superficie total que abarcaba el mosaico. Se contaron las unidades que inicialmente habían sido correcta e incorrectamente clasificadas. El porcentaje de unidades bien clasificadas constituía la medida de la exactitud. Esta fue de 84.3 por ciento para todo el grupo verificado.

3. Después de haber comprobado cuáles unidades se habían clasificado incorrectamente, se hicieron las correcciones correspondientes en los transparentes.

¿En qué forma influye el procedimiento sobre la exactitud de la asignación de las unidades que finalmente se presentó en los transparentes? Para determinarla lo mejor es hacer unos cálculos que sirvan de ilustración. Supongamos que un mosaico abarque una superficie de 18 x 12 kilómetros y que para verificarlo se hace un recorrido por la mitad en cada sentido. Supongamos que se pueda comprobar la exactitud con que se hizo la clasificación de los usos de la tierra sobre una distancia de un

⁶ *Informe final*, p. 31.

⁷ Los mosaicos contenían en promedio 529 unidades. Los mosaicos a escala de 1:20.000 incluían 623 unidades. Los mosaicos de 1:50.000 y 1:60.000 incluían 359 unidades. Estas cifras son promedios muestrales. Véase el *Informe final*, p. 42.

⁸ *Informe final*, p. 39.

kilómetro a cada lado del camino; que el porcentaje de unidades correctamente asignadas en la *superficie en que se hizo la verificación* sea 84.3%, y que ese sea el promedio para el proyecto. Supongamos que se descubren todos los errores en la zona verificada y que se corrigen en los transparentes. ¿Cuál será el porcentaje de exactitud de los transparentes?

Si se supone que es igual el número de unidades de uso por kilómetro cuadrado, tanto en la zona de los mosaicos en que se hizo la comprobación como en la que no se hizo, y que la exactitud inicial de la asignación era igual en cualquier parte del mosaico, la exactitud media ponderada del mosaico completo será de $c(1.00) + (1 - c)p$ en la que c es el porcentaje/100 de la parte del mosaico para la cual se hizo la comprobación y p es el porcentaje/100 de exactitud original. Aplicando las cifras empleadas en el ejemplo, se calcula que el valor de c es

$$\frac{2(18 + 12 - 2)}{18 \times 12} = 0.26.$$

La exactitud final de los mosaicos para los cuales se hizo la verificación sería $0.26(1.00) + 0.74(0.843) = 0.88$ (el 78% de los mosaicos), pero continuaría siendo 84% en los mosaicos para los cuales no se hizo. Estas cifras dan algunas indicaciones sobre lo que se quiere dar a entender cuando se dice que los datos son útiles para fines »regionales«, puesto que se mantienen los errores iniciales en 100 $(1 - c)$ por ciento de la superficie que abarca el proyecto. Veintisiete por ciento de las unidades para las cuales se hizo la comprobación tenían una exactitud inferior a 80 por ciento⁹.

Como se usó un helicóptero para hacer parte de la verificación¹⁰, aumentaría la fracción del mosaico comprobado por sobre el 26% que se indica en el cálculo ilus-

⁹Sin embargo, una proporción desconocida de la inexactitud registrada es más aparente que real, porque puede cambiar el uso de la tierra entre el momento en que se asigna originalmente una parcela y el momento en que se hace la verificación. Creo que esta inexactitud no tiene importancia. Agradezco a Donald MacPhail, profesor de geografía de la Universidad de Colorado, haberme señalado esta posibilidad.

¹⁰Información proporcionada por el señor Ruiz Tagle, director ejecutivo de IREN, en entrevista celebrada el 10 de abril de 1968.

trativo y el promedio de los mosaicos comprobados a más de 88%.

No se hizo un estudio análogo de los inventarios de suelos, que plantean, naturalmente, problemas mucho más complejos. Algunos expertos chilenos han expresado que el inventario de suelos fue un estudio de reconocimiento.

En la clasificación de la tierra según su capacidad, que difiere de su uso actual, se aprovecharon las informaciones examinadas en capítulos anteriores, especialmente la información edafológica y geomorfológica; y sobre esa base se confeccionaron mapas que se consideran semidetallados. La tierra se clasificó en ocho grupos que varían desde las tierras aptas para el cultivo con pocas limitaciones en cuanto a su uso (clase I) a las tierras apropiadas para el cultivo pero con serias limitaciones, porque son susceptibles a la erosión o porque los cultivos están expuestos con frecuencia a sufrir graves perjuicios (clase III), y tierras no aptas para el cultivo (clases V a VIII).

La clasificación de la capacidad de uso de la tierra se aprovechó principalmente para calcular el avalúo de las tierras, a fin de determinar el impuesto sobre la tierra. Antiguamente el avalúo era calculado por tasadores, y variaba con arreglo al valor comercial de las tierras, Con el nuevo sistema se determina la parte de cada propiedad que ha de clasificarse en cada categoría de uso de la tierra, teniendo en cuenta su condición de regada o no. La cantidad asignada a cada clase se multiplica por un valor asignado a cada hectárea, que difiere entre las distintas provincias y, dentro de las provincias, entre las comunas¹¹, aunque el valor asignado a una clase determinada suele ser igual en varias comunas de la misma provincia. La suma de los valores así obtenidos se reduce aplicando porcentajes que varían según la distancia de la propiedad al mercado y el tipo del camino de acceso¹². Se quería así obtener una cifra aproximada al valor de mer-

¹¹ La comuna es una subdivisión administrativa.

¹² Véase Luis Vera, *Técnicas de inventario de la tierra agrícola*, Unión Panamericana, Washington, 1964.

cado o por lo menos un porcentaje constante de dicho valor.

Si bien ha transcurrido muy poco tiempo como para hacer una comparación a fondo entre el sistema antiguo y el nuevo, hay algunas cosas que se ven con bastante claridad. Primero, había consenso en Chile de que el sistema antiguo no producía ingresos tributarios adecuados ni era equitativo. De todos modos, es interesante señalar que dos expertos estiman que los avalúos han aumentado en la misma medida para las propiedades grandes y las pequeñas¹³. Sin embargo, esto no se contrapone con el hecho de que diferentes propiedades hayan experimentado aumentos muy distintos.

El informe final indica que el sistema antiguo funcionaba bien en varios aspectos:

1. Había acuerdo entre los propietarios en cuanto a la ubicación de los deslindes¹⁴.
2. La cifra indicada por el proyecto para la superficie agrícola total era sólo superior en 3% a la calculada sobre la base de las declaraciones de los propietarios. Sin embargo, debe tenerse presente que aunque las declaraciones de los propietarios en conjunto sean correctas, de todos modos pueden haberse cometido graves errores en las declaraciones individuales, estando algunas muy sobrestimadas y otras muy subestimadas, como puede observarse en la Hoja del Registro de Propiedades (*Informe final*, p. 25).

Con arreglo al sistema actual las posibilidades de reclamar de los propietarios se limitan a los rubros en rela-

¹³Deseo manifestar mis agradecimientos a la señorita Milka Casanegra y al señor Sergio González, funcionarios de la Dirección de Impuestos Internos, quienes examinaron conmigo la situación del impuesto sobre la tierra en Chile.

¹⁴Véase el *Informe final*, p. 26. Me ha llamado la atención la aparente contradicción entre esta conclusión y los dos croquis de las propiedades (un croquis fue preparado por Impuestos Internos antes de iniciarse el proyecto y el otro se hizo para la misma zona durante el proyecto) que figuran en *Técnicas de inventario de la tierra agrícola*, *op. cit.*, p. 56. Ambos croquis muestran enormes diferencias, pero éstas no tienen por qué corresponder a diferencias similares en las zonas declaradas en los avalúos, y pueden deberse solamente a deficiencias en los croquis preparados antes del proyecto.

ción con los cuales es fácil llegar a un arreglo. No pueden reclamar (con la esperanza de que se haga un ajuste en su caso) respecto del valor asignado por unidad de superficie a las diferentes clases de tierras según su capacidad de uso. Pueden reclamar, y varios miles lo han hecho, porque consideran inexacto el cálculo de la superficie o inadecuada la clasificación de la capacidad de uso de sus tierras. Sin embargo, a pesar del elevado número de reclamaciones, fue fácil darles solución durante el primer año. Por ese motivo, varios expertos¹⁵ consideran que el nuevo sistema ha tenido muy buena acogida entre los contribuyentes, a pesar de que las recaudaciones del impuesto territorial calculadas en escudos constantes han subido enormemente. Al parecer, el aumento inicial parece haber sido suficiente para financiar los gastos totales del proyecto, si bien podría haberse obtenido igualmente cierta proporción de ese aumento si se hubiera hecho un esfuerzo de gran magnitud para reformar la administración del impuesto territorial en vez de realizar los estudios del proyecto.

La importancia que tiene la aceptación del nuevo sistema por los contribuyentes quedó un poco encubierta por el hecho de que en virtud de la nueva Ley de Reforma Agraria (promulgada el 28 de julio de 1967) la compensación por las tierras expropiadas corresponde a una fracción (según diversas circunstancias características de cada propiedad) del avalúo. Considerando que la Ley de Reforma Agraria tiene esta característica, quizá se habría podido lograr que los propietarios aceptaran un aumento similar del avalúo aplicando el antiguo sistema.

El problema de evaluar un sistema de impuestos sobre la tierra como el empleado en Chile puede describirse en líneas generales en la siguiente forma. Supongamos que haya consenso en que los avalúos basados en los valores de mercado dan a los propietarios la certeza de que se procederá equitativamente con todos ellos. Si el sistema de evaluación directa es deficiente y se traduce en gran-

¹⁵ Entre los cuales cabe mencionar a la señorita Milka Casanegra y al señor Sergio González, funcionarios de Impuestos Internos, y al señor Miguel Ruiz Tagle, director ejecutivo de IREN.

des desigualdades entre los propietarios¹⁶ y si hay pocas posibilidades de mejorar los avalúos calculados directamente, un sistema basado en una clasificación bien hecha de la capacidad de uso de la tierra podría permitir establecer valores que se acerquen más al valor comercial y de ese modo podría considerarse que los avalúos serán más equitativos entre los diferentes propietarios.

En Chile se podría hacer una buena comprobación si se obtuvieran con mucha exactitud los precios de venta de una muestra de propiedades. Claro está que es difícil hacerlo, pero los problemas que ello plantea no son insuperables. Por ejemplo, como en Chile se han dividido muchas propiedades ante la posibilidad de que sean expropiadas, se podrían comparar los precios de venta obtenidos con los avalúos de las diferentes parcelas¹⁷. Los resultados obtenidos de esa comprobación serían útiles para todos los países que proyectan introducir cambios similares en sus sistemas de tributación. El problema más difícil consiste en comparar los resultados del cálculo directo del avalúo con los precios comerciales. Como el sistema directo de cálculo ya no se aplica en Chile, la comparación se hará más difícil con el transcurso del tiempo.

Para resumir, si no es suficiente la densidad espacial de las comprobaciones de precios fidedignos de transacciones estudiadas o si fallan otros aspectos del sistema de avalúo directo, un sistema basado en las clasificaciones de la tierra bien puede dar mejores resultados según el criterio del valor comercial aunque se aparte bastante de él.

Naturalmente, un sistema de avalúo directo que funcione bien puede utilizar información similar a la empleada en el proyecto para hacer la clasificación de las tierras según su capacidad de uso. Un buen sistema de avalúo debe basarse en un conjunto de precios de venta reales y aplicar todos los tipos pertinentes de información sobre

¹⁶En el *Informe final*, p. 27, se expresa que el 2 por ciento de los propietarios nunca pagó impuestos.

¹⁷El Sr. Ruiz Tagle y otras personas que han observado de cerca estas divisiones han expresado que el precio de las parcelas se acerca mucho al valor de los avalúos (entrevista celebrada el 18 de abril de 1968).

los suelos y la geomorfología, para calcular por interpolación o por otros métodos los valores comerciales de las propiedades que no han cambiado de dueño recientemente. El sistema aplicado actualmente en Chile difiere en que los precios de venta, que son difíciles de averiguar, se usan para determinar los valores provinciales y comunales y no como cifras básicas para calcular por interpolación los valores de otras propiedades como en un sistema de avalúo directo.

Aunque las informaciones producidas por el proyecto se usaron principalmente para calcular el impuesto sobre la tierra, han tenido muchas otras aplicaciones, como por ejemplo en la planificación y programación de las actividades de reforma agraria y de la labor que el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) ha realizado con los pequeños agricultores. Los datos sobre la capacidad de uso de la tierra y otras informaciones fueron aprovechados para elegir la ubicación de una fábrica de azúcar de remolacha. Los mosaicos se consultaron para determinar la ubicación de una serie de estaciones de microonda, de líneas de alta tensión y de un oleoducto. Los datos empleados para identificar las propiedades, que se pueden extraer de cintas, facilitaron la labor de adquisición de propiedades para las instalaciones de las líneas de alta tensión y de tuberías. El IREN ha proporcionado informaciones a muy diversos usuarios.

*El Instituto de Investigación
de Recursos Naturales (IREN)*

Pocos meses después de la entrega del Informe Final del Proyecto, en abril de 1964, se creó el Instituto de Investigación de Recursos Naturales cuyas funciones básicas son: 1) guardar y administrar el material producido por el proyecto y el equipo empleado; 2) mantener actualizadas las informaciones reunidas por el proyecto y reunir informaciones similares sobre las regiones no incluidas en él; 3) dar a las informaciones del proyecto contenidas en los mosaicos y en los transparentes una presentación que permita utilizarlas directamente para preparar »proyectos de desarrollo económico«; y 4) estimular la investigación de los recursos naturales y

coordinar las labores que desarrollan diversos organismos públicos en esta esfera.

El IREN no ha podido cumplir todas estas funciones. En lo que toca a las funciones que debe desempeñar un organismo general de información sobre los recursos que se indican en el capítulo VI, el IREN les ha dado en su programa una importancia un poco distinta.

Está cumpliendo en parte estas funciones, y ha compilado una bibliografía de la información existente sobre los recursos. En gran medida sus labores han consistido en continuar el análisis y la elaboración de las informaciones proporcionadas por el proyecto, como la medición y la tabulación de la información representada en los transparentes, la evaluación de la susceptibilidad a la erosión y la confección de un inventario de las dunas. Realizó un estudio preliminar »integrado« de los recursos naturales de las provincias de Aysén y Magallanes a fin de determinar las posibilidades futuras de estudio¹⁸.

El IREN ha dado una importancia distinta a dos temas a los que se hace hincapié en el capítulo VI: la participación del personal del organismo que recopila la información sobre los recursos en el proceso de adopción de decisiones en materia de planificación y de inversión y la coordinación de programas de información sobre los recursos naturales. Si bien el IREN ha hecho muchos estudios atendiendo a peticiones formuladas por los organismos encargados de concebir y diseñar los proyectos de inversión, no parece haber una estrecha participación del personal del IREN en esas actividades. Más bien, el personal del organismo parece considerar que su función consiste en suministrar informaciones físicas no muy detalladas sobre los recursos naturales y dar asistencia sobre la forma de usarla a otros organismos para que la utilicen como lo estimen más conveniente. Naturalmente, el IREN mantiene actualizadas las cartas básicas para el catastro de Impuestos Internos, que administra el impuesto territorial. Asimismo ha colaborado recientemente con el organismo encargado

¹⁸La lista completa de las publicaciones y la descripción del programa de trabajo pueden obtenerse en el IREN.

del censo en la preparación de mapas que indican la distribución de la población, y se está examinando con varios organismos la posibilidad de preparar un atlas económico.

El programa del IREN no ha dado mucha importancia a la coordinación de los programas de información sobre recursos naturales de los diferentes organismos públicos, pero ha intentado reunir información sobre los distintos programas.

Al describir estos aspectos de los programas del IREN, que con ser bien conocidos en Chile, pueden interesar a los gobiernos de otros países, no se pretende sugerir que los programas del IREN deberían haber sido distintos. En efecto, teniendo en cuenta cómo se formó el IREN, es natural que al comienzo se haya dedicado principalmente a elaborar los materiales producidos por el proyecto, hecho que se refleja en sus directivas y en sus actividades básicas. Téngase presente que el Instituto había sido creado sólo dos años antes de cuándo lo visité, en agosto de 1966, y que la Oficina de Planificación (ODEPLAN) era más nueva aún.

LA EXPERIENCIA DEL PERU

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)

El organismo que se encarga de reunir la información general sobre los recursos naturales del Perú —ONERN— tiene aproximadamente el mismo tamaño que el Instituto de Investigación de Recursos Naturales de Chile, y emplea aproximadamente 35 funcionarios entre profesionales y técnicos. Sin embargo, ambos organismos difieren bastante en cuanto a su origen y a la naturaleza de sus programas.

La ONERN fue creada en 1962 para aprovechar la capacidad de estudio de los recursos naturales que se había desarrollado gracias al programa de recursos naturales (establecido en 1961) por el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento. La ONERN, que en sus comienzos formaba parte del Instituto Nacional de Planificación, es un organismo independiente desde enero de 1965.

Las principales actividades de ONERN reflejan sus orígenes. En efecto, su función más importante parece ser la

realización de estudios integrados de recursos naturales como parte del proceso de desarrollo de proyectos. El objetivo de varios de los estudios terminados hasta la fecha ha sido la evaluación o la obtención de la información necesaria para evaluar regiones para la colonización. Sin embargo, el complejo estudio sobre una parte de Puno tenía otro objetivo puesto que se trata de una región ya poblada¹⁹.

Ha ido aumentando el número de estudios realizados por la ONERN en que se ha llegado a hacer una evaluación económica y es probable que con el tiempo se vaya robusteciendo su capacidad para realizar análisis económicos²⁰.

Las demás funciones de la ONERN son similares a las que desempeña el IREN en Chile, a saber²¹:

- a) Centralizar, completar, mantener actualizada y difundir la información sobre recursos naturales²².
- b) Establecer una metodología que permita hacer comparaciones de viabilidad entre diferentes regiones del país.
- c) Preparar documentos básicos para la planificación nacional.
- d) Obtener la información y preparar los documentos

¹⁹ ONERN y la Corporación de Desarrollo y Promoción Social y Económica del Departamento de Puno, *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno, Sector de prioridad I*, Lima, 1965.

²⁰ ONERN, *Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona del río Pachitea*, que constituye un ejemplo de estudio de colonización, Lima, 1966.

²¹ Si bien las funciones asignadas a ambos organismos son similares, sus orígenes son distintos. Como se ha visto, la ONERN tuvo sus orígenes en los estudios integrados vinculados estrechamente con la realización de determinados proyectos. En cambio el IREN fue creado en relación con los estudios en gran escala realizados a raíz del terremoto de 1960.

²² ONERN, *Programa de Inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno, Sector de prioridad I*, op. cit., p. 15, contiene una descripción bastante completa del programa de ONERN. Véase también ONERN, *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*, boletín publicado por la ONERN, en que describe sus actividades, marzo de 1965. La ONERN es dirigida por el señor José Lizárraga R.

necesarios para el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

- e) Preparar estudios de determinados recursos, cuando sea necesario²³.

La ONERN se encarga asimismo de coordinar las diferentes actividades relacionadas con la información sobre los recursos, desarrolladas por diversos organismos gubernamentales del Perú. Sin embargo, no ha alcanzado el alto grado de coordinación descrito en el capítulo VI, como tampoco lo ha logrado el IREN en Chile.

La importancia que ha dado la ONERN a los estudios integrados destinados a la colonización la ha hecho avanzar en gran medida en lo que se refiere a la integración de las actividades de información en la toma de decisiones en materia de planificación e inversión y parece haber creado vínculos de trabajo con diversos organismos públicos que se ocupan del aprovechamiento de los recursos naturales.

Los dos organismos estudiados son bastante nuevos y se han dedicado preferentemente, aunque en distinto grado, a proporcionar informaciones físicas.

Ambos han actuado como cualquier organismo de recursos naturales, aunque de índole »general«. Si bien su modo de trabajar ha sido adecuado para sus primeros años de existencia, quizá en el futuro se considere conveniente agregar las funciones examinadas anteriormente y establecer vínculos de trabajo más estrechos con los organismos usuarios, incluidos los organismos de planificación y los de ejecución. En todo caso, la experiencia de ambos organismos sirve y seguirá sirviendo de valioso ejemplo a otros países.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DE LOS PAISES PEQUEÑOS

Los países pequeños se ven abrumados por muchos problemas atribuibles directamente a su tamaño, y el cam-

²³Se ha hecho un inventario de los estudios y de la información disponibles en los campos de la edafología, bosques y geología.

po de la información sobre recursos naturales no es una excepción. El problema básico atañe a las economías de escala en todos sus aspectos.

En un país pequeño puede resultar muy oneroso establecer organismos especializados independientes de información sobre recursos como los que se consideran necesarios en países grandes, pero hay otras soluciones para abaratar los costos. Por ejemplo, pueden consolidarse algunas o todas las actividades de información en un solo organismo, pues así pueden aprovecharse las instalaciones para distintos fines y el personal puede trabajar en distintos campos.

Cuando se necesitan ciertos servicios técnicos que no pueden encontrarse en el país, es posible proceder de varias maneras. Una de ellas es comprar el servicio requerido, solución satisfactoria cuando se trata de servicios para los cuales pueden establecerse especificaciones precisas. Otra sería que varios países combinaran sus actividades de información usando facilidades centralizadas. Estas actividades podrían ser desarrolladas permanentemente por una organización existente o por un nuevo organismo creado para estos fines. Como ejemplo de una organización existente que podría desarrollar esas actividades cabe citar el Mercado Común Centroamericano.

Cuando se trata de una oportunidad de inversión que interesa a dos o más países, sean grandes o pequeños, podría ser ventajoso que aunaran sus esfuerzos transitoriamente para reunir las informaciones necesarias; cuando se planifican y se ejecutan en forma conjunta las actividades para reunir informaciones técnicas, pueden abaratare los costos y ser más compatibles las informaciones.

Podrían también usarse los servicios técnicos proporcionados por aquellos organismos internacionales que consideren deseable formar proyectos de investigación que abarquen a dos o más países.

Aunque existan estos métodos para soslayar el problema del tamaño, los países pequeños de todos modos se hallan ante un problema grave. En efecto, mientras una nación sea independiente, ella y nadie más tiene la respon-

sabilidad de su presupuesto nacional, lo que naturalmente concierne a su soberanía nacional.

Por consiguiente, ni siquiera un país pequeño puede dejar de preguntarse cuál es la información sobre recursos naturales que necesita y cómo debe ser usada. Para que el país contribuya directamente al financiamiento de actividades de información desarrolladas conjuntamente con otros países, es evidente que hay que responder a esta pregunta. Desde el punto de vista presupuestario, el hecho de que esos servicios deban ser adquiridos en lugar de ser realizados por un organismo nacional sólo implica una diferencia de detalle.

Esta interrogante conserva su importancia para los países pequeños aunque el estudio sea realizado gratuitamente por otro país o por un organismo internacional, puesto que tiene que decidir qué tipo de donaciones desea recibir. En la mayoría de los casos podrá ejercer mucha influencia sobre el tipo de donación que recibe, si es capaz de precisar sus necesidades.

Si bien los países pueden recibir un valioso asesoramiento para la planificación de las actividades de información sobre los recursos de la Organización de los Estados Americanos, del Estudio Geodésico Interamericano o de los programas de ayuda técnica establecidos por varios grandes países, parece poco probable que extranjeros estén en mejores condiciones que los técnicos locales competentes para percibir qué proyectos resultan más adecuados a fin de reunir informaciones sobre los recursos naturales de acuerdo con las necesidades del país. Si el país carece de funcionarios locales competentes, bien puede sufrir los perjuicios ocasionados por proyectos bien intencionados que no se adaptan a sus necesidades. Para resumir, incluso con el mejor asesoramiento del exterior, es necesario que haya técnicos locales competentes para fijar las atribuciones de los asesores y utilizar en la práctica la información obtenida.

Son claras las repercusiones de lo dicho anteriormente. Es importante que un país pequeño cuente con un número reducido de expertos competentes en el campo de los recursos naturales. No es necesario que esos exper-

tos sean muy especializados, pero deben tener una experiencia más bien amplia, ya que para un país es más importante contar con unos pocos profesionales competentes bien preparados que con un número mayor de personas menos competentes y menos calificadas. El país pequeño que cuente con esos especialistas está en una posición mucho mejor para adquirir u obtener servicios en el extranjero.

Es muy importante que los servicios tengan continuidad, lo que refuerza la idea, que hemos estado tratando de expresar, de que el personal extranjero no puede desarrollar ese tipo de función ya que estas decisiones forman parte integral del proceso de gobierno. Sin embargo la gran experiencia acumulada muestra que es viable usar asesores extranjeros, en las esferas superiores, siempre que estén dispuestos a aceptar un trabajo de varios años de duración. En esa forma puede aumentar apreciablemente la eficacia de un número reducido de expertos locales.

VIII

Resumen

En este estudio se examinan los problemas que plantea la administración de los programas gubernamentales que generan información sobre los recursos naturales. En todo momento se relaciona el análisis con el problema más general de fomentar el desarrollo económico. La obtención de informaciones de este tipo presenta análogos problemas tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados; pero en este estudio se han enfocado desde el punto de vista latinoamericano, extrayéndose algunas conclusiones de la experiencia de unos pocos países.

Para apreciar mejor la naturaleza de los problemas estudiados, baste considerar el planteamiento hipotético siguiente, que podría resumir un conjunto de opiniones expresadas con frecuencia sobre la forma de lograr el rápido desarrollo de los recursos naturales y hasta de todo el país:

»En el pasado nuestros recursos naturales fueron explotados sin orden ni concierto, procediéndose por tanteos sucesivos. Hasta podría decirse que se actuó en forma irracional, pues para poder elegir el mejor camino es a todas luces evidente la necesidad de contar con un conocimiento previo de la materia.

»Afortunadamente, las técnicas modernas nos permiten reunir fácilmente informaciones sobre los recursos naturales y a un bajo costo. Ya no valen las excusas para planificar la explotación de los recursos naturales sobre la base de informaciones incompletas. De ahí que lo primero que haya que hacer es un inventario exhaustivo de los recursos físicos«.

Este consejo, tan prometedor a primera vista, no puede seguirse al pie de la letra, ya que no sólo es imposible hacer un inventario completo de los recursos naturales, sino que tampoco es éste base indispensable para tomar decisiones prudentes sobre el aprovechamiento de los recursos naturales. Al respecto, cabe señalar que las informaciones proporcionadas por el proyecto aerofotogramétrico realizado en Chile hace unos años no eran tan completas como se daba a entender en los informes sobre la materia.

Sea como fuere, se necesitan algunas informaciones, pero lo difícil es saber de qué clase, sobre cuáles regiones y con qué grado de detalle.

Igual importancia tiene un aspecto a menudo descuidado: cómo deben organizarse los servicios que reúnen las informaciones y otras dependencias para satisfacer adecuadamente las necesidades y aplicar eficazmente las informaciones obtenidas.

LA INFORMACION COMO TIPO DE INVERSION

Siendo que la acumulación indiscriminada de información no tiene sentido, habría que pensar cuál es el criterio valedero. El problema estriba en saber cuánto debe gastarse en los diversos tipos de información. Como ese desembolso no se traducirá en una satisfacción inmediata de consumo sino que se empleará para producir otros bienes que sí dan esa satisfacción, es evidente que la información, desde el punto de vista del análisis económico, constituye un capital, y que tanto ella como los recursos naturales deben considerarse parte integrante del acervo de capitales de un país. No tiene importancia que los recursos naturales en su origen sean un don de la naturaleza y no producto del hombre. Como suelen no estar en condiciones de prestar servicios productivos mientras no se hayan realizado algunos trabajos adicionales (por ejemplo, determinar sus características), pueden asimilarse a los bienes de capital no terminados.

El acopio de información sobre los recursos naturales forma parte también del acervo de capital. El problema radicaría entonces en sentar algunos principios u orientaciones para administrar esta parte del acervo de capital, determinando su tamaño y composición y la forma de lograr su mejor aprovechamiento.

No es novedad considerar la información como un tipo de capital, pese a que los no economistas se resistan a veces a aceptar este criterio. Con todo, al insistir en esa definición se va perfilando cuál habrá de ser el mejor método de administrar la información sobre los recursos naturales, a saber, organizar los servicios y las actividades de modo que encuadren en el proceso de toma de

decisiones sobre inversión por el gobierno y las empresas privadas.

TIPOS DE INFORMACION

Es importante distinguir entre la información sobre los recursos naturales propiamente dicha y la que implica una innovación en las técnicas de producción.

Teóricamente, la función de producción es una relación entre productos e insumos, es decir, indica cuánto se puede producir por unidad de tiempo si se combina cierta cantidad de insumos por unidad de tiempo en *determinada forma*. Para optar por una u otra combinación de insumos es preciso conocer los precios de éstos y de los productos, y tener los conocimientos técnicos o de ingeniería que se expresan en la función de producción. La empresa productora hará los ajustes del caso para elevar al máximo las utilidades, es decir, el valor del producto descontado el costo.

Importa señalar que en la función de producción se traduce el estado en que se encuentra la información sobre los procesos de producción. El progreso tecnológico consiste en una modificación del acopio de informaciones de modo que con determinada combinación de insumos sea posible obtener una mayor producción. Podría decirse que se ha mejorado el «estado de las artes prácticas». La investigación, cuyo objetivo es modificar las funciones de producción, constituiría así una actividad muy dinámica en cuanto todos los productores podrían aprovecharla, de no mediar restricciones en materia de patentes.

Por el contrario, los desembolsos para reunir información sobre los recursos naturales mediante estudios o inventarios no alteran la naturaleza de la función de producción, ya que no perfeccionan la técnica para convertir un recurso natural en un artículo listo para prestar servicios productivos. Los gastos por concepto de información (trabajos geofísicos, perforaciones, etc.) que demanda, por ejemplo, el beneficio de un mineral de cobre no son más que un insumo como cualquier otro. Aunque los hombres de ciencia o los especialis-

tas en recursos naturales la llamen »investigación«, en contraste con el caso anterior, esta labor es una actividad de bajo dinamismo en el sentido de que la información que proporciona sólo sirve para una entidad de producción en una zona limitada. La investigación sobre los *nuevos métodos* empleados en la búsqueda de recursos minerales o sobre los nuevos métodos de explotación agrícola tiene por objeto *modificar* las funciones de producción, pero los gastos que se hacen en las actividades de esta índole no son gastos para generar información sobre los recursos naturales en el sentido que se emplea en este estudio.

El tipo de actividad de información que se examina en este estudio son aquellos estudios repetitivos que tienden a ser realizados por organismos especializados. Es decir, nos interesan los programas de recopilación de datos hidrológicos y meteorológicos, el levantamiento de mapas geológicos y las actividades relacionadas con la exploración minera, los estudios edafológicos, los estudios de la capacidad de uso de la tierra, los inventarios de bosques y actividades similares.

Aunque el objeto de la presente investigación no es examinar las técnicas empleadas para realizar el tipo de estudios antes aludido o formular sugerencias técnicas al respecto, debe tenerse presente que los métodos para reunir información han cambiado mucho en los últimos decenios, especialmente desde la Segunda Guerra Mundial. En general, el uso de métodos mejores está vinculado con el empleo de aviones en mucha mayor escala, especialmente a través de la fotografía aérea, aunque también a través de la capacidad para transportar instrumentos sensibles y livianos a fin de medir variables que antes sólo podían medirse en el terreno, usando instrumentos delicados que a menudo eran de gran peso y de elevado costo.

La aplicación de estos métodos perfeccionados para reunir información ha abaratado mucho los costos, a tal punto que en muchos casos ahora es posible realizar lo que antes era imposible. El hecho de que ahora se *pueda* reunir tanta información es lo que ha provocado en gran medida el problema que se analiza en este estudio.

Las posibilidades de cometer errores —tanto en la asignación de los fondos como de personal cuya productividad puede ser muy superior a lo que indica su sueldo— son tan grandes que es imperioso hacer un examen detenido de esta materia. Es necesario saber exactamente qué información debe reunirse, su importancia para el desarrollo económico y la mejor forma de utilizarla para elevar los ingresos.

COSTOS

Los informes sobre los costos de recopilación de informaciones están plagados de imprecisiones. Lo más difícil es especificar los resultados, pues una misma expresión puede referirse a un producto final muy distinto. Por ejemplo, cuando se habla de un mapa de suelos de 1 : 20.000, puede tratarse de un estudio en que se han hecho muchas comprobaciones en el terreno o de otro en que casi no se ha verificado la interpretación de las fotografías aéreas.

En los casos examinados son muchos los factores que influyen en el costo y varían enormemente de un lugar a otro. Por consiguiente, los datos representan una impresión muy aproximada obtenida del examen de los costos »típicos« que figuran en las estimaciones disponibles.

Aerofotografía

El costo de los estudios aerofotográficos a base de pares estereoscópicos depende de la escala y del tamaño, y de la ubicación de la zona estudiada. En los Estados Unidos el costo de un levantamiento fotográfico a escala 1 : 20.000 en una zona más bien grande (por ejemplo 500 millas cuadradas) parece fluctuar entre 2.50 y 5 dólares por milla cuadrada. Las estimaciones calculadas para los estudios efectuados en el norte del Canadá son un poco más altas y en América Latina más altas aún, fluctuando quizá entre 6 y 8 dólares por milla cuadrada.

Levantamiento de mapas topográficos

En este caso los costos también dependen de la escala, de la superficie que se ha de abarcar y del tipo de terreno. El costo de los mapas de 1 : 20 000 puede variar de 100 a 300 dólares por milla cuadrada. El de los mapas de 1 : 250.000 es mucho más bajo, y según los cálculos de la FAO fluctúa entre 18 y 26 dólares por milla cuadrada, incluido el costo de las comprobaciones en el terreno. El levantamiento de mapas planimétricos cuesta la décima parte de esa cifra.

Estudios de geología regional

Se han hecho estudios a escala de 1 : 500.000 en el norte del Canadá que abarcan varios miles de millas cuadradas, utilizando helicópteros y aviones, que han permitido reunir datos de muy buena calidad, y con un costo directo (excluidos los sueldos del personal) que fluctúa de 2 a 3 dólares por milla cuadrada. Los demás costos de estos estudios varían entre el 30 y el 80% de los costos directos.

Otra fuente digna de crédito indica que el costo de los estudios generales de reconocimiento geológico fluctuaría en el Canadá entre 2 y 4 dólares por milla cuadrada, y el de estudios de reconocimiento a una escala de 1 : 250.000 fluctuaría entre 5 y 7 dólares, cifra que no se aparta mucho de la citada anteriormente.

La escala tiene efectos muy importantes. La misma fuente sugiere que el levantamiento de un mapa geológico a escala de 1 : 50.000 costaría entre 30 y 117 dólares por milla cuadrada en el Canadá, cuyas condiciones son muy favorables en lo que a costos se refiere.

Estudios geofísicos

Cuando se hacen estas investigaciones suele usarse el avión para estudiar algunas zonas de superficies más grandes. El costo de los estudios magnéticos fluctúa entre 6 y 20 dólares por milla lineal; los estudios electromagnéticos son más caros, pues su costo fluctúa entre 10 y 20 dólares por milla lineal. Los estudios de ra-

dioactividad cuestan casi lo mismo que los magnéticos, pero suelen efectuarse conjuntamente con otros estudios, con un recargo muy pequeño en el costo.

Mapas edafológicos

Debe aclararse ante todo la significación de la escala en los mapas edafológicos, para lo cual es preciso considerar dos aspectos principales: la adecuación de las informaciones en cuanto a grado de detalle y exactitud para su aprovechamiento en la evaluación de proyectos, y su posible aplicación en el mejoramiento de las prácticas agrícolas de explotación.

Un experto estima que el costo de un mapa edafológico semidetallado a escala de 1:25.000 y adecuado para la evaluación de proyectos quizá sea 40 centavos de dólar por acre, pero un estudio completo podría costar casi un dólar por acre (es decir, 640 dólares por milla cuadrada).

El mismo experto cree que el costo de los estudios de reconocimiento puede fluctuar alrededor de 20 dólares por milla cuadrada; un estudio a escala de 1:500.000 o 1:1.000.000 que muestre sólo las unidades de terreno fisiográficas generales tendría un costo muy inferior.

Estudios integrados

Se estima que el costo de un estudio que se proyecta hacer sobre la cuenca del río Guayas en el Ecuador y cuyo objeto es reunir informaciones que se utilizarían para la planificación de proyectos, sería de 170 dólares por milla cuadrada para la superficie total estudiada inicialmente.

El proyecto realizado en Chile tuvo un costo de alrededor de 70 dólares por milla cuadrada, pero fue mucho menos detallado que el de la cuenca del Guayas.

Por lo tanto, si se piensa en un estudio de reconocimiento de escala 1:250.000, que supone hacer un levantamiento fotográfico, preparar mapas topográficos y realizar estudios de geología regional y de suelos, los costos podrían fluctuar alrededor de 60 dó-

lares por milla cuadrada. Un estudio detallado costaría mucho más.

PRINCIPIOS Y PAUTAS

Evidentemente, no puede haber normas que establezcan cuántos dólares por unidad de superficie han de gastarse para reunir diferentes tipos de información, o qué porcentaje de la inversión bruta del país deba destinarse a esos fines. Pero cabe preguntarse si existen principios o pautas que puedan orientar a un país sobre la forma de organizar las actividades a fin de obtener la cantidad de informaciones necesarias, no en exceso.

En general, las sugerencias formuladas en este trabajo se refieren a dos aspectos principales:

1. Deben aprovecharse plenamente los especialistas, pero deben trabajar realmente dentro del sistema mediante el cual se toman las decisiones sobre inversión.
2. Debe propenderse a un sistema en que los programas de información se vayan ajustando continuamente para satisfacer las necesidades y exigencias de los organismos públicos y las instituciones privadas usuarias. A toda costa hay que evitar que se hagan inversiones sin información. Cabe esperar que la estructura de los programas y su contenido cambien con el tiempo, ya que no tiene objeto obtener informaciones que no se usan o no se pueden usar. De ahí que los programas de información deban considerarse desde el punto de vista del uso que se les ha de dar.

¿Cuánta información?

Considérese en primer lugar los datos que sólo pueden acumularse con el transcurso del tiempo, como las informaciones hidrológicas o climáticas. Para explicar los conceptos fundamentales recurriremos a un modelo muy simple. Supóngase que de improviso se advierte la posibilidad de construir una presa en un lugar determinado. Se supone que cualquiera que sea la fecha de construcción elegida, los ingresos anuales y los costos no vinculados con la construcción serán

iguales. Si la presa y las obras auxiliares son demasiado grandes, no se aprovechará toda la capacidad; si son muy pequeñas, se perderá oportunidad de obtener ingresos y en algunos casos existirá el peligro de fallas estructurales con los perjuicios consiguientes. Mientras más informaciones se tengan sobre la disponibilidad de agua, más exactas serán las estimaciones del tamaño óptimo de las instalaciones. Surge así la pregunta de cuánto tiempo habrá que postergar la construcción de la presa para acumular más datos sobre el caudal del río.

El tamaño adecuado de la presa depende de la distribución del caudal anual, es decir, del promedio y de la dispersión de los valores en determinados años en torno al promedio. Si se diseña una serie de estos proyectos a base de muestras obtenidas con los datos sobre el caudal acumulados en tres años, en muchos casos las estimaciones sobre el verdadero caudal del río serán muy distintas y el valor actual promedio (en la fecha de construcción) de la serie completa de entradas menos gastos anuales será muy pequeño y quizá negativo.

Si se hubiera planeado cada una de las series de proyectos a base de muestras obtenidas durante cuatro años en lugar de tres, las estimaciones del caudal verdadero serían más exactas y la presa y las obras auxiliares se adaptarían mejor al potencial del emplazamiento. Las muestras de cinco años permitirían obtener resultados aún más exactos, y así sucesivamente.

Supongamos que sobre la base de muestras de ocho años se obtuviera un valor medio actual de 100 para las entradas (o beneficios), descontados los gastos. Si la construcción se aplazara otro año de modo que pudieran utilizarse las muestras obtenidas de nueve años, el valor actual promedio de las oportunidades de inversión sería, por ejemplo, 114.

Para decidir si debe o no aplazarse un año la construcción, hay que comparar el aumento del valor actual (14) y los costos vinculados a la postergación, que son de dos clases. Primero, el interés correspondiente a un año sobre los 100 que se hubieran obtenido de no haberse

aplazado la construcción, que sería 10 si el tipo de interés fuera de 10% anual. Segundo, el costo de la recopilación de datos; si éste fuera de 3 por año, la suma de ambos costos sería 13, e inferior al aumento de 14 que experimenta el valor actual de la oportunidad, y por lo tanto valdría la pena esperar un año.

No conviene seguir aplazando la construcción cuando las ventajas de esperar para acumular más datos sean menores que el costo que demanda la construcción.

Es fácil ver que resulta caro aplazar la iniciación de las obras cuando el proyecto es muy bueno. Nunca valdrá la pena esperar hasta reunir informaciones »completas«.

Sin embargo, supongamos que no se nos hubiera ocurrido de repente la posibilidad de llevar a la práctica un proyecto. ¿Cuándo deberían haberse empezado a reunir las informaciones? Si siempre ha existido una demanda del producto en cuestión, la respuesta es evidentemente que la recopilación debería haberse iniciado en un pasado remoto y que el proyecto debería haberse construido hace mucho tiempo.

Sin embargo, en la realidad la demanda crece, y a menudo desde un nivel para el cual no vale la pena producir. El caso más simple es aquel en que no existía demanda hasta cierto momento, después empieza a existir pero no sigue creciendo. Es evidente que el momento más oportuno para construir las obras habría sido aquel en que surgió la demanda. ¿Cuántos años antes debía haberse iniciado la recopilación de datos?

En el caso anterior, la recopilación de datos durante un año más suponía no sólo incurrir en los gastos de la recopilación propiamente dichos, sino dejar de percibir una corriente de ingresos durante un año. Pero en este caso, el hecho de recopilar informaciones durante un año más no significa posponer un año la fecha en que se empieza a percibir la corriente de ingresos, porque se está programando hacia atrás para buscar más datos. El único gasto que demanda la obtención de datos durante otro año sería el de la recopilación, pero éste debe calcularse acumulado a la fecha de construcción y aplicando el tipo de interés adecuado. Luego

se compara el valor actual de esta oportunidad de inversión y este costo.

Los gastos por concepto de interés pueden ser muy elevados. Por ejemplo, si el tipo de interés anual es de 10%, el multiplicador adecuado correspondiente a diez años es $(1 + 0.10)^{10} = 2.59$.

Cuando la demanda crece con el tiempo y se percibe con suficiente anticipación que habrá una oportunidad de invertir, puede elegirse libremente la fecha de construcción y de comenzar la recopilación de datos. En este caso deben cumplirse simultáneamente las condiciones que equiparan las ganancias adicionales con el costo en relación con cada uno de los problemas examinados.

La acumulación de algunos tipos de información sobre los recursos naturales no está rígidamente vinculada con el transcurso del tiempo. Sin embargo, también son válidas en este caso las consideraciones relativas a los problemas que se plantean en la acumulación de datos vinculados con el transcurso del tiempo, incluidos los costos de la información, fecha en que se ha de iniciar la recopilación, plazo durante el cual se ha de reunir la información y fecha de iniciación del proyecto. Los datos que se refieren a un emplazamiento determinado, como por ejemplo las características que debe tener el emplazamiento para hacer un diseño detallado, no plantean grandes problemas, aunque en relación con el proyecto la demora sigue siendo muy importante y los costos de los intereses no son insignificantes ni siquiera para un período corto. Pueden existir otros datos que no se refieran a un emplazamiento determinado y que se utilicen principalmente para desechar ciertas regiones a las cuales no vale la pena seguir prestando atención por el momento. Como ejemplo cabe citar las informaciones para las investigaciones mineras. En este caso es muy importante el momento en que se recopilan las informaciones porque la recopilación de datos antecede a la producción final (en una mina) en muchos años y hay que calcular el costo de los intereses. La elección de las regiones es muy importante, porque si no se

comprueba oportunamente que fue bien elegida, es muy fácil escoger una que sea improductiva.

¿Para qué regiones debe recopilarse información?

El énfasis sobre la economicidad en el examen general anterior significa que sólo han de obtenerse informaciones adicionales sobre determinadas zonas y recursos cuando hay posibilidad de emprender proyectos de inversión viables. Los países en que existen extensas zonas donde no hay actividades económicas podrían extraer de lo anterior la enseñanza práctica, creo yo, de que los programas de información sobre los recursos naturales han de estar orientados principalmente hacia las regiones que se están explotando o a las que limitan con ellas. Por sorprendente que parezca esta conclusión, son muy convincentes las consideraciones que la apoyan.

Existe la tendencia a considerar el problema de la información sobre los recursos naturales como si no existiera información alguna con la que comenzar. Se piensa que se trata de llenar un vacío, y que una vez hecho eso se eligen los aspectos que se desea estudiar más a fondo. Tendemos evidentemente a ser víctimas de una reconstrucción errónea de la historia económica cuando suponemos que ha sido ésta la forma en que se han habilitado nuevas tierras o que así debería procederse. Ambos puntos de vista son equivocados.

En la actualidad, cuando se hace la distribución por zonas de las actividades de recopilación de informaciones nunca se parte de la nada; por el contrario, la distribución actual de esas actividades en las industrias de recursos naturales es el resultado de muchos años de tentativas para ampliar las actividades económicas a fin de incluir nuevas zonas. El hecho de que los límites actuales de la actividad económica estén donde están debería servir para recordarnos que hasta este momento los productores han encontrado obstáculos insuperables a la expansión. Por ese motivo, cuando se considera la posibilidad de extender las actividades económicas a nuevas regiones, siempre ha-

brá que mirar el asunto con cierto escepticismo: lo más probable es que algo ande mal en esas regiones.

Por efecto de la distancia misma, traducida económicamente en costos de transporte, la extensión de cualquier tipo de actividad económica se va tornando cada vez más inconveniente mientras más alejada está. Por ejemplo, los gastos de transporte ferroviario y de puerto constituyen a veces el 75% de los costos de los minerales colocados a bordo. Las dos terceras partes de las inversiones realizadas para la explotación del plomo y del zinc en Pine Point, al sur del lago Great Slave en el Canadá, correspondieron al transporte.

Las ventajas que ofrece la extensión gradual de la actividad económica comprenden otros elementos además del transporte. La extensión gradual permite aprovechar la infraestructura más intensivamente, en tanto que la discontinua tiende a fomentar el exceso de capacidad.

Sin embargo, cabe citar algunas excepciones. Los minerales pueden ser lo suficientemente valiosos como para que soporten los gastos de transporte que demanda un largo recorrido, pero eso no basta para justificar la investigación minera indiscriminada, cualquiera que sea la ubicación de los yacimientos. Mientras más alejada se encuentre la región potencial, mejores deberían ser las indicaciones preliminares.

Los programas de recopilación de datos hidrológicos y meteorológicos constituyen en parte una excepción a lo anterior, porque pueden necesitarse los datos sobre regiones remotas para comprender —con fines económicos— procesos naturales que se desarrollan en grandes superficies y que no respetan las fronteras artificiales de la actividad económica. De todos modos, sería conveniente que la densidad de las estaciones fuera mayor en las regiones donde hay actividad económica.

Informaciones hidrológicas y meteorológicas

Las estaciones hidrológicas y meteorológicas deben establecerse evidentemente mucho antes de que se nece-

siten los datos. La explicación es obvia ya que dependen del tiempo.

Se pueden proyectar en cierta medida los datos hidrológicos empleando informaciones pluviométricas o estableciendo la correlación con datos sobre cursos de agua cercanos, pero es necesario disponer de algunas observaciones reales que sirvan de base. Algunos emplazamientos de las estaciones serán mucho más importantes que otros. Su ubicación dependerá de consideraciones técnicas y de la evaluación de las posibilidades económicas de la región.

Estudios integrados de información sobre recursos naturales

¿Hasta qué punto deben realizarse estudios integrados para reunir informaciones sobre los recursos naturales, es decir, para reunir simultáneamente distintos tipos de datos? Ya se ha descartado por inconveniente y poco práctica, si no por irrealizable, la idea de hacer inventarios completos. Cabe suponer que lo más cercano a un inventario completo sea un estudio integrado. Pero subsiste la interrogante: ¿En qué otras circunstancias, en que no se trate de hacer un inventario completo, convendría realizar estudios integrados de los recursos naturales?

Pueden citarse varios ejemplos de investigaciones sobre los recursos naturales más o menos integradas, entre las cuales las más extensas suelen haber sido de reconocimiento y las más reducidas estudios detallados como los de Chile, de Pakistán, de la Cuenca de Walawe Ganga en Ceilán, de Panamá, de Nicaragua, de la Cuenca de Guayas en el Ecuador (proyectado) y de Australia.

Los partidarios de los estudios integrados citan diversas razones para justificar su conveniencia. Algunos insisten en lo que se podría llamar la unidad que reina en la naturaleza, es decir, en que los fenómenos naturales de diversa índole están relacionados entre sí aunque suelen estudiarse por separado. Se puede pensar en el clima, la geomorfología y la vegetación, o en la historia climática y la acumulación de minerales.

Según esa argumentación, en todos los casos se trata de un complejo sistema que se encuentra en una situación de equilibrio cambiante con respecto a las fuerzas naturales y artificiales favorables al cambio que actúa sobre ella. Cuando se proyecta alterar el equilibrio de esas fuerzas, es necesario considerar el sistema completo para poder pronosticar y evaluar los resultados. Es indudable que este argumento tiene sus méritos por lo menos en ciertas ocasiones y que tiene mucho peso.

Hay algunas circunstancias en que sin duda conveniría hacer un estudio integrado, es decir, un estudio que investigara simultáneamente dos o más aspectos de los recursos naturales de que se trate. El principio general que parece aplicarse en este caso es que cuando se trata de un proyecto o de una medida que ha de modificar en alto grado las modalidades actuales de la actividad económica, es más probable que convenga hacer un estudio integrado.

Por ejemplo, supongamos que la inversión potencial sea cuantiosa o que lo sea en una forma especial que ha de tener importantes repercusiones sobre la ubicación de las actividades económicas futuras. En estos casos hay que hacer una evaluación global de la oportunidad de inversión, que es compleja, y por lo tanto hay que considerar la serie completa de posibilidades de los recursos naturales.

La habilitación de nuevas tierras es uno de los casos en que la evaluación de las oportunidades de inversión exige hacer un examen general de los recursos naturales porque es necesario evaluar todos los aspectos de la oportunidad. Asimismo, para hacer la evaluación de una presa de cierta magnitud hay que considerar varios de los aspectos de los recursos naturales respectivos. No es necesario tratar de decidir de antemano qué proporción de las actividades de recopilación de información debe corresponder a los estudios integrados. Habrá que adoptar en cada caso una decisión según las circunstancias.

Si se concede mucha importancia a los estudios integrados se corre el riesgo de aprovechar mal el tiempo de

un personal especializado muy valioso en hacer estudios que bien podrían tener alcances más limitados. No vale la pena hacer estudios integrados *per se*; sólo deben hacerse cuando ofrezcan algunas ventajas.

En muchos casos el estudio integrado abarcará diversos aspectos cuyo estudio requiere distintas especialidades, pero de eso no se deduce que sea necesario hacer un estudio integrado; puede emplearse un sistema que ponga a cubierto del riesgo de fracasar. Por ejemplo, se puede enviar un esquema del proyecto a los especialistas que sólo tienen una participación muy limitada. Bastaría que dijeran si hay o no razones para objetar el proyecto sobre la base de los datos disponibles. Un análisis de los proyectos fracasados en el campo de los recursos naturales indicaría que en muchos casos un especialista podría haber pronosticado el fracaso sobre la base de las informaciones disponibles, si le hubieran consultado y le hubieran hecho caso.

Organización de las entidades encargadas de reunir información sobre los recursos naturales

¿Deben reunirse las unidades que recopilan la información sobre los recursos naturales en un organismo de gran tamaño o deben estar adscritas a los que aprovechan las informaciones reunidas? Lo que nos interesa principalmente no es la organización interna de cada entidad, sino los efectos de la estructura funcional sobre la relación entre los organismos y su rendimiento.

Las funciones que deben ponerse en juego para resolver estos problemas, teniendo presente la experiencia de varios países latinoamericanos, son:

- a) planificación (en una unidad gubernamental);
- b) establecimiento del presupuesto del gobierno;
- c) determinación de la modalidad de inversión gubernamental en materia de recursos naturales;
- d) generación de información sobre los recursos naturales.

Ya se ha eliminado una de las posibilidades de organización, la del organismo único que ponga mucho énfasis en

fasis en los estudios integrados. El hecho de que algunas partes de los programas de información sobre los recursos son básicamente independientes de las demás, unido a las ventajas más o menos evidentes de la especialización profesional, constituyen argumentos a favor de las unidades especializadas, por lo menos en cierta medida.

Una posibilidad de organización inconveniente sería aquella que relega la información sobre recursos naturales a un lado de la corriente principal del proceso de gobierno —a través, por ejemplo, de un instituto— porque si el organismo no participa en la toma de decisiones en materia de inversión, sus programas no reflejarán la demanda real de sus servicios ni el aprovechamiento efectivo de la información reunida.

Otro tipo de organismo único sería aquel que reúne unidades esencialmente independientes, como la encargada del levantamiento de mapas topográficos, de hacer los estudios geológicos, etc., con una coordinación flexible de sus actividades. Si se reúnen todas estas unidades surgen graves inconvenientes, porque algunas de sus actividades, especialmente las relacionadas con los estudios de suelos y de bosques, están tan íntimamente vinculadas a los programas operativos que es preferible que estén ubicadas en los departamentos de ejecución. En realidad, la cuestión es determinar el grado de separación adecuado entre la generación de las informaciones y su aplicación. En los estudios detallados de suelos y de montes es indispensable que haya una estrecha vinculación. No lo es tanto en los estudios edafológicos de reconocimiento, ni en lo que toca a la aplicación de los datos hidrológicos. En efecto, en los gobiernos de países grandes hay tantos organismos operativos interesados en recopilar sus propios datos hidrológicos que valdría la pena establecer un organismo independiente simplemente para uniformar la recopilación de las informaciones de esta índole.

Otra posibilidad sería mantener organismos de información independientes, encargados de los estudios geológicos y del levantamiento de mapas to-

pográficos, y encomendar los estudios de suelos y de montes a los departamentos operativos. Sin embargo, también cabría la posibilidad de crear un organismo pequeño de índole general encargado de recopilar la información sobre los recursos naturales. En dos países, Chile y el Perú, existen entidades que se ajustan a esta descripción.

¿Qué funciones podría desempeñar ese organismo?

Primero, podría ser la agencia ejecutiva de los estudios integrados que se realizaran, utilizando su propio personal o personal en comisión de servicio de los organismos especializados de información, incluyendo la participación en estudios cuyo objeto fuera aumentar la exactitud de las evaluaciones de las necesidades y del potencial regional de los recursos naturales. Segundo, podría desempeñar algunas funciones de coordinación. Cuando varios organismos reúnen los mismos tipos de informaciones, quizá sea necesario armonizar muchos aspectos de su trabajo, como la ubicación de las estaciones, las normas de exactitud, los tipos de información que han de recogerse, etc. En lo que se refiere a los organismos que producen distintos tipos de información, sus programas pueden dar lugar a actividades que se desarrollen más o menos en las mismas regiones aunque no formen parte de un estudio integrado. En esos casos se pueden abaratar mucho los costos si las actividades se desarrollan conjuntamente, sobre todo si el acceso a la región es difícil.

Tercero, el organismo podría actuar como centro recopilador de las informaciones relacionadas con las futuras exigencias de información sobre los recursos naturales y mantener el inventario de la información disponible actualmente. Es decir, tendría que estar al tanto de los planes de los organismos de ejecución y de los programas anteriores y actuales de los organismos de información y tratar de obtener de ello las implicaciones para los nuevos programas de información.

Al disponer de esta información y con el conocimiento adquirido durante el proceso de reunirla, el organismo podría desempeñar una cuarta función, cual sería la de

asesorar a las autoridades presupuestarias en la elaboración del presupuesto y en los programas del organismo de información. Seguramente esta función sería abordada con suma cautela por un organismo relativamente nuevo.

Por último, un organismo general de recursos naturales podría tomar la iniciativa de obtener la participación de algunos de sus propios funcionarios y de funcionarios de otros organismos especializados en la preparación de proyectos especiales o en su evaluación. No se pretende que todos los expertos en recursos naturales participen en la preparación de los proyectos de recursos naturales; pero se desea que se establezca contacto personal entre algunos miembros de los tres tipos de organismos: la comisión de planificación, el organismo de ejecución y el organismo que recopila información sobre los recursos.

En los países latinoamericanos seguramente pasarán muchos años antes de que se decida qué tipo y qué cobertura de la planificación serán más útiles. Cualquiera que sea la forma que asuma la planificación en un país, mejorará el proceso de toma de decisiones relativas a los recursos naturales si algunos de los funcionarios encargados de la planificación establecen una relación de trabajo directa con el personal de los organismos de ejecución y de información sobre los recursos naturales. A su vez, los programas de esos organismos se adaptarán mejor a las necesidades de datos. Para lograr estas metas es necesario que los tres tipos de organismos reciban orientación sobre las posibilidades de inversión, que a menudo asumirán la forma de proyectos gubernamentales. Lo que se necesita es una corriente de anteproyectos, algunos muy preliminares, otros muy acabados, pero siempre acompañados de estimaciones de costos y beneficios que puedan servir de base para formular críticas y hacer modificaciones posteriormente. Normalmente cabría esperar que fueran revisados y habría que estimular su evaluación por personas ajenas al gobierno.

La insistencia con que se ha subrayado la necesidad de integrar las actividades de los organismos recopiladores de información sobre los recursos naturales en el proceso de toma de decisiones trae consigo algunos corolarios.

Tiende a poner en tela de juicio las ventajas de un programa de estudios rápido y de gran envergadura en un país que no cuenta con el personal o los métodos para aprovechar los datos. Las informaciones sobre los recursos naturales no bastan por sí solas para la toma de decisiones de inversión, y se necesita personal, métodos y otras informaciones. Si bien un programa de gran envergadura, bien organizado y de corto plazo logrará formar algunos especialistas locales, no los capacitará para usar las informaciones ni estimulará el desarrollo de un sistema para lograrlo.

Informaciones económicas

Por último, debe tenerse presente que los datos sobre los recursos naturales no bastan por sí solos, sino que deben ir acompañados de otras informaciones para que puedan ser aprovechados en la toma de decisiones de inversión. Así como es necesario formar personal para utilizar las informaciones sobre los recursos a medida que se amplían las funciones de los organismos de información sobre los recursos, es necesario mejorar los datos económicos correspondientes.

La única forma de estimar el potencial económico de los recursos naturales es aprovechando las informaciones físicas en el cálculo de los costos y los beneficios, utilizando las relaciones entre los insumos y los productos obtenidos de la experiencia práctica y que están estrechamente vinculados con ella. Esto significa que las informaciones sobre la actividad económica pasada son de trascendental importancia, porque sólo analizando esas experiencias pueden hacerse planes para el futuro. Es necesario disponer de datos sobre los insumos y los productos, tanto en términos físicos como económicos. Es muy importante perfeccionar los datos censales y hacer estudios por muestreo de los diversos tipos de actividad desarrollados en las industrias de recursos naturales. Los organismos de cualquier índole que desarrollen actividades en el campo de los recursos naturales deben evaluar los resultados de los proyectos y estimular a las personas ajenas a ellos para que también lo hagan.

Asimismo es necesario el estudio de las empresas privadas en esta materia, porque en muchos casos son los empresarios privados los que administran los recursos naturales en cuyo aprovechamiento el gobierno pueda haber participado. Desafortunadamente, es tanta la urgencia por avanzar en la realización de proyectos nuevos y más importantes, que se descuidan los esfuerzos por evaluar los resultados de proyectos anteriores y extraer de ellos enseñanzas.

En las situaciones en que no basta la evaluación de la experiencia anterior para predecir con cierta seguridad la viabilidad de los proyectos de recursos naturales, ¿qué puede hacerse? Cuando no se dispone de evaluaciones fidedignas, no hay otra alternativa que la acumulación de experiencia, pero eso no quiere decir que haya que esperar indefinidamente. Una posibilidad sería hacer uso extensivo de la investigación *in situ* y de ensayos. Por ejemplo, se dice que la historia de los proyectos de colonización en América Latina está plagada de fracasos, aunque se desconoce su magnitud o las razones que los motivaron por falta de evaluación adecuada. Seguramente podrían haberse evitado algunos de esos fracasos mediante investigaciones directas que hubieran permitido comprobar si el tipo de producción proyectado era viable en esa ubicación. Es fácil reunir una lista de autoridades que están de acuerdo sobre el particular.

Sin embargo, no todos los fracasos pueden evitarse de esta manera, porque en muchos casos las condiciones en que se hace el ensayo y en que se desarrollará el proyecto son muy distintas. Por ejemplo, los empleados de una organización de investigación agrícola que hacen un ensayo para determinar si una zona es apta para la colonización, pueden diferir en muchos aspectos importantes de los colonos que vendrán posteriormente (en educación general, formación técnica, hábitos de trabajo, etc.).

Sea como sea, hay otro método: tratar de diseñar proyectos divisibles. En esta forma se pueden comprometer cantidades reducidas de fondos y hacer una evaluación de los resultados antes de comprometer sumas mayores. La ventaja de los proyectos divisibles es que se evalúan casi por sí solos, permitiendo evitar el riesgo de un fracaso en gran escala.

¿Habrían sido distintos los resultados obtenidos con el plan para el cultivo de cacahuete en Africa oriental si se hubiera aplicado este procedimiento? Lo más probable es que sí. Es clara la utilidad de esta estrategia en proyectos de tan enorme envergadura como la Carretera Marginal de la Selva, en la vertiente oriental de los Andes, y la colonización de la cuenca del Amazonas.

BIBLIOGRAFIA

- American Society of Photogrammetry: *Manual of Photogrammetry*, Washington, 1952.
- *Manual of Photographic Interpretation*, Washington, 1960.
- Beard, Leo R.: *Statistical Methods in Hydrology*, Sacramento: U.S. Army Corps of Engineers, enero de 1962.
- Brown, Leslie H.: »An Assessment of Some Development Schemes in Africa in the Light of Human Needs and the Environment«, en *The Ecology of Man in the Tropical Environment*, Morges, Suiza, 1964.
- Canada, Geological Survey of. Department of Mines and Technical Survey: *Helicopter Operations of the Geological Survey of Canada* (Bulletin 54), Ottawa: Queen's Printer, 1959.
- CEPAL: »Los recursos hidroeléctricos en América Latina: su medición y aprovechamiento«, en *Boletín Económico de América Latina*, Vol. VIII, N° 1, Santiago, febrero de 1962.
- »Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo; Add. I, Los recursos minerales y Add. V, Los Suelos« (E/CN.12/670), Santiago, 1963.
- »Los recursos hidráulicos del Perú« (E/CN.12/794), Santiago, diciembre de 1965.
- Chow, Ven Te: »Sequential Generation of Hidrologic Information«, en *Handbook of Applied Hydrology*, Nueva York: McGraw-Hill, 1964.
- »Statistical and Probability Analysis of Hydrologic Data«, *ibid.*
- Clawson, Marion y Charles L. Stewart: *Land Use Information*, Washington: Resources for the Future, Inc., 1965.
- Davidson, D. M.: *Economics of Geologic Exploration*, Preprint N° 5819A3, New York: American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.
- Fahr, Samuel: *The Use of Aerial Photographs in Land Title Registration in Peru*, Misión Iowa, Ames: Iowa State University, 6 de agosto de 1965 (hectógrafo).
- Fiering, Myron B.: *Streamflow Synthesis*, Cambridge: Harvard University Press, 1967.
- Giret, Raoul y Leon Bouvier: *L'Inventaire des Ressources Minerales; Méthodes Permettant de le Réaliser*, Paris: Compagnie Générale de Géophysique, 1960.
- Holmes, Olive: *Peoples, Politics and Peanuts in Eastern Africa*, Nueva York: Foreign Policy Association, diciembre de 1950.
- Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social: *Algunos Aspectos de la Investigación y Explotación de Recursos Naturales en América Latina Relacionados con la Planificación Económica, Parte I*, por Estevam Strauss, Santiago, julio de 1965.
- *Recursos Naturales y Planificación Económica en América Latina, Parte II*, por Estevam Strauss, Santiago, noviembre de 1965.
- »Los Recursos Naturales en la Integración Latinoamericana«, por Carlos Plaza, Santiago, octubre de 1966.
- IREN (Instituto de Investigación de Recursos Naturales, antes Provec-to Aerofotogramétrico, Chile): *Información Básica para el Desarrollo Económico y la Planificación Regional*, Santiago, diciembre de 1964.

- *Informaciones Meteorológicas y Climáticas para la Determinación de la Capacidad de Uso de la Tierra*, Santiago, 1964.
- *Inventario de Dunas en Chile, zona 29° 48' - 41° 50' Latitud Sur*, Santiago, 1964.
- *Evaluación de la Erosión*, Santiago, agosto de 1965.
- *Encuestas a Instituciones que Investigan en Recursos Naturales, versión preliminar*, Santiago, 1966.
- *Potencialidad Agrícola de Tarapacá a Llanquihue según Estratificación de Predios por Avalúo y Superficie*, Santiago, 1967.
- Kelly, Sherwin F.: *The Pillars of our Prosperity and the Impending Drain on Mineral Resources*, sobretiro de *Western Miner and Oil Review*, Vancouver, B. C., Western Miner Press, octubre de 1960.
- Laitman, Leon: «El Desarrollo de Datos sobre Recursos Naturales para la Planificación Económica. Un Método Integral», en *Temas Geográfico-Económicos*. (Actas de la Unión Geográfica Internacional, Conferencia Regional Latinoamericana, vol. II), Ciudad de México, Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, 1966.
- Leicester P.: «Organization of Exploration», en *Techniques of Petroleum Development*, Nueva York, Naciones Unidas, 1964.
- Lliboutry, Luis: *Nieves y Glaciares de Chile*, Santiago: Ediciones de la Universidad de Chile, 1966.
- Lowman, Paul D., Jr.: *A Review of Photography of the Earth from Sounding Rockets and Satellites*, Greenbelt, Md., National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center, agosto de 1964.
- Marsh, George Perkins: *Man and Nature, or, Physical Geography as Modified by Human Action*, Cambridge: Harvard University Press, 1965.
- Naciones Unidas: *Proceedings of the United Nations Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment* (Mineral Resources Development Series N° 12). Bangkok, 1960.
- *Hydrologic Networks and Methods*, Flood Control Series N° 15. Transactions of Interregional Seminar on Hydrologic Networks and Methods (Bangkok, Tailandia, 14-27 de julio de 1959). Bangkok: CEALO y Organización Meteorológica Mundial, 1960.
- «Aerogeophysics and Its Role in Mineral Exploration», por L. W. Morley, Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Naciones Menos Desarrolladas, octubre de 1962. Documento E/Conf. 39/A/100.
- *Proceedings of the Seminar on Geochemical Prospecting Methods and Techniques*. (Mineral Resources Development Series N° 21.) Nueva York, 1963.
- *U.S. Papers Prepared for the U.N. Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas. Natural Resources*, vol. II, Washington: U. S. Government Printing Office, 1963.
- *Techniques of Petroleum Development*, Nueva York, 1964.
- *Manual of Standards and Criteria for Planning Water Resource Projects*, Nueva York, 1964.
- *Los Recursos Hidráulicos de América Latina: III, Bolivia y Colombia*, (E/CN. 12/695), Nueva York, 1964.

- National Academy of Sciences: *Space Applications, Summer Study, Interim Report*, vol. 1, Washington: U. S. Government Printing Office, 1968.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Perú): *Programa de Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales del Departamento de Puno, Sector de Prioridad I*. Volúmenes 1-6, Lima: ONERN y Corporación de Desarrollo y Promoción Social y Económica del Departamento de Puno, 1965.
- *Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona del Río Pachitea*, Lima, 1966.
 - *La Cartografía en el Perú*, Lima, febrero de 1966.
 - *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales* (folleto de ONERN que describe sus actividades), Lima, marzo de 1967.
- Paddock, William y Paul: *Hungry Nations*, Boston: Little, Brown, 1964.
- Phillips, John: *The Development of Agriculture and Forestry in the Tropics*. Londres: Faber and Faber, 1961.
- Proyecto Aerofotogramétrico: *Informe final del proyecto aerofotogramétrico OEA/Chile*. (Presentado a la Organización de los Estados Americanos en abril de 1964.)
- Reino Unido, Minister of Food: *A Plan for the Mechanized Production of Groundnuts in East and Central Africa* (Presented to Parliament by Command of His Majesty, February 1947), Londres: H.M.S.O., Cmd. 7030.
- *East African Groundnuts Scheme, Review of Progress to the End of November, 1947* (Presented to Parliament by Command of His Majesty, January 1948), Londres: H.M.S.O., Cmd. 7314.
- Stamp, L. Dudley: *Our Developing World*, Londres: Faber and Faber, 1960.
- Unión Panamericana: *Inventory of Information Basic to the Planning of Agricultural Development in Latin America*, Selected Bibliography (1964), *Regional Report* (1963) y volúmenes sobre los diversos países, Washington.
- *Técnicas de Inventario de la tierra agrícola*, por Luis Vera, Washington, 1964.
 - *Annotated Index of Aerial Photographic Coverage and Mapping of Topography and Natural Resources* (de los diversos países integrantes de la OEA en o después de 1964). Washington: Organización de los Estados Americanos.
 - Departamento de Asuntos Económicos: *Survey for the Development of the Guayas River Basin of Ecuador, and Integrated Natural Resources Evaluation*, Washington, 1964.
- UNESCO: *Informe Sobre Clima y Meteorología de Sudamérica*, por Alberto Martínez, Conf. DOC. UNESCO/CASTALA/2.1.1.II.1. (s.f.).
- *Forestry Requirements in Integrated Surveys*, por D. A. Stellingwerf, París, 1964.
 - *Aerial Photographs and Soil Sciences*, por A. P. A. Vink. París, febrero de 1964, Doc. UNESCO/NS/90.
 - *Methodology of Integrated Surveys*, por C. S. Christian y G. A. Stewart. París, abril de 1964, Doc. UNESCO/NS/NR/94.
 - *The Soil Resources of Latin America*, Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América La-

- tina, auspiciada por la UNESCO y la CEPAL, París, 1965 (mimeografiado).
- *La Experiencia Recogida en las Actividades de las Naciones Unidas en América Latina en Cuanto a Recursos Naturales por la División de Recursos Naturales y Transportes del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas*, París, 13 de agosto de 1965. Doc. UNESCO/CASTALA/2.1.8.
 - *Recursos Florísticos, Forestales y Forrajeros de México y Centroamérica*, por Efraim Hernández Xolocotzi, París, 1965. Doc. UNESCO/CASTALA/2.1.2.VII.3.
 - *Aspectos Principales del Tema Recursos Naturales y su Utilización*. París, 8 de septiembre de 1965. Doc. UNESCO/CASTALA/2.1.1.
- U.S., Army: *Survey of Data Needs of User Agencies* (Study prepared for the Oficina de Planificación de Nicaragua and de USAID Mission to Nicaragua), Fort Clayton, Canal Zone: Inter-American Geodetic Survey, Natural Resources Division, abril de 1966.
- U.S. Department of Agriculture: *Contracting for Forest Aerial Photography in the United States*, por Gene Avery y Merle P. Meyer. Station Paper N° 96. St. Paul, Minn.: Lake States Forest Experiment Station, marzo de 1962.
- Soil Survey Staff: *Soil Survey Manual*. Agricultural Handbook N° 18. Washington: U. S. Government Printing Office, 1962.
- U. S. Department of the Interior, Geological Survey: *Aerial Photographs in Geologic Interpretation and Mapping*. Professional Paper 373. Washington: U. S. Government Printing Office, 1960.
- *Botanical Evidence of Floods and Flood-Plain Deposition*. Professional Paper 485-A. Washington: U. S. Government Printing Office, 1964.
- U. S. Department of State: *Aspects of Frontier Settlement in Northern Brazil*, Supplement 1 (Report of Interagency Reconnaissance Team), Washington: Agency for International Development, junio de 1964 (mimeografiado).
- *Feasibility Studies, Economic and Technical Soundness Analysis, Capital Projects*, Washington: Agency for International Development, Office of Engineering, octubre de 1964.
- Villarreal, René y Heinrich Horn: *Rentabilidad de las Obras de Regadío en Explotación Construidas por el Estado*, Santiago: Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, 1963.
- Willow Run Laboratories, Infrared and Optical Sensor Laboratory: *Peaceful Uses of Earth-Observation Spacecraft*, vol. I: *Introduction and Summary*, vol. II: *Survey of Applications and Benefits*, vol. III: *Sensor Requirements and Experiments*. Ann Arbor: University of Michigan, 1966.

ARTICULOS DE REVISTAS

- Allais, M.: »Method of Appraising Economic Prospects of Mining Exploration Over Large Territories«, en *Management Science*, Vol. 3, N° 4 (julio de 1957).

- Barraclough, Solon y Arthur L. Domike: »La estructura Agraria en Siete Países de América Latina«, en *El Trimestre Económico* (Ciudad de México). Vol. 33 (2), N° 130 (abril-junio de 1966).
- Christodoulou, D.: »La Colonización de Tierras: Algunos Aspectos Fundamentales que Suelen Descuidarse«, en *Boletín Mensual de Economía y Estadística Agrícolas* (FAO), Vol. 14, N° 10 (octubre de 1965).
- Engineering and Mining Journal*, Vol. 157, N° 6a (junio de 1956).
- Goodman, Marjorie Smith: »Criteria for the Identification of Types of Farming on Aerial Photographs«, en *Photogrammetric Engineering*, Vol. 30, N° 6 (noviembre de 1964).
- Griffiths, John C.: »Exploration for Natural Resources«, en *Operations Research*, Vol. 14, N° 2 (marzo-abril de 1966).
- Pemberton Roger H.: »Airborne Electromagnetics in Review«, en *Geophysics*, Vol. 27, N° 5 (octubre de 1962).
- Penrose, Edith Tilton: »A Great African Project«, en *Scientific Monthly*, Vol. 66, N° 4 (abril de 1948).
- Peters, William C.: »Cost of Exploration for Mineral Raw Materials« en *Cost Engineering* (julio de 1959).
- Pryor, William T.: »Evaluation of Aerial Photography and Mapping in Highway Development«, en *Photogrammetric Engineering*, Vol. 30, N° 1 (enero de 1964).
- Stewart, R. A.: »Aerotriangulation Procedures for National Mapping of Canada«, en *Photogrammetric Engineering*, Vol. 30, N° 1 (enero de 1964).
- Wright, Marshall S., Jr.: »What Does Photogrammetric Mapping Really Cost?«, en *Photogrammetric Engineering*, Vol. 26, N° 3 (junio de 1960).

I L P E S

El Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES) es un organismo autónomo creado bajo la égida de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y establecido el 1.º de julio de 1962 en Santiago de Chile como proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas con amplio apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y de otros organismos internacionales y privados. Su objeto principal es proporcionar, a solicitud de los gobiernos, servicios de capacitación y asesoramiento en América Latina y realizar investigaciones sobre desarrollo y planificación. Desde su fundación, el Instituto ha venido ampliando y haciendo más profunda la obra de la CEPAL en el campo de la planificación, merced al esfuerzo conjunto de un grupo de economistas y sociólogos distinguidos de América Latina, entregados por completo al estudio y solución de los problemas fundamentales que preocupan en la actualidad a los países de esta parte del mundo.

Desde su fundación, el Instituto ha venido realizando una labor de gran significación dentro de las funciones que se le encomendaron. A fin de difundirla debidamente en el ámbito latinoamericano, se ha llegado a un acuerdo con Siglo XXI de México y la Editorial Universitaria de Santiago de Chile, para que ambos organismos publiquen y distribuyan trabajos del Instituto. Este arreglo con dos editoriales en los extremos norte y sur de nuestro continente responde —y responderá todavía más plenamente cuando se amplíe la asociación a otras editoras del continente— a los afanes de integración que presiden hoy el esfuerzo de América Latina.

**TEXTOS DEL
INSTITUTO LATINOAMERICANO DE
PLANIFICACION ECONOMICA
Y SOCIAL**

GONZALO MARTNER

Planificación y presupuesto por programas

544 pp.

JOSE MEDINA ECHAVARRIA

Filosofía, educación y desarrollo

320 pp.

HECTOR SOZA VALDERRAMA

Planificación del desarrollo industrial

388 pp.

OSVALDO SUNKEL y PEDRO PAZ

*El subdesarrollo latinoamericano y la teoría
del desarrollo*

394 pp.

VARIOS AUTORES

Discusiones sobre planificación

152 pp.

VARIOS AUTORES

La brecha comercial y la integración latinoamericana

400 pp.

RICARDO CIBOTTI y ENRIQUE SIERRA

El sector público en la planificación del desarrollo

272 pp.

ORRIS HERFINDAHL

Recursos naturales en el desarrollo económico

300 pp.

