

EVALUACIÓN DE EXTRACCIONES A PARTIR DE LAS ESTADÍSTICAS AGRARIAS

Antonio MARÍN BAUTISTA*

(*) Ingeniero Agrónomo. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación
Generalitat Valenciana. Amadeo de Saboya, 2. 46010 Valencia

RESUMEN

Con las tecnologías disponibles en la actualidad, el control de las extracciones de agua subterránea es técnicamente posible realizarlo con mayor o menor grado de precisión, dependiendo fundamentalmente del objetivo que se pretenda conseguir.

Un sencillo método de evaluación indirecta de las extracciones para riego, en un acuífero o unidad hidrogeológica, sería aplicar a las superficies de los distintos cultivos abastecidos desde ella, el consumo medio real por ha determinado a partir del control mediante contador de parcelas representativas de dichos cultivos en el territorio en estudio.

El mayor consumo de agua subterránea para riego suele realizarse por las agrupaciones de agricultores en forma de SAT, Cooperativas y Comunidades de Regantes, generalmente con gran implantación superficial en los acuíferos y casi siempre dotadas de instalaciones de control y medida de las extracciones, sobre todo en aquellos casos en que se ha transformado el sistema de riego por gravedad en riego localizado o a presión. Por lo tanto, no resultaría difícil poder determinar anualmente el consumo medio por ha de cada cultivo, a partir de los controles realizados por aquellas Entidades seleccionadas en cada acuífero y unidad para colaborar con la Administración en esta evaluación.

Las superficies de los cultivos se determinan en España por diversos métodos. Desde la estadística municipal apoyada en el conocimiento de los expertos locales y en los datos aportados por el Catastro de la Rústica, pasando por los inventarios y catastros de cultivos, el método de los itinerarios, los métodos basados en encuestas a explotaciones o encuestas directas del campo, y métodos combinados de los anteriores.

El MAPA ha desarrollado una herramienta estadística conocida como Marco de Áreas, que viene utilizándose con éxito desde 1991 para estos fines, debido a que representa una realidad fiable del uso del terreno en el momento de la investigación, tiene un costo asumible y poder ser

aplicado periódicamente en cualquier territorio. El coeficiente de variación y el error muestral pueden ser fijados para cada tipo de estudio o evaluación, ampliando o reduciendo el tamaño de la muestra y del segmento a investigar. De esta forma, se puede adaptar el método a los fines de la evaluación (acuíferos, unidades o sistemas de explotación) y al presupuesto disponible.

Hasta la fecha no conocemos que se haya utilizado esta herramienta para la evaluación de recursos extraídos o consumidos por el regadío, y por tanto no se dispone de experiencia al respecto. Sería conveniente plantear una investigación piloto para adecuar el método a estos fines, y así, poder analizar sus resultados, fiabilidad y costos reales, con vistas a su posible aplicación con carácter general a la hidrología subterránea.

INTRODUCCIÓN

Encontrar un método para evaluar las extracciones de agua en los acuíferos y unidades hidrogeológicas, distinto al control directo mediante contadores volumétricos en cada pozo o sondeo, es un objetivo importante para la planificación y gestión de los recursos subterráneos, si deseáramos actuar con cierta agilidad y rapidez.

El regadío, tanto en fincas individuales como agrupadas en Comunidades de Regantes, SAT, Cooperativas, etc., es el mayor consumidor de aguas subterráneas, y esto equivale a un mercado del agua con un elevado número de clientes, bastante dispersos geográficamente, en un medio hostil y celoso ante la competencia por el disfrute de este recurso, y con una demanda creciente que se extiende año tras año por todo el territorio cultivado agrícolamente.

En este escenario cambiante y disperso, en el que las extracciones de agua van muy asociadas con el riego y la demanda de los diferentes cultivos, parece aconsejable reflexionar sobre la posible aplicación de las herramientas utilizadas para la obtención de las estadísticas agrarias al cálculo de las extracciones de agua subterránea. En efecto, si conociéramos el consumo real de los diferentes cultivos en cada zona del territorio que investigamos y la superficie de los mismos, las extracciones de agua en cada campaña de riegos quedaría inmediatamente determinada por el producto de ambos factores.

Las estadísticas agrarias que elabora el MAPA y las CC.AA. a nivel de Municipio, de Comarca, de Provincia, de Comunidad Autónoma, y del Estado constituyen una base informática de datos que, utilizados convenientemente, podrían servir para crear un espacio numérico común entre los cultivos de regadío, los acuíferos y las unidades hidrogeológicas. Operando sobre esta base numérica y la dotación bruta de los cultivos obtenida directamente en campo, podríamos obtener las extracciones realizadas anualmente.

En este modesto trabajo no se pretende, ni mucho menos, desarrollar un método ni agotar las posibilidades que puedan ofrecer las distintas herramientas que se emplean para confeccionar las estadísticas agrarias. En realidad, se trata de esbozar un posible camino para el estudio de futuros estimadores de las extracciones en los acuíferos, basado en el regadío asociado a los mismos.

LAS ESTADÍSTICAS DE CULTIVOS EN ESPAÑA

El objetivo de la estadística de superficies de cultivos ha evolucionado a lo largo de este siglo como lo ha hecho la política agraria, aunque siempre el fin perseguido ha sido conocer lo mejor posible la realidad agraria a todos los niveles, desde el municipal al nacional, con objeto de poder aplicar la política mas adecuada en cada momento.

Si a mediados de siglo la preocupación mas importante para la clase política era conocer mejor la distribución de la tierra y de sus aprovechamientos con vistas a la reforma agraria, en nuestros días es la política de producciones y de adaptación a la PAC la que objetiviza las estadísticas agrarias.

Por lo tanto, no es de extrañar que los estimadores de superficies y producciones agrarias hayan evolucionado desde el método por apreciación, que se practica desde finales del siglo pasado a nivel municipal y sigue vigente, hasta sofisticadas encuestas sobre explotaciones y territorios más amplios, cuya fiabilidad está garantizada al nivel deseado previamente en función de los objetivos que se tratan de alcanzar.

Sin pretender ser exhaustivo, revisaremos muy resumidamente algunos de los métodos que se utilizan para la determinación de superficies de cultivos y aforos de producciones agrarias, y analizaremos someramente sus posibles aplicaciones a nuestros fines evaluatorios de extracciones de agua subterránea, dada la estrecha relación existente entre regadío/cultivos/extracciones.

Entre ellos se encuentran los siguientes :

- a) Los cuestionarios de ámbito municipal.
- b) Los inventarios de cultivos y catastros.
- c) El método de los itinerarios.
- d) Las encuestas a los agricultores.
- e) Las encuestas territoriales.

LA ESTADÍSTICA MUNICIPAL DE SUPERFICIES CULTIVADAS

Se obtiene a partir de cuestionarios normalizados (1-T), obtenidos con la colaboración de las Cámaras Agrarias desde hace muchos años, sobre los usos y aprovechamientos de la tierra a nivel local.

El método se basa en la “estima” de los expertos locales, apoyada en los datos proporcionados por el Catastro de Rústica y en la repetición continuada año tras año de la revisión de los datos existentes, a los que se incorpora una estimación de los cambios de cultivos observados en el campo durante el año transcurrido.

Este método, por su propia naturaleza (estimación subjetiva), no permite calcular el error o margen de confianza de la información que proporciona. Mejora ésta cuanto más nos acercamos al año en que el catastro fue actualizado (revisión objetiva), y, como éste, suele infravalorar los

cambios y quedar obsoleto a medida que nos alejamos de la fecha de su última actualización.

La agrupación de estos datos a nivel de comarca o provincia mejora bastante la calidad de la información estadística, ya que se produce una cierta compensación de los errores entre sí, pero faltaría realizar una investigación piloto que permitiera comprobar su rigor.

Sin embargo, como a nivel local no se dispone de otros datos sobre la estadística agraria podría pensarse en su utilización para cálculos a nivel de acuíferos locales. También podría aplicarse en la elaboración de informes previos de carácter general y territorio más amplio, y con carácter orientativo previo a la utilización de otras herramientas o métodos de evaluación más rigurosos.

LOS INVENTARIOS DE CULTIVOS Y CATASTROS RÚSTICOS

Por su naturaleza y el rigor exigido a sus resultados, los inventarios y catastros son operaciones estadísticas de elevado coste de implantación y mantenimiento, por lo que suelen caer en rápida obsolescencia si no se renuevan a corto plazo, entre 5 y 10 años.

Los inventarios se realizan sobre “parcelas de cultivos” y los catastros sobre “parcelas de propietarios”. En el primer caso se investiga la porción de tierra ocupada por una misma especie y variedad. En el segundo se trabaja sobre la propiedad, deslindando en ella los distintos cultivos y aprovechamientos. En ambos casos la información obtenida es muy exacta, tanto por especies como por variedades cultivadas en secano y en regadío.

Para su realización se divide el territorio en polígonos, cuyos lindes se eligen coincidentes con accidentes físicos fácilmente localizables (ríos, carreteras, caminos, barrancos) . El operador deslinda en campo las manchas de cultivos o el parcelario, sobre fotografías aéreas de contacto a escala 1/5.000, y mide una base de 100 m en cada foto para ajustar la escala de la mismas. También rellena un cuestionario o ficha agronómica y/o catastral de cada parcela. En gabinete se planimetra cada “parcela” y se graba la información de campo para su tratamiento informático. Así se obtienen los cuadros estadísticos, fichas catastrales, mapas parcelarios y mapas de cultivos.

El método se ha utilizado para realizar los inventarios de cítricos y cultivos leñosos para el Catastro Vitícola, y esta base datos ha servido de apoyo para realizar la Encuesta de Base sobre Producciones de Arboles Frutales que debían realizar todos los Estados de la UE conforme a la Directiva 76/625. Sin embargo, su actualización ofrece muchas dificultades, tiene elevados costos y exige bastante tiempo, por lo cual ha sido sustituido por otros métodos más económicos y rápidos.

En el caso de los Catastros, su utilidad también está restringida por la dificultad en mantenerlos al día de los cambios de cultivo que se producen continuamente. Para tener una idea de esta inercia estadística observemos los datos de la *tabla 1*, en la que se compara el Catastro con los datos obtenidos mediante encuestas territoriales por la CAPA.

Como vemos, la mayor diferencia se acumula en los cultivos leñosos, cuya habitual localización geográfica en zonas alejadas de la costa invita a pensar en superficies regadas con agua

subterránea; por tanto inducirían a errores importantes, generalmente mayores que si se emplean las encuestas territoriales.

Cultivos	Catastro	CAPA	% Diferencia
Cítricos	98.000	110.000	12,2%
Leñosos	11.000	21.000	90,9%
Arrozal	14.000	16.000	14,3%
Labor riego	30.000	25.000	<20%>
Total regadío	153.000	165.000	7,9%

Tabla 1. Distribución de cultivos en la Provincia de Valencia en el año 1996

En resumen, se trata de una fuente de datos sobre superficies de cultivos específicos, y no representativos de todo el regadío. Si añadimos su rápida obsolescencia y elevado costo de mantenimiento, su utilidad parece bastante restringida, salvo en áreas de monocultivo cuya evolución pueda ser controlada por procedimientos sencillos y rápidos (observación de fotografía aérea), y sean geográficamente coincidentes con los acuíferos o unidades hidrogeológicas que se trata de evaluar.

EL MÉTODO DE LOS ITINERARIOS

Es un método basado en la proporcionalidad existente en una determinada zona o comarca entre longitudes y superficies de las parcelas, a semejanza de la existente entre la longitud total del itinerario recorrido y la superficie total de la zona investigada.

Es un método sencillo, económico y rápido de ejecución, por lo que se viene empleando en evaluaciones coyunturales (superficies de monocultivos o escasa variación varietal, en determinación de zonas afectadas por heladas, pedriscos, etc.) y como operaciones de comprobación y relleno de otras de mayor envergadura.

Resumidamente podemos decir que un solo operador, en un vehículo todoterreno dotado de cuentavuelas acoplado al motor/caja de cambios, y dotado de un grabador portátil, recorre el itinerario previamente diseñado y va grabando los cambios de cultivo en ambas márgenes del camino, al tiempo que el registro del contador.

Posteriormente, en gabinete, se traducen los datos de campo en longitudes y superficies de parcelas con sus verdaderos cultivos, y esta muestra se extrapola al territorio investigado. Se calculan los subtotales I de las distancias recorridas a lo largo de las parcelas ocupadas por cada uno de los cultivos i ; la estimación de áreas se basa en que, si el itinerario total tiene suficiente recorrido, la proporción de superficie S_i ocupada por un determinado cultivo respecto a la S_t del área investigada es equivalente a la proporción entre la longitud L_i de esas parcelas con la L_t del recorrido total ($S_i/S_t=L_i/L_t$).

Los errores se miden por comparación con una investigación exhaustiva de superficies en la zona de trabajo, calculándose el coeficiente de variación mediante estas zonas piloto así estudiadas.

Ha sido muy utilizado en varias CC.AA. en los últimos 20 años, llegando a perfeccionarse mucho el método para mejorar la fiabilidad de sus resultados.

Su aplicación en nuestro caso parece muy interesante para deslindar las superficies que se riegan con aguas subterráneas y superficiales, cuya determinación por otros procedimientos de muestreo parece bastante complicada. En este sentido, sería conveniente plantear una aplicación en la que se investigara simultáneamente la implantación de distintos sistemas de riego, ya que su conocimiento permitiría ajustar mejor las dotaciones reales de riego en la zona y, en consecuencia, el cálculo final de dotación bruta /consumo/extracción de agua subterránea.

En la *figura 1* se puede observar el itinerario trazado en un municipio de la provincia de Alicante para investigar los daños por heladas, resultando suficiente para evaluar las superficies afectadas por este siniestro.

ENCUESTAS A LOS AGRICULTORES

Este es el procedimiento más extendido en la UE para determinar las superficies de los distintos cultivos.

Consiste en enviar una encuesta normalizada por correo a una muestra amplia de agricultores representativos del área de estudio, que contestan en un plazo breve remitiendo también por correo el cuestionario una vez cumplimentado.

Es un método rápido y económico, pero exige una buena formación profesional del agricultor y un profundo conocimiento de la agricultura de la zona por parte de quien elabora la información recibida.

En España este método ha resultado inviable, y se recurre a encuestas directas para elaborar la Estadística de Estructuras Agrarias.

Es un método caro y muy lento, que padece de obsolescencia en dos o tres años, por lo que no parece aplicable a nuestros fines.

Sin embargo, este método resulta muy útil para conocer el coste del agua como factor de producción y su repercusión en la productividad agraria.

LAS ENCUESTAS TERRITORIALES

Hasta ahora, los métodos analizados no ofrecen una información general y de fiabilidad controlada que permita obtener una base de datos sobre distribución de cultivos en la que apoyar cálculos e investigaciones de carácter continuado y comparable.

Existen varios procedimientos para la investigación directa en el terreno de parcelas de cultivos de la misma especie o variedad, como los métodos de puntos, de recintos, de segmentos, etc., que dan una información objetiva de la realidad.

Después de numerosos ensayos y estudios prácticos, el MAPA ha adoptado el método de encuesta territorial denominado “Marco de Áreas” como procedimiento estadístico idóneo para la determinación de la base de datos sobre cultivos y producciones agrícolas.

El método consiste en establecer un marco estable de muestreo en cada zona, cubriendo todo el territorio nacional sin solapes, en el que se investigan pequeñas pero numerosas superficies de una forma aleatoria pero inalterable, con objeto de garantizar la fiabilidad de los resultados a través del tiempo. Como base del marco de muestreo se toma la retícula de la distribución en hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Establecida la retícula anterior, y con objeto de reducir la varianza de la muestra, se comienza por realizar una “estratificación del territorio”, reduciendo así la heterogeneidad de la población muestral y el espacio a investigar. Como criterios de estratificación suelen utilizarse la topografía, altitud, predominancia de ciertos cultivos, importancia del regadío, etc.

El marco general de muestreo es un territorio dividido en recintos de 10 x 10 km denominados “bloques” con una superficie de 10.000 ha cada uno. Sus límites son inalterables porque coinciden con el reticulado del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 . De esta forma se recubre todo el territorio nacional, autonómico y provincial sin solapes ni excepciones.

Cada bloque se divide a su vez en 100 celdillas de 1 x 1 km, equivalentes a 100 ha, y que forman el marco elemental del muestreo. Coinciden en este caso con la retícula de igual tamaño del Mapa 1:50.000 citado antes.

Sin embargo, la experiencia ha demostrado que en secano resulta suficiente investigar una superficie entre 50 y 100 ha por celdilla, y de 5 a 10 ha en regadío. Por esta razón se ha diseñado el “segmento”, recinto de 700 x 700 m (49 ha) situado en el ángulo SO de cada celdilla, que constituye realmente la población muestral.

Por procedimientos aleatorios se han seleccionado en cada bloque hasta 9 segmentos, tal como se detalla en la *figura 2*. De éstos, los posicionados en las coordenadas que se indican son los utilizados para investigar los cultivos de regadío:

Columna	Línea
2	6
3	2
6	7

A partir de aquí el problema más importante es elegir el tamaño de la muestra. Hay una relación entre el tamaño, el costo de la investigación, el error de los resultados, y la rapidez

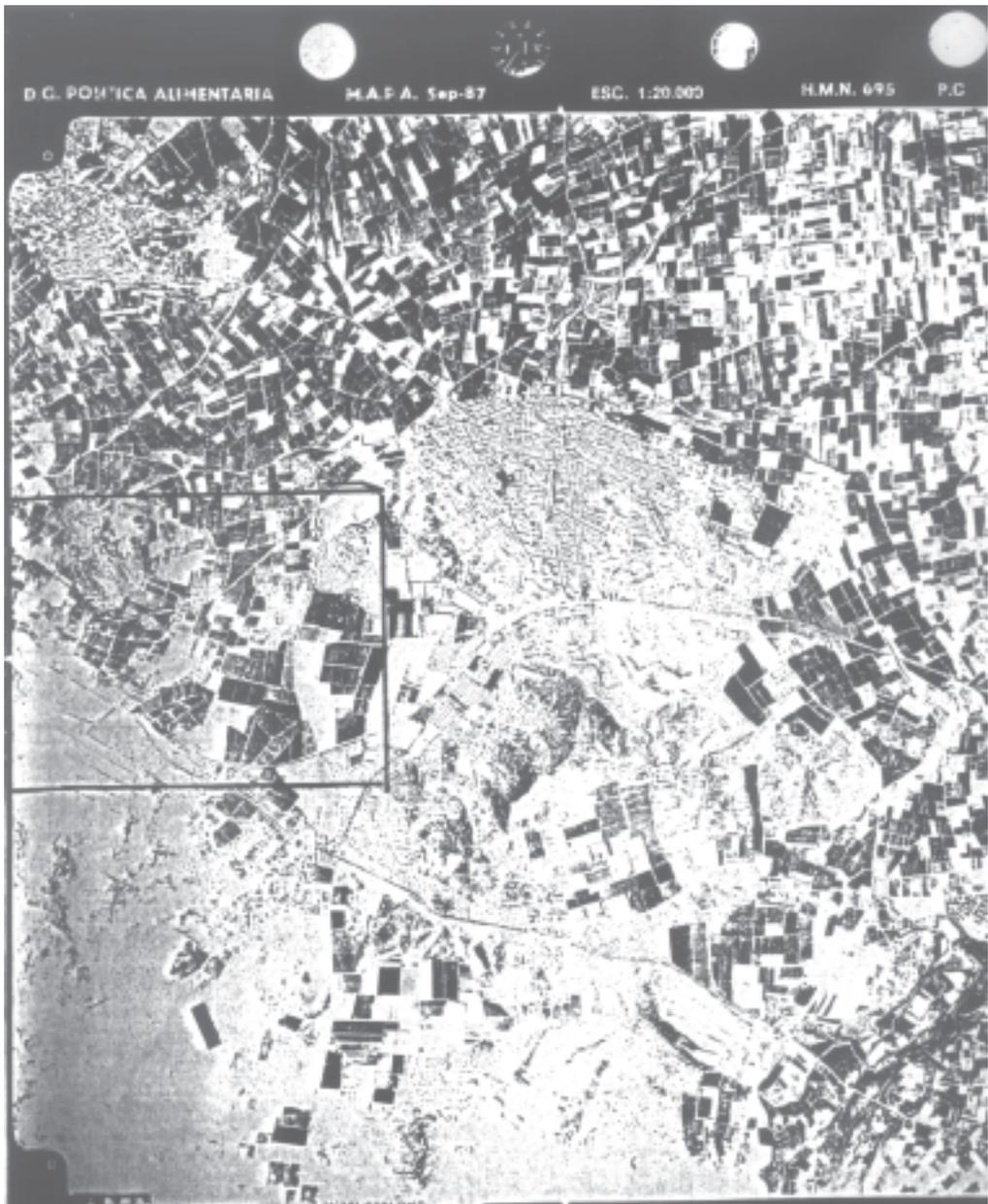


Figura 3. Delimitación de segmento en fotografía aérea E/1:20.000

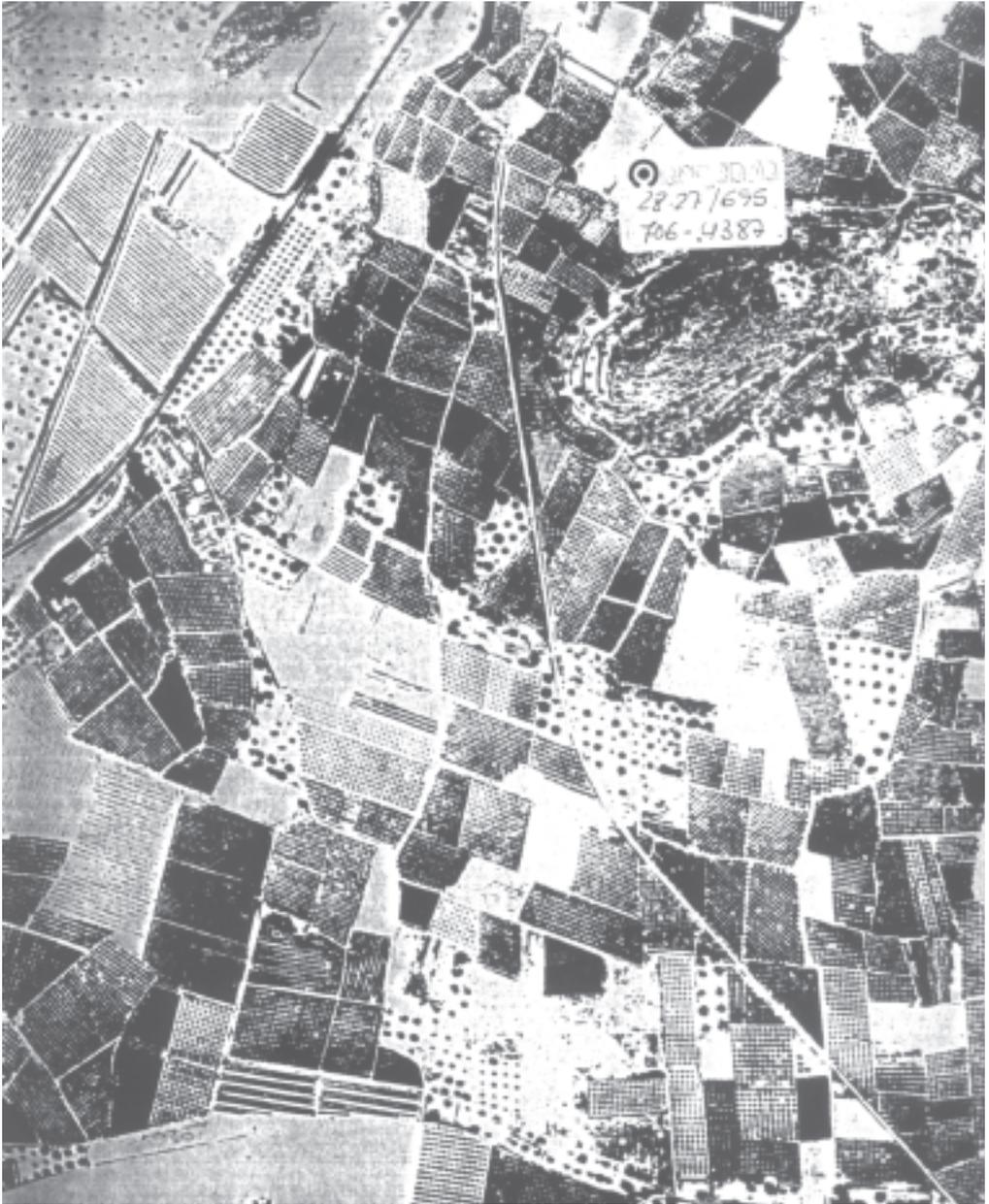


Figura 4. Segmento en fotografía aérea E/1:5.000

de aplicación del método.

Para la estadística de superficies por cultivos se utilizan las siguientes muestras:

- Para aforos de cosechas y extensas manchas cultivadas : el 1% de los segmentos.
- Para obtener la distribución de cultivos en regadío y zonas con cierta intensidad de cultivos: el 3% de los segmentos.
- Para estudios de detalle y alta fiabilidad : el 9% de los segmentos.

Con los datos obtenidos por un método de deslinde de parcelas de cultivos sobre fotografía aérea (*figuras 3 y 4*), similar al descrito para la realización de los inventarios, se calculan las superficies a nivel comarcal y provincial en los segmentos posicionados en cada bloque en las coordenadas 2-6, 3-2, y 6-7, tal como se ha indicado anteriormente, una vez fijada en el campo la escala real de las fotografías mediante la medición de una base en cada una y planimetrando posteriormente en gabinete las manchas de cultivo restituidas en campo.

Trabajando sobre las 3 series de datos obtenidas en la posición relativa de cada segmento en cada bloque, la serie 2-6, la serie 3-2 y la serie 6-7, los parámetros estadísticos obtenidos como media de las medias nos permiten disminuir el error que se obtendría si tratáramos los datos como una población única, no agrupada previamente en series .

La observación de los datos que figuran en la *tabla 2* permite dar una idea del error que se comete mediante este método a nivel comarcal y provincial.

Cultivos	Comarca A			Comarca B		
	ha	V-3%	V-9%	ha	V-3%	V-9%
Cítricos	17.00	36	18	6.050	47	31
Frutales	500	35	–	6.300	40	–
Herbáceos	5.800	57	–	1.700	60	–
Regadío	23.300	33	10	14.050	40	20

Tabla 2.

En la *tabla 3* comparamos el error en el regadío total y el cultivo más extendido a nivel provincial, según que el tamaño de la muestra sea del 3% ó 9%.

Provincia	Sup. Regadío	V-3%	V-9%	Sup. Cítricos	V-3%	V-9
Alicante	149.000	13	14	41.000	25	9
Castellón	60.000	24	9	43.000	28	12
Valencia	175.000	13	6	110.000	16	11

Tabla 3.

Las principales conclusiones que podríamos obtener, a efectos de la utilización de esta base de datos como herramienta para el cálculo indirecto de extracciones de agua subterránea, si consideramos que las superficies de comarcas y unidades hidrogeológicas son proporcionales, así como el de provincias y sistemas de explotación, serían las siguientes:

- Las evaluaciones a nivel de unidad hidrogeológica, con superficie equivalente a una comarca, podrían calcularse con un error entre el 10 y 20%.
- Las evaluaciones a nivel de unidad hidrogeológica y sistemas de explotación, con superficie equivalente a comarca y provincia, podrían calcularse con un error entre el 5 y 15%.

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA

Una vez conocida la herramienta estadística y su posible rigor según el tamaño de la muestra elegida y la heterogeneidad agrícola del territorio investigado, acuífero o unidad hidrogeológica, se tendrá que proceder a su adaptación para estos fines.

En primer lugar estableceremos el territorio de cada acuífero o unidad a evaluar, y adaptaremos al mismo los bloques y segmentos que le representarán en el futuro.

A partir de ese momento dispondremos de una estadística de superficies de cultivos en el espacio hidrogeológico así delimitado. De acuerdo con su superficie y la heterogeneidad de cultivos en la zona podremos estimar el error de los datos obtenidos.

Como en la encuesta no se investiga actualmente el origen del agua de riego, éste será un objetivo prioritario a partir de este momento. Para ello se podrían seguir varios procedimientos, como delimitar previamente los regadíos tradicionales existentes y que se abastecen de aguas superficiales, y por exclusión deslindar los que usan aguas subterráneas. También se podría investigar en la encuesta de campo el origen de las aguas en cada segmento visitado, sin encarecer prácticamente el costo del método.

Una vez determinada la superficie de los cultivos principales que se abastecen desde el mismo acuífero o unidad hidrogeológica, se debería elegir una ó más Comunidades de Regantes que pudieran ser representativas de la agricultura de regadío de ese territorio, con objeto de determinar el consumo anual por cultivos.

Esta dotación por hectárea podría obtenerse a través del control mediante contador del consumo en origen de la propia entidad, ya que conocida la distribución de sus cultivos sería inmediato su cálculo.

También podría hacerse controlando el consumo mediante contador en una serie de parcelas representativas de cada cultivo en la zona, aunque este procedimiento exige contar con varios agricultores colaboradores y formarles adecuadamente para garantizar la representatividad de los resultados.

En cada caso, la posible estratificación del regadío por áreas (huerta, cítricos, viñedo, etc.) y la compartimentación en acuíferos, nos permitirán acotar mejor el problema y su solución.

Por último, interesa tener una idea del coste del método. En nuestra Comunidad Valenciana, que consta de 84 bloques y se muestrean 84 (1%), 252 (3%) y 756 (9%) segmentos, según la población y objetivos (aforos de producciones, distribución de cultivos por especies y distribución de superficies por variedades), el coste está entre 15 y 30.000 PTA/segmento.

En nuestro caso, si partimos de las superficies ya investigadas el coste de implantación se rebaja considerablemente, quedando reducido al de adaptación del sistema y selección de entidades colaboradoras, establecimiento de los métodos de cálculo de las dotaciones de los diferentes cultivos y elección de las parcelas a controlar con contadores de agua, en caso de que se opte por este sistema en vez de acudir al control del gasto total de la entidad colaboradora.

El trabajo de evaluación anual sería muy rápido partiendo de la distribución de cultivos suministrada por la estadística agrícola, y el control de dotaciones tampoco resulta complicado una vez en marcha. Los cálculos posteriores de extracciones por acuíferos y unidades hidrogeológicas se podría realizar con medios propios de la administración por su escaso número y sencillez.

La bondad del sistema se conocerá cuando se ponga en marcha su aplicación en alguna unidad o sistema de explotación y pueda compararse con otros, tanto desde el punto de vista económico, de precisión de los resultados, como de la rapidez y medios necesarios para su aplicación.