





# HABILIDADES FUNDAMENTALES: INTERPRETACIÓN Y COMPRENSIÓN DE MAPAS

## Introducción - No todos los mapas se hacen igual

La tarea de leer un mapa se parece a la de leer un libro o un ensayo, toda vez que los lectores de libros por lo general deben tener la mente abierta durante el proceso de lectura y estar preparados para aceptar conceptos e ideas que el autor presenta, manteniendo un saludable escepticismo de lo que se está leyendo, para que se puedan plantear preguntas o se rechace una idea, si el lector no está de acuerdo con el autor. La lectura de los mapas debe seguir el mismo camino. Sin embargo, hay una diferencia fundamental entre leer un libro y leer un mapa. Un libro usa palabras, oraciones y párrafos en una secuencia estructurada para transmitir información e ideas sobre el tema central del libro. Un mapa utiliza gráficos y símbolos en una superficie (papel o pantalla digital) para presentar simultáneamente una sinfonía de complejos fenómenos espaciales, los cuales implican relaciones espaciales entre los componentes o los elementos del mapa. Leer un mapa no es secuencial, como leer un libro. Por tanto, cada lector, para ver diferentes partes del mapa, puede tener un conjunto de estrategias o secuencias distinto al de otro lector de mapas. Al hacerlo, pueden llegar a diferentes visiones, interpretaciones y conclusiones del mismo mapa.

Muchos de nosotros nos apuramos a aceptar la validez de un mapa publicado sin cuestionar su veracidad o exactitud. De tal suerte que la internet y cualquier editor de libros o mapas proporcionan una plataforma común para los mapas de cartógrafos capacitados y no capacitados. Hay peligro, cuando un profesor, o cualquier otra persona, acepta ciegamente y adopta un mapa erróneo, publicado en internet o de otra manera, para que se use en el aula. Cualquier equívoco que pudiera haberse incluido en un mapa erróneo no debe darse por un hecho a los estudiantes. Así, es importante que los profesores transmitan a sus estudiantes que no todos los mapas publicados son necesariamente fieles representaciones del mundo.

El propósito de esta sección es describir de forma sistemática y clara, muchos de los conceptos fundamentales sobre cómo se hacen los mapas según la perspectiva del cartógrafo y proporcionar algunas pistas sobre cómo un lector debe interpretarlos y analizarlos. Todos los mapas individuales son diferentes y no hay fórmula mágica que indique clara o definitivamente "Este mapa está equivocado" o "Ese mapa está bien hecho". Estas evaluaciones deberán basarse por completo en el contenido específico del mapa, la integridad de los datos utilizados para elaborarlo y qué tan bien se diseñó y presentó. Por tanto, no todos los mapas se hacen igual. A este respecto, el mapa quizás esté más sujeto a la interpretación de lo que sería un libro. La propia naturaleza del mapa en sí mismo es una cuestión compleja, ya que representa un gran espacio y un gran número de relaciones espaciales diferentes. En esta sección, los autores pretenden presentar brevemente la naturaleza del mapa en términos simples y proporcionar una idea de las muchas decisiones que tiene que tomar un cartógrafo. Se usarán ejemplos específicos para proporcionar pautas que los profesores deben considerar, cuando determinan el valor pedagógico de un mapa o grupo de mapas en particular. Toda vez que es imposible escribir sobre cada caso y escenario, esta sección tiene el objetivo de invocar las habilidades de pensamiento espacial del alumno y del profesor. Se trata de una tarea imposible de cumplir sin una comprensión profunda de la naturaleza de los mapas y la información espacial posible e inserta que un mapa puede transmitir, por simple que pueda parecer. El resto de esta sección se organizará sistemáticamente por temas, para proporcionar una sinopsis de los conceptos fundamentales sobre los mapas que ayude a los lectores a usar este atlas.

## Principales tipos de mapas

Diferentes autores han categorizado distintos tipos de mapas en formas alternativas. Algunos pueden ubicarse en más de uno en esta clasificación. También puede haber

algunos mapas que no encajan en estos tipos. Con todo, cada tipo de mapa se puede distinguir claramente de otro por sus propiedades y funciones previstas.

- Mapas de referencia – La función principal de los mapas de referencia es la de localizar lugares específicos. Cada mapa de referencia tiene al menos un conjunto completo de cuadrículas de coordenadas, incluido un sistema de coordenadas geográficas, como latitud y longitud, o las cuadrículas del Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM, según sus siglas en inglés) o, en el caso de Estados Unidos, el Sistema de Coordenadas State Plane (SPCS, según sus siglas también en inglés). Las latitudes, también llamadas paralelos, son líneas trazadas horizontalmente alrededor del Globo y paralelas al Ecuador. Se reducen en cuanto a longitud a medida que se acercan a los polos. Por ejemplo, Latitud 90° N y Latitud 90° S son en realidad puntos antes que líneas (los Polos Norte y Sur). Tanto Corea como Estados Unidos, España y México se hallan al norte del Ecuador y, por tanto, se los designa con Latitud Norte. Australia, Chile y Argentina, al sur del Ecuador y, por tanto, se los designa con Latitud Sur. Las longitudes, también llamadas meridianos, son líneas trazadas verticalmente en el Globo, cada una de las cuales atraviesa los Polos Norte y Sur. El Primer Meridiano o 0° de longitud, en el Observatorio de Greenwich a las afueras de Londres, Inglaterra, fue reconocido como una medida estándar mundial en la Conferencia Internacional de Meridianos celebrada en Washington, D. C., en 1884. Esto establece una referencia para todas las otras longitudes hasta los 180° Este u Oeste. Corea se ubica al este del Primer Meridiano y, por tanto, se designa en Longitudes Este. En los casos de Estados Unidos, México, Argentina y Chile, se ubican al oeste del Primer Meridiano, por tanto, se designan en Longitudes Oeste. Cuando una longitud atraviesa el Polo Norte y desciende por el lado opuesto del Globo, constituye entonces un gran círculo. Los grandes círculos dividen el Globo en mitades iguales. El Ecuador es el círculo máximo de la Tierra, pero no pasa por ninguno de los polos.

Hay muchos otros sistemas de cuadrículas menos conocidos, porque casi todos los países del mundo definen su propio sistema de referencia local. Los topográficos son los mapas de referencia más populares. El grado de precisión de los mapas de referencia es generalmente mayor que otros tipos de mapas, ya que se elaboran con

métodos fotogramétricos, topográficos, basados en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, según sus siglas en inglés), y generalmente se hacen a una escala mayor que la de la mayoría de los otros tipos de mapas. Algunos de estos mapas de referencia son tan precisos que los ingenieros civiles los utilizan para ayudar a construir carreteras, puentes y otros tipos de infraestructura. Claro está que la escala a la que se hacen estos mapas también puede dictar el grado de precisión. Algunos atlas también se pueden considerar como si fuesen mapas de referencia, aunque no pueden ser tan precisos como los topográficos.

- Mapas catastrales – Los catastrales son mapas a gran escala que los gobiernos locales elaboran por lo general para registrar la propiedad de las parcelas. Estos mapas, cuidadosamente estudiados y elaborados por topógrafos profesionales, muestran detalles de localización para que los límites de las parcelas se puedan delinear e identificar con claridad. En el pasado, los mapas de papel de parcelas se guardaban principalmente en los juzgados de las localidades, para que pudieran copiarse, usarse y registrarse de nuevo por la venta de propiedades. En muchos casos, los mapas catastrales se utilizan también para gravar una propiedad, porque muestran el tamaño de cada una de éstas. Hoy por hoy, en muchos países alrededor del mundo estos mapas de papel han cambiado al formato digital, para que puedan recuperarse y actualizarse fácilmente.

- Mapas de ruta – Los mapas de ruta son aquellos que se elaboran específicamente para guiarnos de un lugar a otro. Nos proporcionan información para movernos y llegar a nuestro destino. Los mapas de ruta incluyen mapas de navegación, cartas aeronáuticas y los tradicionales mapas de papel. Hoy en día, con la tecnología GPS, las personas optan a menudo por la conveniencia de los mapas y sistemas de navegación GPS guiados por la voz, que están incorporados en los tableros de instrumentos de nuestros automóviles o se usan desde teléfonos celulares. Son muy efectivos para guiarnos en nuestras rutas. Sin embargo, aunque los mapas GPS puedan funcionar con exactitud, no son infalibles por completo, puesto que las bases de datos de mapas GPS no se actualizan de manera constante. Con todo, un mapa de referencia GPS puede realizarse según un mapa inexacto. Por tanto, siempre es aconsejable tener cierta precaución al usar mapas e indicaciones del GPS.



Fotografías que muestran el Primer Meridiano físico en el Observatorio de Greenwich. Aquí, un hombre y una mujer están separados geográficamente por los hemisferios. Él está en el este, ella está en el oeste

• Mapas temáticos – Los temáticos son mapas que representan tópicos especialmente seleccionados, los cuales pueden ser pobres en información de referencia, pero deben ilustrar un tema particular para resaltar un evento en un determinado espacio en un momento específico. Un mapa que representa la densidad de la población (o cualquier tema en especial) se considera un mapa temático. Si hay una forma de recopilar datos o información sobre un tema que puede representarse espacialmente, se puede elaborar un mapa temático. Algunas de las agencias gubernamentales más grandes se especializan en la producción de grandes volúmenes de mapas temáticos. Las oficinas de censos y las agencias de estadísticas a menudo son los departamentos más grandes de las naciones. Si bien las estadísticas brindan grandes cantidades de información en formato tabular u hoja de cálculo, los mapas temáticos tienen la ventaja distintiva de mostrar patrones espaciales que nos permiten visualizar rápidamente las concentraciones y la escasez. Los mapas temáticos también pueden no ser estadísticos; por ejemplo, un mapa con temas de uso del suelo puede representar áreas de tierra en un entorno urbano, para definir las zonas de terreno comercial, viviendas, corredores de transporte, terrenos institucionales (escuelas, universidades, hospitales, prisiones, etcétera), tierras recreativas, entre otros. Aun así, ninguna de estas categorías de clasificación de tierras es estadística.

• Fotomapas – Phillip Muehrcke, en su libro titulado *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation* (Muehrcke, 1978, primera edición), fue el primero en etiquetar este grupo de mapas como *Fotomapas*. En ediciones posteriores, se usa el término Mapas de imágenes. Independientemente de la nomenclatura, se pretende que se incluyan todos los mapas que no se dibujan mediante líneas o los mapas no lineales de arte, como fotografías aéreas, imágenes de satélite, imágenes de radar, imágenes térmicas y otras imágenes realistas de la tierra. Desde entonces, la sofisticación de estas imágenes ha aumentado tanto que la mayoría de los académicos y el público en general tratarían los mapas de imágenes como mapas. La forma más popular de esta clase de mapas es Google Earth. Éstos no muestran estadísticas y carecen en su mayoría de dibujos lineales, que sólo contienen la imagen real de la tierra detectada desde arriba a cualquier resolución ofrecida por los instrumentos sensores. La interpretación de estas imágenes requiere un tipo de capacitación totalmente diferente de la interpretación de mapas de referencia o mapas temáticos.

• Mapas animados e interactivos – La disponibilidad de gráficos por computadora avanzados y el software de los Sistemas de Información Geográfica (GIS, según sus siglas en inglés) permiten al cartógrafo elaborar mapas dinámicos que incluyan animaciones y actividades interactivas de aprendizaje. Algunos de éstos se elaboran incluso en tiempo real, realidad virtual y en tres dimensiones con vistas rotatorias. Incluso pueden vincularse con cámaras de video remotas. Los mapas animados se han aplicado apropiadamente a los fenómenos espaciales que ocurren a lo largo del tiempo, así como a los fenómenos que se mueven

de un espacio a otro. El uso de los multimedia para ilustrar mapas puede ser muy efectivo. Estos mapas se han utilizado en cierta medida, en la educación secundaria y se sigue alentando su uso. El hecho de que estos mapas se puedan ver en nuestras tabletas y teléfonos celulares los convierte en una de las herramientas de educación espacial más versátiles.

• Mapas de otras especialidades – Además de los principales tipos de mapas explicados anteriormente, hay otras formas de mapas que son muy especializadas. Sería difícil enumerar todos los mapas especializados, ya que las innovaciones se suceden unas a otras con regularidad. Los investigadores han identificado varios grupos de mapas especializados que vale la pena mencionar aquí: mapas táctiles, mapas mentales y cartogramas. Los mapas táctiles son aquellos especialmente hechos para personas con dificultades visuales. Los mapas mentales son mapas o imágenes de lugares basados en nuestra experiencia de haber visto antes el lugar o en la capacidad para conceptualizar el espacio que se nos puede describir. Un cartograma es un tipo de mapa que distorsiona el espacio geográfico, al dimensionar cada unidad geográfica para mostrar una concentración especial de ese conjunto particular de datos; por ejemplo, en un cartograma de población del mundo, China sería la más grande, porque tiene la población más numerosa y la India sería la segunda más grande por la misma razón a pesar de que Rusia sea la más extensa en cuanto a la superficie.

### La Tierra no es (del todo) esférica

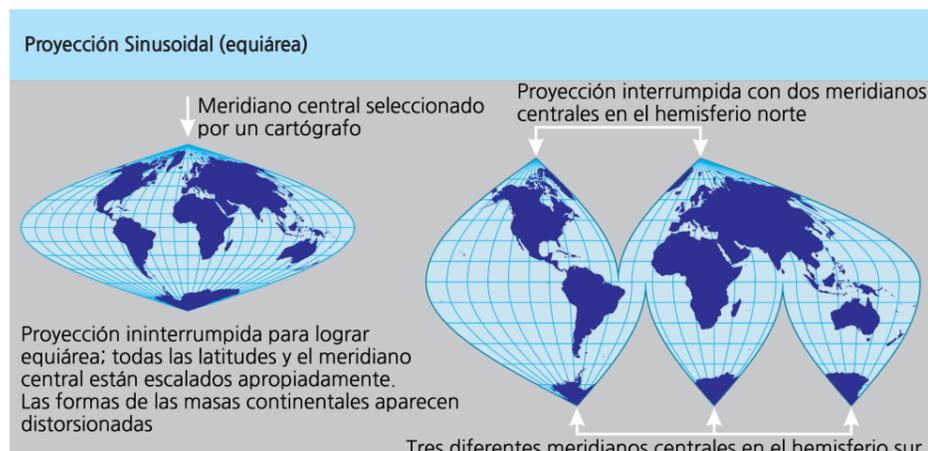
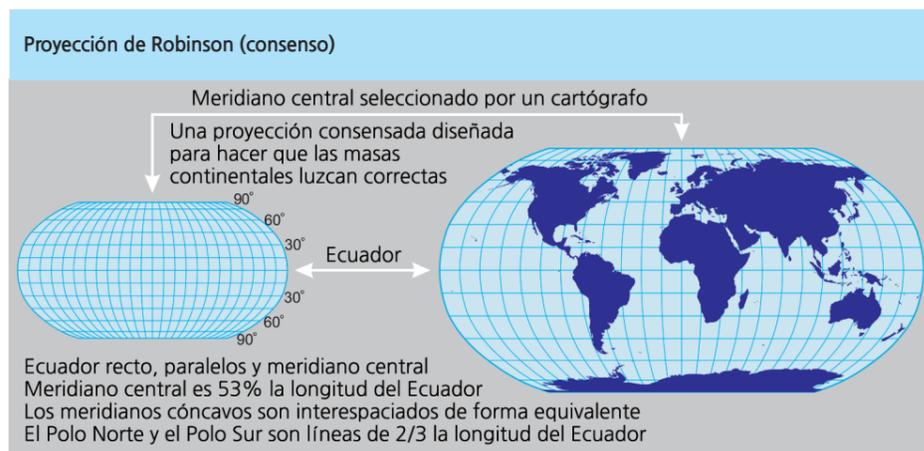
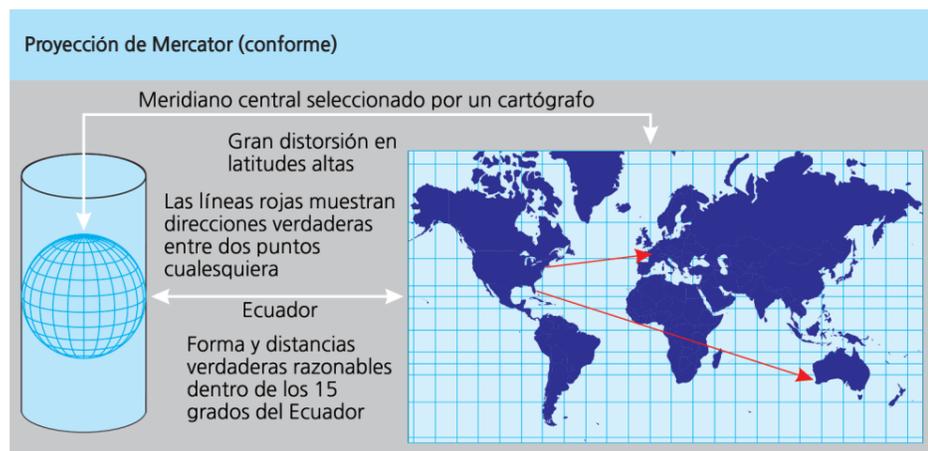
Para poder contar con mapas elaborados de manera precisa, los cartógrafos necesitan conocer la forma exacta de la Tierra. El eje entre el Polo Norte y el Polo Sur es más corto que el eje entre los extremos opuestos del Ecuador. Ninguna fórmula matemática puede describir la forma de la Tierra por la discrepancia entre ejes (ya que la Tierra no es del todo esférica) y porque su superficie es única con una distribución irregular y elevación de masas de tierra y océanos. Alexander Ross Clarke (1828-1914), un geodesta británico (científico que hace mediciones precisas de ubicación de la superficie de la Tierra), midió la Tierra desde distintas ubicaciones alrededor del mundo. Sus mediciones fueron matemáticamente documentadas con un conjunto de fórmulas complejas, que se convertirían en la base del Esferoide de Clarke de 1866 (un esferoide es una descripción única de una esfera imperfecta). El Esferoide de Clarke se convirtió en un importante conjunto de descripciones matemáticas de la forma de la Tierra para el uso de los cartógrafos internacionales y los científicos. El Servicio Geológico de Estados Unidos lo adoptó como base para el Datum Norteamericano de 1927 (NAD27, según sus siglas en inglés) como una medida para la elaboración de mapas topográficos en Estados Unidos. En el caso de las ciencias cartográficas, la palabra *datum* se usa para referirse a un conjunto de información básica cuidadosamente medida y documentada. Esta información base se usa como un referente para medir la tierra asociada. El Datum

Norteamericano de 1927 fue la medida con que todas las tierras en Estados Unidos se documentaron entre 1927 y 1983. Se lo hizo con un *datum* horizontal y otro vertical. El *datum* horizontal comenzó con un estrecho de tierra plana Este-Oeste y un estrecho de tierra plana Norte-Sur en el Rancho Meade, en Kansas, aproximadamente el centro geográfico continental de Estados Unidos. Triangulaciones cuidadosas de estos estrechos de tierra quedaron registradas. Todas las mediciones en el territorio continental de Estados Unidos se refieren a estos resultados de triangulación en el Rancho Meade. El *datum* vertical se obtuvo de más de 35 años de mediciones de las variaciones en el nivel del mar para encontrar el Nivel Medio del Mar (MSL, según sus siglas en inglés). El MSL se convirtió entonces en la base para medir todas las elevaciones en Estados Unidos.

Desde que las fuerzas militares de Estados Unidos desclasificaron los Satélites de Posicionamiento Global (GPS, según sus siglas en inglés) en 1983 para que los civiles pudieran usarlos, la geodesia (la ciencia de localizar con precisión posiciones puntuales sobre la superficie de la Tierra) ha mejorado considerablemente su precisión con respecto del Datum Norteamericano de 1927. La superficie de la Tierra se puede “recartografiar” ahora según los métodos de Posicionamiento Global Satelital (GPS). Así, nuevos *datum* están en constante evolución. En 1983, el Estudio Geodésico Mundial (World Geodetic Survey o WGS, según sus siglas en inglés) comenzó a usar el Datum WGS83, al que siguió de manera inmediata el Datum WGS84. Se crearon subsecuentemente más *datum*, algunos para satisfacer las necesidades específicas de un país individual, otros para definir sistemas específicos de red de coordenadas o cuadrículas. Sin embargo, todos estos *datum* están documentados matemáticamente de tal forma que la transformación de un *datum* en otro puede calcularse. Estos cálculos se incluyen normalmente en los *software* GIS y se pueden realizar con unos cuantos golpes al teclado o clics con el ratón de la computadora. Para aprender más acerca de los *datum*, los sistemas de coordenadas y el GPS, véanse los capítulos 1, 4, y 14 de *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation* octava edición (Kimerling 2016).

Ahora que la superficie de la Tierra se ha medido por completo, debe tratarse otro problema. Recuerde que un mapa es una transformación del mundo real, (no del todo) esférico, tridimensional, en una superficie de dos dimensiones en una hoja plana de papel o una pantalla digital. Esta transformación no puede ocurrir sin algún error geométrico. Aquí es donde la comprensión de las proyecciones de mapa es importante. Las proyecciones cartográficas hacen uso de una red de sistemas de coordenadas o mallas (la más popular es el Sistema Coordinado Geográfico, el cual usa latitudes y longitudes) de forma tal que “seleccionando” o “proyectando” redes de rejillas en una superficie plana puede permitírnos documentar cuánto hay de distorsión en cada transformación de proyección de mapa. Según el método usado para seleccionar latitud y longitud en una superficie plana, cada proyección resultante

### Ejemplos de algunas proyecciones de uso común



no puede mantener precisamente tanto el tamaño como las propiedades de la forma de las masas continentales de manera simultánea. Una u otra o bien ambas propiedades deben sacrificarse. Por esta razón, hay proyecciones de mapa de área idéntica, las cuales mantienen la veracidad de las mediciones de área a expensas de la distorsión de la forma de las masas continentales. También hay proyecciones de mapa conformadas que mantienen la forma de las masas continentales a expensas de distorsionar la veracidad de los tamaños. Una proyección de mapa matemática (por mucho, la categoría más grande) podría sacrificar tanto las propiedades de área como de forma a un grado menor para presentar una “apariencia más realista” de las masas continentales del mundo. La mayoría de las proyecciones de mapa, las cuales se centran en los Polos Norte y Sur, pueden mantener direcciones verdaderas. Para aprender más acerca de las proyecciones de mapa, véase el capítulo 3 de *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation* octava edición (Kimerling 2016).

### Escala del mapa

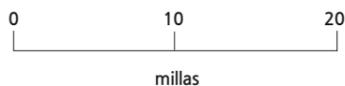
La escala del mapa es imprescindible para quien lee un mapa, ya que puede sugerir cuán preciso es éste y cuánta información espacial se ha podido presentar efectivamente en él. Ha habido cierta confusión sobre la terminología perteneciente a la escala del mapa. Esta sección tiene por propósito el de aclarar esta confusión.

A partir del hecho de que un mapa dibujado sobre una pieza de papel no puede tener una relación de tamaño unívoca con la Tierra, el mapa sólo es uno con respecto de los muchos tamaños del mundo real que representa. En otras palabras, una unidad de medida en el mapa se designa para representar muchas de las mismas unidades de ésta en el mundo real. Así, la escala del mapa es en realidad una proporción matemática. La escala del mapa puede expresarse de tres maneras:

- Como una Fracción Representativa o un *ratio*: v.g., 1:10 000. Esta expresión significa que, por ejemplo, una pulgada en el mapa representa 10 000 pulgadas en el terreno. Obsérvese que no hay unidad de medición en un *ratio*. Ocurre así, porque la expresión escala es un *ratio* o una fracción y funcionará con todas las unidades de medición. Por tanto, también funciona para las mediciones métricas, como un centímetro, que en el mapa representa 10 000 centímetros de terreno. Las unidades de medición en ambos lados del *ratio*, sin embargo, deben ser las mismas.

- Como una Declaración Verbal: v.g., Una pulgada en el mapa representa una milla. Obsérvese que las unidades de medición son diferentes (pulgada y milla) de una fracción representativa, lo cual es perfectamente aceptable. Sin embargo, el lector del mapa debe reconocer que estas unidades no coinciden. Si alguien mide la distancia del trayecto de la casa al trabajo en 2.5 pulgadas en el mapa, entonces puede deducirse que la distancia en el mundo real entre la casa y el trabajo es de 2.5 millas. Las escalas de Declaración Verbal pueden reconvertirse con certeza en *ratio*. En este caso, es necesario investigar cuántas pulgadas hay en una milla, puesto que la fracción representativa requiere que las unidades sean las mismas en ambos lados de esta. Hay 1760 yardas en una milla, 3 pies en una yarda y 12 pulgadas en un pie. A partir de éstos, podemos multiplicar 1760 por 3 por 12 para obtener el número de pulgadas. El resultado es 63 360. Por tanto, la declaración verbal de “una pulgada representa una milla” es la misma que 1: 63 360. Recuérdese que una vez que se convierte en *ratio*, éste funcionará para todas las demás unidades de medición, aun en el sistema métrico. Así, también cierto sería decir que un centímetro en el mapa representa 63 360 centímetros en el terreno.

- Como un Gráfico o Barra. Véase el siguiente ejemplo:



Esta escala gráfica otorga al lector de mapas la oportunidad de medir físicamente una distancia en el mapa y leer, con respecto de la misma, la distancia en el mundo real. Las distancias de línea recta pueden fácilmente medirse con una regla. Las distancias en líneas curvadas pueden medirse con un trozo de cuerda para simular las curvas en el mapa, o con el canto de una hoja, manteniendo presionados los puntos clave de la curva con un lápiz hasta que la distancia curvada completa se “cubra” con la orilla del papel. Una vez que la distancia curvada en el mapa se simula con la cuerda o el filo de la hoja de papel, pueden alinearse paralelamente al gráfico o la barra de escala para medir la distancia en el mundo real.

Hay algunos conceptos erróneos o confusión sobre los términos Gran escala y Pequeña escala. Los mapas a gran escala se refieren a los que cubren un área pequeña de tierra y muestran una gran cantidad de detalles locales. Un ejemplo podría ser un mapa catastral. En cambio, los mapas a pequeña escala, cubren grandes áreas de tierra y no pueden incluir detalles locales. Un ejemplo puede ser un mapamundi en la página de cualquier libro.

Si se considera el hecho de que las escalas son fracciones, es posible comparar las fracciones con las escalas grande y pequeña para determinar cuál es una escala mayor y cuál es una menor. Un mapa catastral típico a gran escala puede tener una escala de 1: 2000 y un mapamundi a pequeña escala puede tener una escala de 1: 40 000 000. La fracción, 1/ 2000 (0.0005) es un número más grande que la fracción 1/ 40 000 000 (0.00000025). Por tanto, el mapa catastral tiene una escala más grande que la del mapamundi.

La comparación de los mapas a escala siempre es relativa. Las escalas que están entre la grande y la pequeña pueden considerarse como escalas intermedias. Una vez más, la escala intermedia es sólo un término relativo, según se la compare con un mapa a gran escala o uno a pequeña escala.

Los mapas a pequeña escala tienen obviamente una desventaja en cuanto a incluir o mostrar una gran cantidad de detalles del terreno, aunque tengan al mismo tiempo una ventaja sobre los mapas a gran escala, porque ofrecen un retrato geográfico más amplio de una vista mucho más extensa de las masas continentales. Lo contrario no es menos cierto con respecto de los mapas a gran escala, toda vez que éstos pueden proporcionar una cantidad mayor de detalles locales, pero con la desventaja de ser muy limitados por lo que toca a la cobertura total de la tierra.

Hoy por hoy, con el advenimiento de un mayor volumen de almacenamiento en los servidores de las computadoras y con una velocidad de entrega muy elevada, los sumamente populares Google Maps incorporan varios conjuntos de datos en el almacenamiento, como cuando un usuario enfoca para ver un área a detalle (teóricamente, al cambiar de una pequeña escala a una más grande), el conjunto de datos de la pequeña escala se convierte en un conjunto de datos de escala más grande. Enfocándose todavía más, cambia nuevamente a otro conjunto de datos de escala más grande. Estas operaciones se realizan de manera tan fácil y al instante, que los lectores pueden no darse cuenta de que han estado ocurriendo cambios entre distintos conjuntos de datos. La próxima vez que utilice Google Maps, trate de enfocar en diferentes niveles de forma simultánea, mirando los cambios en la barra de escalas y la cantidad de detalles que se muestran en los Google Maps y el tamaño cambiante de la cobertura de la tierra. También observe que mientras más se enfoque, más elevadas son las densidades de los nombres de lugares que aparecen. Para aprender más sobre

escalas de mapas, léase el capítulo 2 de *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation* octava edición (Kimerling 2016).

### La elaboración de mapas y los procesos de comunicación

Resumir el proceso de elaboración de mapas por completo en unos cuantos párrafos es imposible. La comunicación de la información de los mapas también es un proceso complejo. Esta sección pretende brindar un enfoque teórico del proceso de elaboración de mapas y cómo la información cartográfica se procesa y comunica al lector de mapas y el papel que cada actor desempeña. Un nutrido número de investigaciones se realizó sobre estos temas de la mano de cartógrafos expertos en las décadas de 1960 y 1970, cuyos modelos de comunicación se aplican todavía.

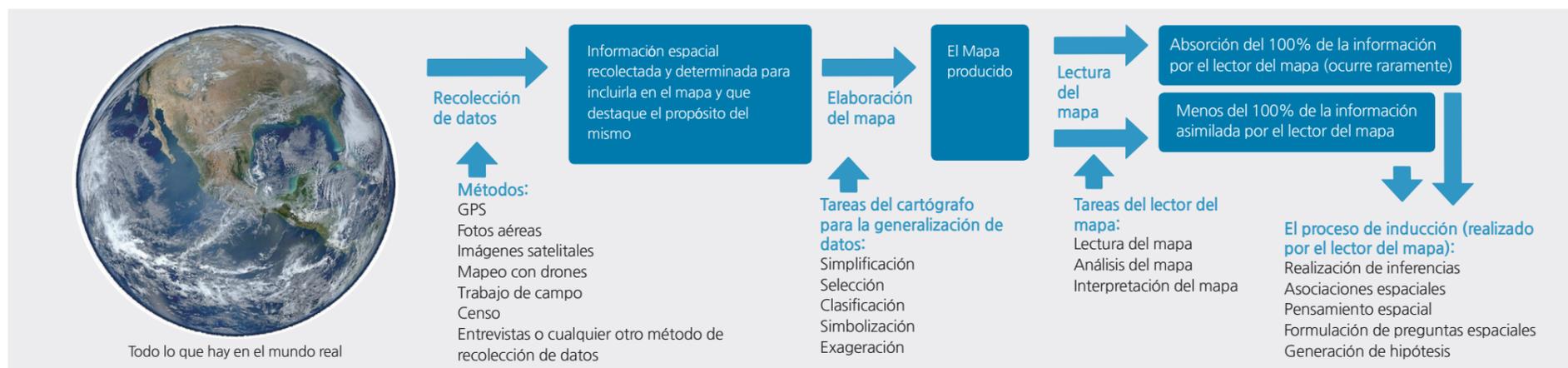
El mapa ideal, según se supone, debe ser una representación de cuanto haya en el mundo real, lo cual, sin embargo, es imposible, porque simplemente para hacerlo el mapa tendría que ser tan grande como el mundo real. Mediante la representación del mundo real a una escala reducida, determinadas cantidades de información deben omitirse. El siguiente diagrama es un intento de sintetizar los grandes procesos cartográficos y los procesos de lectura de mapas que se dan.

Para elaborar un mapa, un cartógrafo debe definir primero algunos parámetros. El primer paso en la elaboración de un mapa es definir su propósito. Cuando esto se ha hecho, el siguiente paso es reunir o recabar información o datos sobre lo que deseamos cartografiar a una escala apropiada. ¿Se puede disponer de los datos existentes en las agencias gubernamentales? Si de éstos no se puede disponer, ¿cuán difícil es la recopilación específicamente de los datos relevantes para el mapa? Los métodos generales de recolección de datos incluyen la grabación de datos de ubicación GPS, el uso de imágenes satelitales o de fotografía aérea con la ayuda de drones para el mapeo de baja altitud, la realización de estudios topográficos, censos, entrevistas o cualquier otro método de recolección de datos que conlleve un componente geográfico.

Una vez que los datos se han reunido, hay un conjunto dominante de información que está lista para el proceso de mapeo. En este punto, el cartógrafo necesita tomar varias decisiones importantes. La cantidad de datos reunidos puede ser masiva o inadecuada. En el caso de conjuntos de datos masivos, la pregunta principal por considerar es si la escala y otros parámetros del mapa pueden adecuarse a la gran cantidad de datos. Si no fuera así, los datos deben generalizarse. En el caso de conjuntos de información inadecuados, la preocupación es si la cantidad limitada de información puede verdaderamente representar un fenómeno espacial significativo. ¿Aún hay incertidumbre sobre el conjunto de datos que afectarían los procesos de mapeo? ¿La fuente de los datos es de fiar? Éstas son solamente algunas de las decisiones importantes que debe tomar el cartógrafo, porque todas ellas o sólo algunas pueden afectar en última instancia la calidad e integridad del mapa. Aunque haya otras muchas decisiones que tomar, es obvio que elaborar un mapa es muy complicado.

¿El lector de mapas sería capaz de identificar estas preguntas sobre la calidad de los datos? En general, los datos espaciales recabados por las agencias gubernamentales tienden a ser meticulosos y verídicos, pero no carecen de errores. Los datos recopilados por los investigadores dependen de sus esfuerzos, sus financiamientos y otros parámetros. El número de puntos de datos recabados puede indicar la calidad del conjunto de datos. La Oficina del Censo de Estados Unidos y oficinas censales equivalentes u oficinas estadísticas centrales de otros gobiernos tienden a adquirir información completa sobre sus poblaciones totales respectivas. Los estudios de otros temas pueden basarse únicamente en métodos de muestreo más que

### Una elaboración funcional de mapa y modelo de comunicación de la información del mapa



en un estudio completo: por ejemplo, tomar el 10% o el 20% de la población total como muestra y extrapolar (tomar una cantidad pequeña de datos y proyectarlos o realizar inferencias de tipo proporcional para representar la población total) tales muestras para representar el 100%. A menos que la leyenda del mapa específicamente señale cómo se generó el conjunto de datos, el lector del mapa no podrá saberlo. Hoy por hoy, en un entorno de realidad digital y piratería digital, el acto de la minería de datos (tomar los conjuntos de datos de alguien más, con su consentimiento o sin él, para incorporarlos en el conjunto de datos propio) puede ser engañoso, cuando no una maniobra peligrosa, aunque muy común.

Está claro que el cartógrafo asume una gran carga de responsabilidades, cuando selecciona cuidadosamente datos que estén disponibles para el proceso de mapeo. Seleccionar los datos apropiados también puede significar que algunos datos menos relevantes puedan omitirse intencionalmente. Los datos también se deben clasificar en categorías significativas, para que puedan de ese modo manejarse o se puedan presentar en una forma fácilmente comprensible.

Los conjuntos de datos también pueden ser complicados. Si la escala del mapa que se desea puede ajustarse a la presentación de todos los datos disponibles, los datos de mapa normalmente se deben generalizar y simplificar. Por ejemplo, muchos mapas sólo pueden mostrar caminos principales en una localidad urbana para dar una visión adecuada del trazado del área urbana, lo cual no significa que no haya otros caminos más pequeños, calles o callejones sin salida. Estos rasgos más pequeños y menos importantes se simplifican para que no se sature visualmente el mapa y se interfiera, por consiguiente, con

el proceso de visualización del lector. La generalización de los datos del mapa puede realizarse de distintas maneras. El lector de mapas tiene que saber que la generalización se da comúnmente en los mapas. El grado de generalización dicta la precisión de los fenómenos espaciales que se muestran, según lo planteó el cartógrafo.

Al final, toda la información debe representarse en formas gráficas que se puedan mostrar en el mapa. La aplicación de símbolos apropiados en el mapa también contribuirá a facilitar la visualización del lector. Algunos símbolos se interpretan más intuitivamente que otros. Otros símbolos son tan pequeños, que si se los cartografiara verdaderamente a escala, el cartógrafo ejercería algún juicio en la exageración del tamaño del símbolo, para que pudieran al menos de ese modo ser visibles para el lector. Usar el símbolo incorrecto o símbolos visualmente no evidentes generará imágenes mentales erróneas sobre el mapa, cuando el lector de mapas lo interpreta.

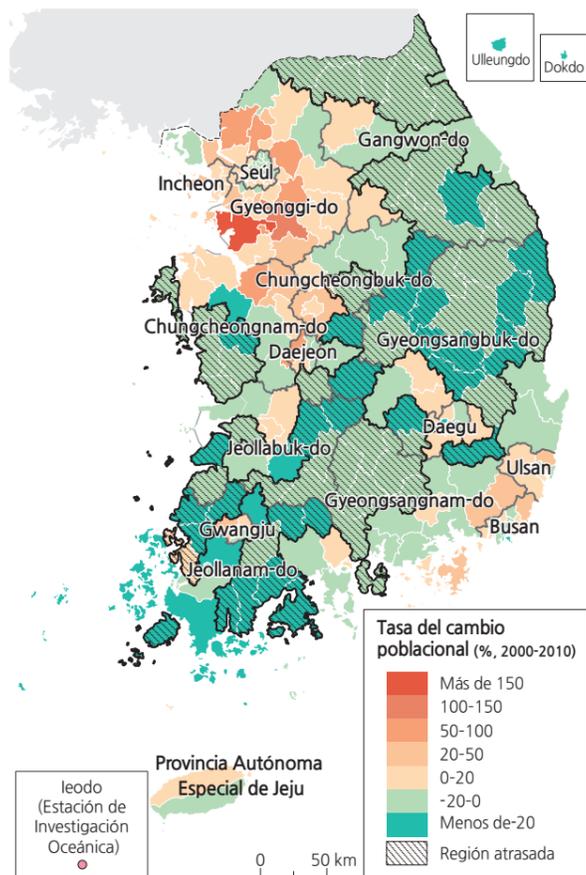
Así, el cartógrafo se encarga realmente de los procesos de generalización en la simplificación, selección, clasificación, simbolización y exageración de los datos del mapa o información antes de que el mapa final pueda diseñarse debidamente con la configuración gráfica óptima y se elabore para alcanzar su propósito planeado. Concluido el mapa, está listo para difundirse, ya sea por medio de la publicación impresa o digital para su exhibición y su análisis.

Para ser realistas, el cartógrafo estará difícilmente disponible para que pueda consultarlo el lector de mapas. El único canal de comunicación que vincula el marco conceptual y el propósito del mapa con la comprensión de los elementos del mapa por parte del lector, es el conjunto de símbolos, leyendas, título y alguna que otra información

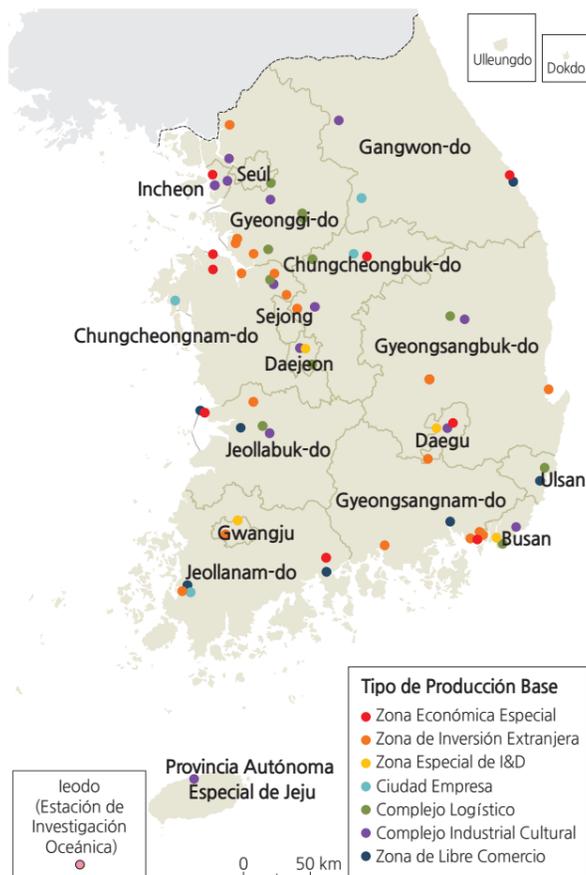
periférica que se diseñó habilidosamente y se muestra en el mapa. La leyenda es especialmente importante para la conversión de la información cartografiada en una imagen mental. Entonces, el grado en que el lector de mapa asimila y comprende el objetivo de éste es resultado de su trabajo analítico. Distintos lectores de mapas poseen capacidades diferentes en la realización de estas tareas de lectura. Actualmente, con la naturaleza interactiva de internet, los mapas que en ésta se publican pueden proporcionar al fin un mecanismo de bloqueo para los lectores de mapas, con el cual pueden cuestionar al editor de mapas y compartir sus observaciones con el cartógrafo. Para aprender más sobre la selección, clasificación, generalización y simbolización de los datos de mapa, léase el capítulo 10 de *Map Use: Reading, Analysis, Interpretation* octava edición (Kimerling 2016).

Guiar al lector de mapas para comprender la intención de un mapa es la meta final del cartógrafo. Sin embargo, hay un proceso adicional de grado superior que el lector debe realizar: elaboración de inducciones e inferencias a partir de los elementos presentados en el mapa. Elaborar una inducción o inferencia es relacionar mentalmente una cosa con otra, una entidad espacial con otra o una entidad espacial con la misma entidad espacial en un mapa diferente (en el caso de un atlas) o para diferentes marcos temporales. Éstos se pueden realizar mediante técnicas como el pensamiento espacial, elaboración de asociaciones espaciales, visualización del área cartografiada u obteniendo nuevo conocimiento espacial a partir del mapa. Dos mapas aparentemente no relacionados del *The National Atlas of Korea I* (p. 82 y p. 93) ilustran la idea de la asociación espacial.

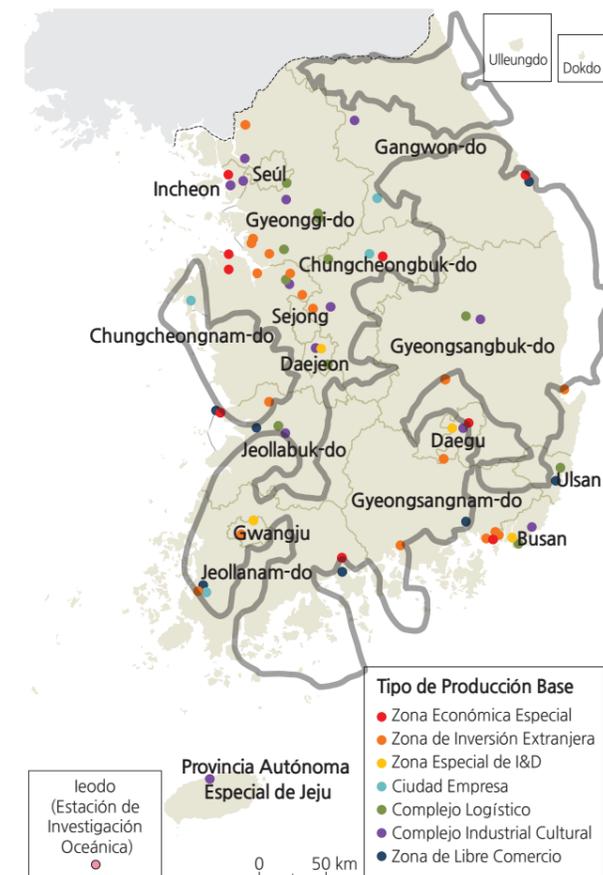
### Cambio poblacional promedio anual y regiones atrasadas



### Nuevas bases de producción industrial



### Nuevas bases de producción industrial con el límite de las regiones atrasadas sobrepuesto



El mapa de la izquierda aparece en la página 82 del *The National Atlas of Korea I* bajo el título “Cambio de la población promedio anual y regiones atrasadas”. El mapa en la parte central aparece en la página 93 del *Atlas* mencionado, como “Nuevas Bases de Producción Industrial”. Basta con leer los títulos para que parezca que están totalmente desconectados. El mapa de la derecha ilustra la técnica de asociación espacial (tomando una entidad espacial y asociándose con otro fenómeno espacial). Si tomamos el límite de la “Región atrasada” del mapa de la izquierda y lo sobreponemos en el mapa ubicado al centro, se tiene por resultado el mapa de la derecha. Así, usando la entidad espacial (Región atrasada) de un mapa y asociándola con un fenómeno espacial en otro mapa, puede identificarse rápidamente que dentro de los límites de las regiones atrasadas sólo hay cuatro puntos de ubicación, los cuales se definen como “Nuevas bases de producción industrial”. La mayoría de los puntos se ubican fuera de

la “Región atrasada”. Con esta asociación espacial, un lector de mapas puede inmediatamente plantearse algunas preguntas. ¿Por qué hay tan pocas bases industriales en las regiones atrasadas (sólo 4)? ¿Contribuyó la pérdida de población en la región atrasada a las condiciones indeseables según quienes planean en el gobierno para colocar nuevas bases industriales en esta región? ¿Qué factores geográficos contribuyen a la pérdida de población y a las precarias condiciones para desarrollar bases industriales? La lista de preguntas académicas puede ser extensa. ¿Podrían responderse estas preguntas? ¿Estas respuestas podrían guiarnos hacia una mejor comprensión de las condiciones en la región? Se necesita investigar más, pero al menos la curiosidad se ha despertado, lo cual constituye en toda lectura de mapas el mayor elemento.

El planteamiento de estas preguntas tipifica el proceso del pensamiento espacial. Además del planteamiento de estas preguntas, el siguiente paso en una investigación científica

consiste en plantear una hipótesis. Las hipótesis que pueden plantearse y probarse se añadirán inherentemente a la base del conocimiento. El aumento del número de actividades de pensamiento espacial realizadas ampliará las oportunidades de descubrimiento de posibles hipótesis.

#### La naturaleza de los datos de los mapas

Como puede imaginarse, no todos los datos de los mapas se establecen del mismo modo. Para evaluar la precisión de un mapa, es útil tener una mejor comprensión de la naturaleza de los datos de los mapas. Estos se pueden clasificar según varias categorías diferentes, que tienen caracteres reales y visuales muy distintos, de la siguiente manera:

- Por dimensiones: los datos de puntos no tienen dimensión, pero cada punto ocupa una ubicación; los datos de línea se consideran unidimensionales; los datos de área son bidimensionales; los datos volumétricos

son tridimensionales; los datos volumétricos se pueden considerar con el tiempo tetradimensionales.

- Por marco de tiempo (o temporalidad): los datos temporales se consideran históricos o algo que sucedió en el pasado y pueden estar actualizados o desactualizados; los datos en tiempo real (como continuos escaneos de satélite de la Tierra) son tan actuales como lo pueden ser. Cuando se elabora un mapa, es importante que el cartógrafo proporcione una pista sobre cuándo se capturaron, primero, y cuándo se mapearon, después, los datos (ya en el título, ya en la leyenda del mapa).

- Por aspectos espaciales: los datos espaciales o geográficos definen específicamente la ubicación de los puntos de datos (v.g., ubicaciones de GPS, descripciones de latitud y longitud); los datos no espaciales incluyen datos de atributos o temáticos sobre una característica geográfica (v.g., todos los pozos del condado de La Crosse, Wisconsin, pueden ubicarse como datos espaciales, mientras que el grado de contaminación del agua tomada de cada pozo es un conjunto de datos temáticos). Al ubicar lugares con datos de contaminación del agua, se puede hacer un mapa del patrón espacial general del agua contaminada para todo el condado.

- Por continuidad: los datos pueden ser discretos (contables en números enteros), como una casa, dos casas. Los datos también pueden ser continuos, como el tiempo o la densidad de población. Por ejemplo, el número de personas dividido por el área de una entidad geográfica podría ser de 356.23451083 personas por kilómetro cuadrado. Nótese que este número particular está a 8 dígitos más allá del decimal. Hay probabilidades de que tenga más de 8 dígitos; sin embargo, en la leyenda del mapa, normalmente se redondea como 356 o se coloca en una categoría de 300-400 personas por kilómetro cuadrado. Aun así, ese número sigue siendo de datos continuos.

- Por aspectos numéricos: los datos cuantitativos se refieren a números reales en un conjunto de datos (por ejemplo, un mapa de densidad de población es un mapa cuantitativo que muestra densidades más altas y más bajas). Los datos cualitativos se refieren a cosas que no se describen numéricamente (por ejemplo, un mapa geológico se considera un mapa cualitativo, porque muestra todos los tipos diferentes de geología sin usar números). Otros ejemplos de mapas cualitativos son los mapas de planificación (dónde ubicar presas, rutas de transporte, plantas generadoras de electricidad, etcétera; un ejemplo es el Mapa de Plan Integral del Territorio Nacional en la página 77 del *The National Atlas of Korea I*).

- Por apariencia: los datos concretos se refieren a cosas que se pueden ver y enumerar directamente, como un entorno de uso del suelo urbano que delinea qué partes de la ciudad están dedicadas a vías verdes o comercio o uso de suelo residencial o industrial, todos objetos fácilmente observables. Los datos abstractos son cosas que generalmente no se pueden ver, como la densidad de población o los patrones de presión barométrica. Estas cosas tendrían que calcularse o medirse con instrumentos.

- Por origen: los datos observados se refieren a datos que son enumerados o recopilados mediante métodos de campo o con el uso de instrumentos. Los datos derivados son aquellos que se calculan o computan, por ejemplo, tomando la población de la Gran Ciudad de Nueva York (disponible de la Oficina del Censo) y dividiéndola por el área de la ciudad (basado en estudios sobre uso del suelo) se obtiene por resultado datos derivados en la forma de densidad de población.

- Por mediciones: se refieren a datos nominales, datos ordinales, datos de intervalo y datos de *ratio*. Los datos nominales se refieren a información con nombre, como una casa, un faro o una presa y así sucesivamente. Estos datos son cualitativos y no poseen ninguna clasificación, porque son entidades geográficas individuales. Los datos ordinales se refieren a aquellos que tienen una clasificación, pero no certezas numéricas específicas. Por ejemplo, con un mapa que muestra áreas de baja, media o alta tasa de delincuencia en una ciudad, el lector puede no saber con precisión qué se considera bajo, medio o alto, o los umbrales de estas categorías. Otros ejemplos de orden de rango son: caliente-cálido-templado-frío o denso-medio-escaso. Los datos de intervalo se refieren a los valores de datos numéricos asignados, pero no tienen una referencia para la comparación. Por ejemplo, el agua se congela a 32 °F y bulle a 212 °F, pero al mismo tiempo se puede medir en grados Celsius para la misma frialdad o calor a 0 °C para congelación o 100 °C para ebullición. No hay una línea base para comparar el grado de frialdad o calor entre grados Fahrenheit y Celsius. Los datos de *ratio* proporcionan una línea base para la comparación; el 1 en el lado izquierdo del *ratio* establece el estándar para la comparación; por tanto,

una escala de 1: 2000 es definitivamente una escala mayor que 1: 10 000, porque son fracciones para las cuales 1 se divide entre 2000 resultados en 0.0005, un número mayor que 0.0001, que es el resultado de dividir 1 entre 10 000.

- Por estructura de datos: en el mapeo digital, hay dos estructuras de datos básicos, rásteres y vectores. Los rásteres generalmente se conocen como una colección de píxeles. Cada píxel es un único punto de datos gráficos. Como ocurre en la fotografía digital, cuanto mayor sea el número de píxeles, mejor será la resolución o la representación de datos. Las fotografías aéreas, las imágenes de satélite y algunos datos de elevación se encuentran en una estructura de datos de ráster. Los vectores son datos que se definen en un sistema de coordenadas que tienen valores x- e y- en un plano bidimensional o con valores z- en una estructura tridimensional. Los valores x-, y-, z- pueden ser todos continuos y pueden representarse en números infinitamente pequeños (muchos dígitos después del decimal). Cada punto de datos tiene una ubicación específica en el sistema de coordenadas. Dos puntos de datos conforman una línea (o un arco en términos SIG) y un mínimo de tres puntos de datos conforman un área (polígono). La estructura de datos vectoriales es beneficiosa en un Sistema de Información Geográfica (SIG), porque permite que el *software* SIG genere una topología, una matemática que compute la relación espacial verdadera y definible entre las características de los datos. La topología es la parte fundamental de un motor que impulsa el análisis espacial computarizado y las rutinas de modelado en un programa de *software* SIG.

El diagrama de ráster-vector ilustra las diferencias entre las estructuras de ráster y vector. Si bien la estructura de ráster se usa principalmente para representar imágenes satelitales y fotografías aéreas y muestra alguna relación espacial entre las características, la estructura vectorial es un detector topológico más eficiente de relaciones espaciales. Imagine tomar dos puntos en un conjunto de datos vectoriales; si se puede establecer una dirección entre éstos, entonces sería posible identificar ciertas relaciones. Del diagrama de vectores, supongamos que tomamos el Punto A como origen (“desde el nodo”, según la terminología SIG) y el Punto E como destino (“hacia el nodo”); ahora podemos calcular la distancia y la dirección de viaje desde A hasta E. Además, también podemos describir el Punto K con respecto de la dirección de viaje entre A y E, reconociendo que K está en el lado derecho de la dirección de viaje. Esta sencilla rutina es exactamente cómo la Oficina del Censo de Estados Unidos puede realizar el ajuste de direcciones con su *software* TIGER (Recursos de Codificación Geográfica Integrada Topológicamente o, en inglés, Topologically Integrated Geographic Encoding Resources) mediante la identificación de números de direcciones par o impar a la derecha o a la izquierda. En la base de datos TIGER, a cada intersección de la calle se le asigna un nodo, lo que permite identificar las direcciones de las calles. Análogamente, podemos tomar cualquiera de los dos puntos y unirlos como una línea (o un arco, según la terminología SIG) o tomar cualquier número de puntos y unirlos como un área (o un polígono, según la terminología SIG). En el diagrama de ráster-vector, el área sombreada ABCDEA es un área cerrada y por usar la topología podemos concluir definitivamente que el punto K claramente está contenido en esta área y el punto J, claramente fuera. Si las funciones de puntos, líneas y áreas se pueden localizar en el espacio (según un sistema de coordenadas), también se pueden construir *buffers* para rodear cada característica. Estos *buffers* se pueden utilizar para abarcar otras características temáticas en una base de datos relacional. Por ejemplo, TIGER puede usar el *buffer* para rodear a todas las personas que viven en esa zona *buffer* especificada. Si se determina que un río tiene una inundación potencial

de 100 pies desde sus orillas, se puede especificar un *buffer* lineal en un SIG para identificar todas las casas en el *buffer* que pueden inundarse. Así, podemos ver realmente los beneficios de realizar un análisis espacial y modelados espaciales y estadísticos avanzados, utilizando conceptos topológicos. Por lo demás, también podemos agregar capas espaciales al SIG, lo que nos proporciona más flexibilidad y poder analítico para realizar análisis espaciales a través de las capas.

### Precisión y errores del mapa

El término *Precisión del mapa* debe tomarse siempre como un término relativo, porque algunos mapas son más precisos que otros; también pueden ser más precisos en ciertos aspectos y en otros no. Por lo general, se espera que los mapas a gran escala tengan una mayor precisión que los mapas a pequeña escala. Elaborar un mapa para que sea tan preciso como lo dicta su parámetro es de vital importancia. La información inexacta y/o faltante en un mapa ha llevado a fatalidades en el transporte. Los asuntos legales siempre han estado relacionados con aspectos en la precisión de los mapas. Es imposible hacer una lista general de todo lo relacionado con la precisión o la imprecisión. Aunque las imprecisiones del mapa puedan ser muy difíciles de detectar, tienen consecuencias reales.

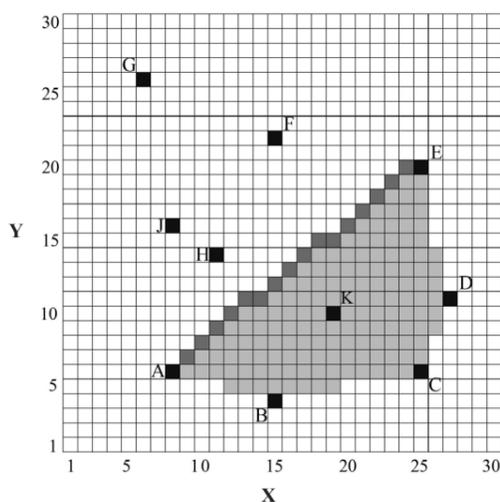
La precisión del mapa se rige por varios factores. Los mapas producidos como resultado de estudios geodésicos nacionales, como el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, según sus siglas en inglés) o el Instituto Nacional de Información Geográfica de Corea, tienden a ser muy precisos, porque utilizan instrumentos de última generación para elaborar mapas de referencia. Las bases de datos que estas agencias gubernamentales han creado se pueden usar también para otros fines. La Oficina del Censo de Estados Unidos combina sus técnicas de levantamiento de censos con las bases de datos geográficas del USGS para formar uno de los sistemas de cartografía no militares más sofisticados del mundo.

La precisión de los mapas temáticos, sin embargo, puede depender de diversos factores, como los métodos de recopilación de datos, los métodos de representación de datos y el tamaño de las unidades de mapeo. Las variaciones en estos factores pueden no contribuir a los errores, pero definitivamente afectan el grado de precisión. La sección sobre mapas temáticos que se ofrece líneas abajo incluirá discusiones más detalladas sobre los aspectos de precisión.

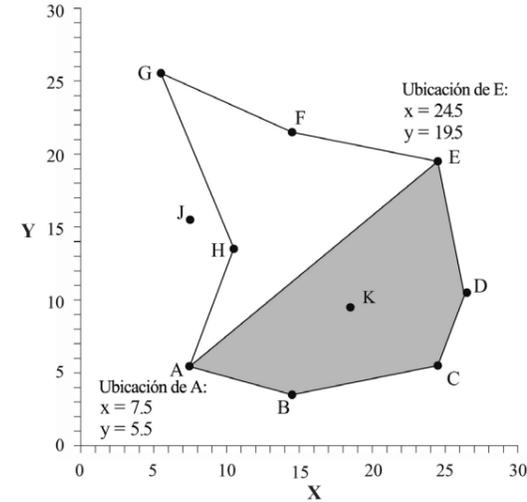
Teóricamente, siempre hay errores en los mapas. La mera transformación de la Tierra, que es tridimensional, en una hoja de papel bidimensional o en una pantalla de visualización digital conlleva inherentemente un error de mapa. El grado de error para tal transformación depende de la escala, el tamaño del área de cobertura que se transformó y muchos otros factores. Aún más: el proceso de mapeo requiere procedimientos como la selección de datos, esquemas de generalización y otras maniobras por parte del cartógrafo, los cuales también son fuentes de errores en los mapas. Depende tanto del diseñador del mapa como del lector de mapas educarse sobre dónde y cómo pueden ocurrir los errores en un mapa. Una vez más, éste es un tema sobre el cual es imposible proporcionar todos los escenarios. Esta sección está destinada a proporcionar sólo algunos de los ejemplos más comunes de errores de mapas en los procesos de elaboración de mapas/comunicación de mapas. Por ejemplo:

- Error temporal: usar o leer un mapa ya obsoleto; una gran cantidad de cambios podrían haber tenido lugar durante un período de tiempo transcurrido.
- Error de escala: usar una escala inapropiada para el propósito del mapa.
- Error de desplazamiento: usar un símbolo que es

Estructura de datos ráster



Estructura de datos de vector



demasiado grande para el área cubierta.

- Error de ubicación de símbolo: un símbolo colocado en la parte incorrecta del mapa.

- Error de desplazamiento de distancia: una distancia en un mapa topográfico es ortogonal (una superficie plana como base, también técnicamente asociada con lo planimétrico), mientras que sus contornos indican elevación. Viajar de un punto a otro a lo largo de las líneas de contorno es viajar realmente cuesta arriba o cuesta abajo, lo que tiene una distancia real mayor que la distancia ortogonal o planimétrica que la mayoría de las personas mide desde el mapa topográfico. El Teorema de Pitágoras se debe usar para calcular la distancia de la hipotenusa causada por la altura sobre la distancia planimétrica.

- Error de captura de datos: ingresar los datos o información incorrectos en un mapa.

- Error instrumental: uso de datos obtenidos con instrumentos de medición que no funcionan.

- Error de cómputo de datos: utilizar los métodos de cómputo con datos incorrectos.

- Error de simplificación de línea: una rutina de simplificación de línea computarizada (como el suavizado) puede ocasionar errores involuntarios (como cambiar la topología de las características). Hay una delgada línea entre la simplificación y la sobresimplificación de los datos.

- Error de selección de datos: seleccionar los datos incorrectos u omitir los relevantes puede afectar el resultado de los patrones del mapa.

- Error de cambio de resolución: la reducción de la resolución de una estructura de ráster puede provocar la fusión de los píxeles que pueden dar lugar a un error de representación de datos.

- Error de modelado: muchos de los mapas actuales se basan en métodos computarizados y de modelado estadístico. Al modelar una superficie estadística (la superficie terrestre o una superficie espacial llena de datos estadísticos continuos), se pueden aplicar muchos métodos de modelado como Kriging, Spline, Polinomial, Interpolación con el método del inverso de la distancia, método de Shepard, método del vecino más cercano (y más). Cada método tiene su propia fórmula matemática única para realizar el modelado de los datos; cada uno arrojará un resultado diferente, pero algunos son más

apropiados que otros. Mientras que un espectador puede ver en un canal televisivo dedicado al estado del tiempo un mapa de los patrones de viento, los meteorólogos “modelan” estos patrones usando los métodos apropiados. Casi siempre, estos mapas meteorológicos son bastante precisos, pero también se sabe que en raras ocasiones son incorrectos o quedan distorsionados.

- Error de percepción: leer incorrectamente los símbolos o los datos de las leyendas del mapa, o mal interpretar el título y el propósito del mismo. Como al leer un libro, extraer información de un mapa tiene que ser un proceso cuidadoso.

La lista hecha arriba no es exhaustiva y hay muchos más tipos de errores en mapas. El lector de mapas debe ser precavido, estar alerta al leer mapas y desarrollar al menos un sentido, cuando no una variedad de técnicas, para detectar errores en los mapas, para que se pueda realizar un significado completo y general de la función prevista del mapa.

### Mapas temáticos y su interpretación

Como otros tantos, *El Atlas Nacional de Corea Edición Abreviada* está colmado de mapas temáticos. Según se lo definió previamente, un mapa temático es uno que se concentra en un tema. Éste puede ser un mapa de población, un mapa de uso de suelo, un mapa de recursos naturales o cualquier otro mapa que proporcione información geográfica. Los mapas temáticos se elaboran, porque pueden decir mucho sobre la distribución espacial de importantes características sociales, económicas, demográficas, ambientales y políticas, de una área o nación. Por ejemplo, la visualización de la concentración o escasez de puntos de conflicto de un patrón temático ayudará a quien establece las políticas a tomar mejores decisiones sobre estos lugares. Los mapas temáticos pueden ser herramientas muy útiles, al momento de tener que decidir.

El número de temas que puede cartografiarse es ilimitado, ya que los datos están disponibles. Es por esto que son tan populares. Con los programas de software de hoy, es fácil hacer mapas temáticos, con frecuencia mediante la presión de unos cuantos botones o dar un clic al ratón. Sin embargo, elaborar un mapa temático de calidad y relevante es también un proceso complicado. Esta sección es una introducción a los diferentes tipos de mapas temáticos, así como también

un intento para demostrar los métodos extensivos y las complejidades de crear mapas temáticos y las igualmente complejas circunstancias en su interpretación. Los dos tipos principales de mapas temáticos pueden categorizarse como *cualitativos* y *cuantitativos*.

Con la preminencia actual de la tecnología y saber cómo usar SIG para elaborar mapas temáticos en la educación geográfica en el grado medio superior de las escuelas, hay varias preguntas que con frecuencia se niegan u olvidan, no obstante su simplicidad, que necesitan formularse para promover la comprensión del espacio.

- ¿Por qué razón o para qué propósito hacemos un mapa en particular?

- ¿Qué tan bien un mapa expresa su significado geográfico?

- ¿Qué tan bien un estudiante comprende el mensaje intencionado del mapa?

- ¿Cuál es la suficiencia o capacidad de un estudiante para la interpretación de un mapa, puesto que hay demasiados tipos de mapas y demasiadas formas en las que un cartógrafo puede elaborarlo?

- ¿Cuán grande es el esfuerzo del profesor, cuando enseña a leer, analizar e interpretar un mapa?

Obviamente, no hay una respuesta sencilla para ninguna de estas preguntas u otras que no se hayan formulado específicamente aquí. Pero estas preguntas se relacionan con el pensamiento y la comprensión espaciales. La interpretación del mapa es incuestionablemente un asunto clave para mejorar la educación geográfica.

Dado que cada mapa es único, lo es también su interpretación. Algunas de las reglas comunes no escritas se vinculan con el análisis de la lógica entre título, leyenda, escala, datos, método cartográfico y presentación visual. Los cartógrafos experimentados y los diseñadores de mapas dirigen una sinfonía con todos estos componentes, al elaborar un mapa. Como lector de mapas, la adición de algo de sentido común es casi un requisito, pero el capital más grande que un lector puede tener es un conocimiento general, o incluso específico, de la geografía del lugar que se cartografía. La aplicación del elemento del conocimiento geográfico como una ayuda para la interpretación del mapa puede ser muy útil. Más de un ejemplo se ofrece a continuación para ilustrar esta conexión.

**Reconocimiento de atributos y patrones espaciales:** Los patrones geográficos o espaciales nos proporcionan pistas para la interpretación de los mapas. Muchos fenómenos del mundo real muestran patrones específicos que pueden identificarse fácilmente en los mapas. Pocos rasgos en la

naturaleza tienen líneas rectas o esquinas agudas; tales ocurrencias son pistas de que estos rasgos son artificiales. Los ferrocarriles están siempre en líneas rectas o en suaves curvas uniformes más que en curvas agudas o en giros angulares porque los trenes no se desplazan en curvas

pronunciadas. Con base en nuestro conocimiento de cómo ciertas cosas se distribuyen, podemos resumir algunos de los trabajos de muchos patrones espaciales. Los siguientes son ejemplos típicos.



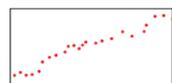
Una distribución agrupada - Típica de una comunidad rural rodeada de tierras de cultivo, como un arreglo espacial europeo tradicional.



Una distribución aislada - Fuera del grupo central, hay cinco entidades aisladas. El aislamiento espacial conlleva una mayor distancia para viajar por necesidad, comunicación menos eficiente, asuntos de participación comunitaria menos activa y mayores costos operativos.



Un patrón disperso o distribuido aleatoriamente - Típico de un área con práctica agrícola extensiva, donde los propietarios de granjas individuales están distantes, como en el caso de las grandes llanuras de Estados Unidos.



Un patrón lineal - Normalmente significa actividades humanas a lo largo de un camino o un río. El área de tierra que está alejada de la banda estrecha del patrón lineal indica ambientes hostiles, poco atractivos, o que necesitan desarrollarse.



Exclaves - El de color amarillo es Azerbaiyán con un gran exclave en Armenia (verde), mientras que Armenia también tiene exclaves en Azerbaiyán. Otros exclaves de ambos países son demasiado pequeños para mostrarlos en un mapa a esta escala.



Enclaves - Dos países, Swazilandia y Lesoto, son enclaves incrustados en Sudáfrica. Tal patrón espacial sugiere confinamiento, logística agregada para cruzar fronteras y estimación de aranceles. También pueden ocurrir tensiones políticas o problemas de accesibilidad.



La compacidad - Se refiere a la forma de un área sin ramificaciones, de modo que las distancias desde el centro hasta su perímetro o borde sean más o menos iguales. La forma compacta perfecta es obviamente el círculo, pero en el mundo real no hay un país perfectamente circular. Etiopía se considera muy compacta con una sola protuberancia al este. Otros ejemplos de países compactos son Polonia, Rumania y Uruguay.



La contigüidad - Es otro atributo espacial que se refiere a un área o país que toca o comparte una frontera común con otras áreas o países. En el caso de Etiopía, puede decirse que es contiguo a Eritrea, Djibouti, Somalia, Kenia, Sudán del Sur y Sudán. La contigüidad puede sugerir un comercio fácil con países vecinos o conflictos entre ellos. Las fronteras contiguas cortas sugieren un control fácil, como las que hay entre Gibraltar británico y España o China y Macao. Las fronteras también pueden ser impenetrables por la topografía rugosa.



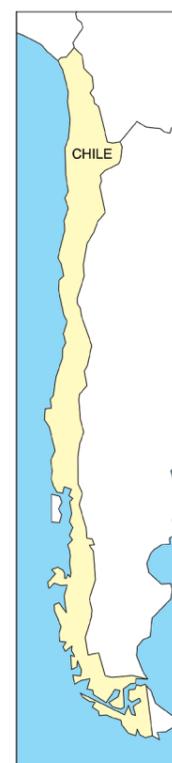
País sin litoral - Se dice que un país no tiene salida al mar, si no tiene acceso al mar. Etiopía de nuevo es un ejemplo. Hay muchos otros casos, como Afganistán, Chad, Bolivia, Hungría y Mongolia, por mencionar algunos. Estos países están en desventaja comercial, porque no tienen acceso a las instalaciones marítimas que ayuden a sus economías. Otros países pequeños sin litoral, como Liechtenstein y Luxemburgo, recurren a los servicios de finanzas, alta tecnología, y otros que requieren comunicaciones digitales en lugar del acceso al mar para negocios relacionados con el transporte marítimo.



Ampliamente dispersos - En Indonesia hay 17 mil islas dispersas alrededor del estrecho de la Sonda y otros mares. Un patrón tan disperso sugiere que gobernar y acceder a todas las islas es logísticamente muy caro.



Separación - Dos partes principales de masas de tierra separadas conforman Malasia. La separación puede dar lugar a diferencias en los desarrollos, recursos o entornos y preocupaciones ambientales del país.



Alargado - Chile tiene una forma muy larga y prolongada, que se debe a la orientación de las montañas de los Andes de América del Sur. Hay una estrecha llanura costera, pero luego la topografía se eleva hacia la cresta andina. Una forma alargada normalmente sugiere grandes distancias de viaje entre un extremo del país y el otro.

Obviamente, no todos los patrones espaciales posibles se pueden presentar aquí; el autoentrenamiento para observar cuidadosamente qué implica cada patrón, sin duda, ayudará en el razonamiento espacial. Además de los patrones espaciales, el tema de la temporalidad debe ser considerado. La comprensión del efecto de un marco temporal sobre el arreglo espacial también puede ser crítico en la lectura de un mapa. Por ejemplo, un camino zigzagueante con giros sinuosos normalmente conlleva pendientes pronunciadas que van cuesta arriba a la montaña; si bien pareciera ser un buen acceso a la cima, la época del año también puede desempeñar un factor, ya que la nieve puede hacerlo intransitable. Lo mismo puede suceder con las corrientes intermitentes durante las temporadas alternantes seca y lluviosa. Por tanto, el uso del sentido común además de las habilidades de pensamiento espacial, ampliará el éxito de la lectura e interpretación de mapas.

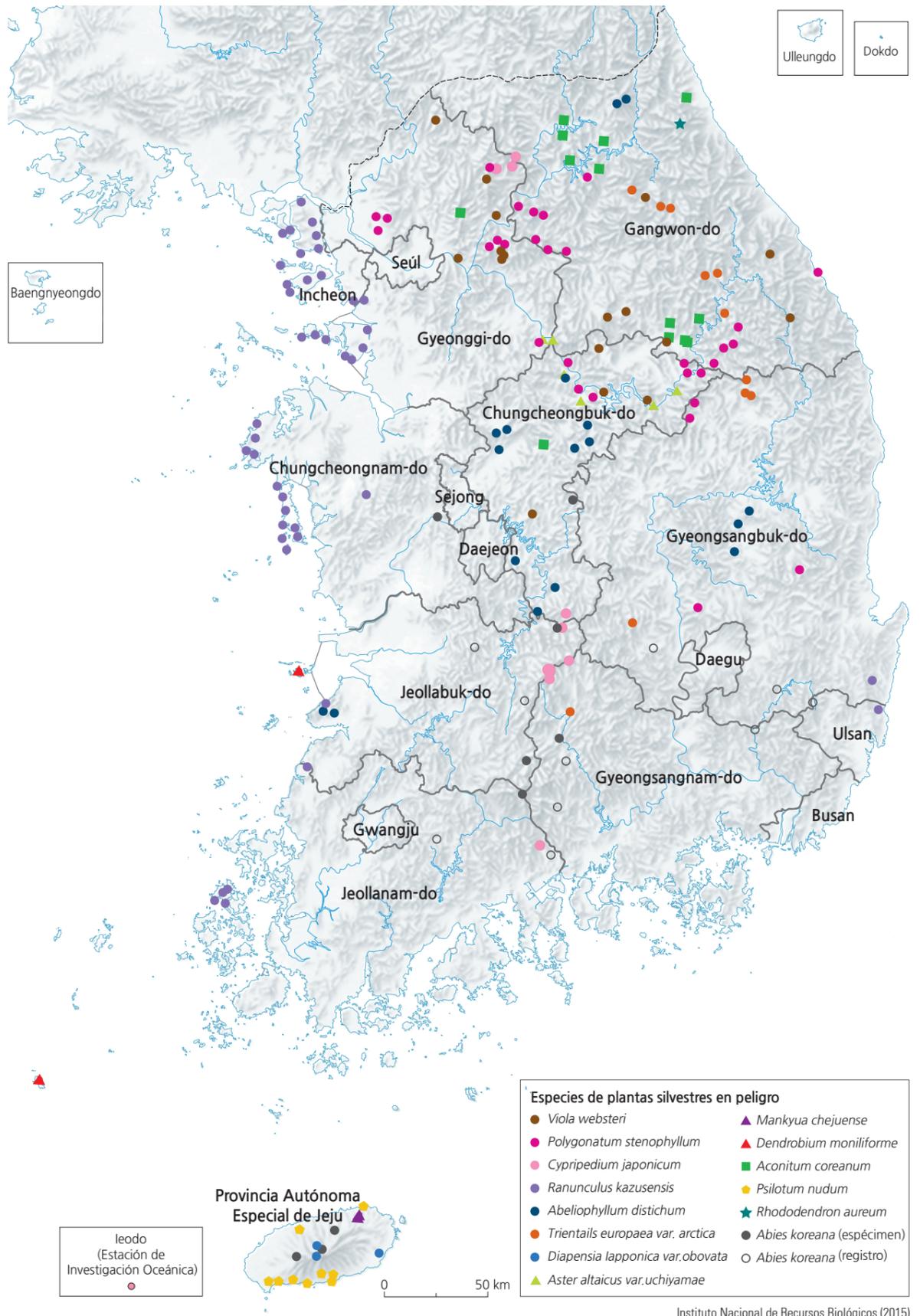
**Mapas temáticos cualitativos:** Estos mapas muestran ubicaciones y distribuciones espaciales de rasgos geográficos específicos. Los ejemplos son mapas de planeación, mapas geológicos, mapas de suelo, mapas de redes de transporte, mapas de distribución de especies de flora y fauna, entre otros. Estos mapas pueden ser muy efectivos para mostrar concentraciones o dispersiones de un rasgo particular.

La interpretación de los mapas cualitativos parece ser un proceso simple y directo, puesto que no están involucrados datos numéricos. Para cada mapa cualitativo, la leyenda del mapa y su definición de símbolos desempeñan el papel más importante. La concordancia de cualquier símbolo del mapa con la leyenda deberá revelar siempre lo que el símbolo representa. Sin embargo, el proceso de interpretación va más allá de la habilidad para identificar cuál símbolo representa qué cosa. El lector de mapas deberá visualizar todos los tipos del mismo símbolo que aparecen en el mapa. El Mapa de la distribución de plantas en peligro de extinción es un buen ejemplo de un mapa cualitativo. En él, varios símbolos representan diferentes especies en peligro; el símbolo del cuadrado verde representa el *Aconitum coreanum*, conocido comúnmente como “Capucha de monje de Corea”. Algunas preguntas espaciales pueden plantearse fácilmente sobre la ubicación de la especie Capucha de monje de Corea. Lo que lleva a la investigación subsecuentemente también ofrecerá las respuestas posibles. ¿La distribución de la Capucha de monje de Corea muestra algún patrón distintivo ya sea lineal, disperso o concentrado? Un lector de mapas puede identificarlos fácilmente en este mapa y llegar a la conclusión de que están concentrados en lugares remotos de las montañas altas. El poder del razonamiento espacial es lo que nos lleva a una mejor comprensión de la geografía de la Tierra.

**Mapas temáticos cuantitativos:** Los mapas temáticos cuantitativos se basan en el concepto de tratamiento de la superficie de la Tierra como si tuviera puntos de datos estadísticos o una superficie estadística. Todas las ubicaciones de puntos en la superficie de la Tierra se pueden describir (o ubicarse) en forma de latitud y longitud (valores X e Y en un sistema bidimensional de coordenadas). También es verdad que cualquier punto de ubicación sobre la Tierra que esté sobre el nivel del mar tiene una elevación; la elevación de un punto se considera como la tercera dimensión o se designa como un valor Z. Junto con las elevaciones, hay muchos otros datos que pueden cartografiarse con valores Z, tales como la cantidad de precipitación medida mediante las ubicaciones de pluviómetros. Si hay instrumentos para medir las concentraciones de dióxido de carbono, uno puede recolectar, tal cual, puntos de datos de la concentración de dióxido de carbono en cada intersección de calles en la ciudad y crear una superficie estadística del dióxido de carbono para esa ciudad. Entonces, podemos proceder a mapear un patrón de las concentraciones del dióxido de carbono para esa ciudad, usando métodos de modelado. Las superficies estadísticas son tan amplias como lo son todos los instrumentos que toman mediciones de cualquier atributo o censos y estudios realizados sobre el área. Así, los mapas temáticos cuantitativos son tan amplios como nuestras técnicas de recolección de datos permitan la recopilación de información espacial.

Las discusiones de los mapas temáticos cuantitativos comienzan con el método cartográfico menos común y el menos usado, llamado mapas dasimétricos, seguido de un método común llamado mapas isarrítmicos, y un método ampliamente usado de mapas de punto y mapas de símbolos graduados. Ahora bien, el método cartográfico temático más popular es el llamado mapas de coropletas porque garantiza una extensa y profunda explicación.

## Distribución de plantas en peligro de extinción: un buen ejemplo de mapa cualitativo



• **Mapas dasimétricos:** El método de mapeo dasimétrico es un método cartográfico raramente usado, porque no es convencional y requiere información espacial complementaria como otros mapas de apoyo, para que ayuden a determinar si el uso de este método es válido. El ejemplo clásico es el *Cape Cod: Population Maps* de John K. Wright. Primero, él mapeó la densidad de población por pueblos (mapa número 1 del conjunto de mapas Densidades, 1930); después, mapeó las áreas deshabitadas de Cabo Cod (mapa número 2) por su falta de habitantes. Luego, combinó estos dos conjuntos de datos y recalculó la densidad de la población con base en las subdivisiones de los pueblos, una unidad de área de mapeo más refinada. Esto resultó en un mapa dasimétrico (mapa número 3), el cual es una representación más precisa de la verdadera geografía de la densidad de población de Cabo Cod, la cual se correlaciona también con la densidad de los hogares a lo largo de las líneas costeras y los negocios comerciales en la Autopista 6, que se extiende en el medio de la península curvada.

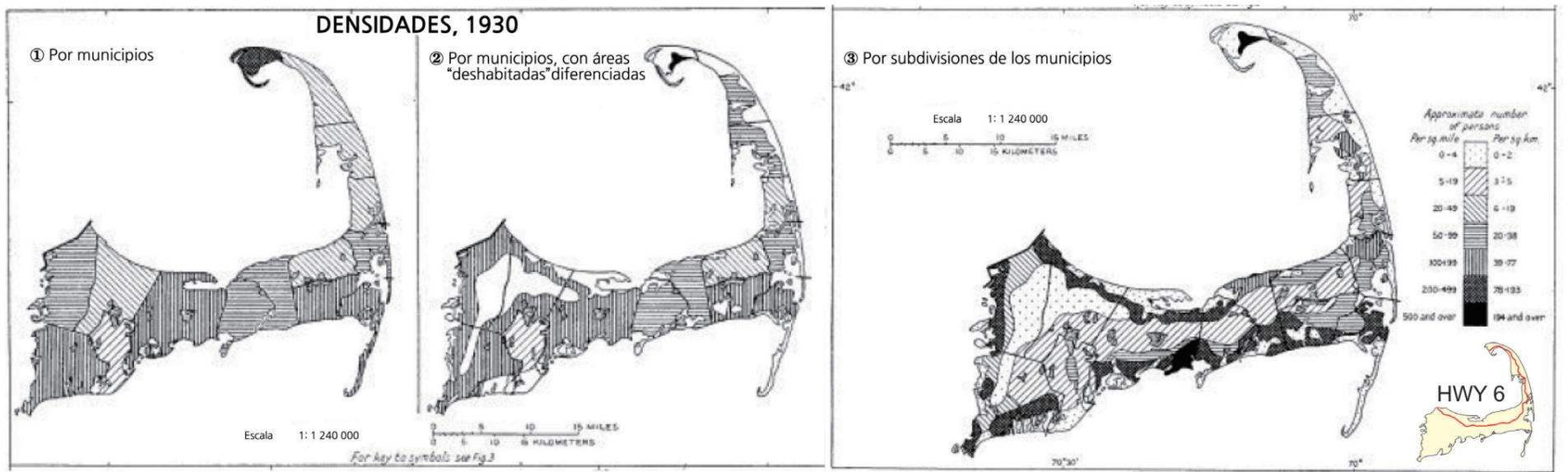
Programas recientes de computación se han desarrollado para facilitar que algunos cálculos se combinen en más de un mapa, para la elaboración de mapas dasimétricos; la USGS ha elaborado algunos de éstos, pero más precisos, sobre la densidad de la población en el área de la Bahía de San Francisco, basados en este método (USGS, 2017).

• **Mapas Isarrítmicos:** El término isarrítmico se refiere a una línea que conecta todos los puntos de datos del mismo valor. Por ejemplo, una línea de contorno une todos los

puntos de la misma elevación; una isoyeta une todos los puntos de la misma cantidad de precipitación; una isobara une todos los puntos de igual presión del aire. Hay dos tipos de mapas isarrítmicos: el mapa de isolíneas y el mapa de isopletas (o isoplético). Los contornos, isoyetas e isobaras, son mapas de isolíneas típicos, ya que representan superficies de datos físicos reales, pero hay muchos otros, cualquier conjunto de puntos de datos relacionados con los mismos atributos (pongamos por caso, los valores de vivienda) pueden mapearse con isolíneas. Las isolíneas se generan con el proceso de interpolación.

### El proceso de interpolación

La interpolación comienza con un conjunto de puntos de datos existentes en el espacio bidimensional. Cada punto de datos tiene una relación espacial con cada uno de los otros, por muchos que puedan haber. Las líneas rojas en el mapa A del proceso de interpolación muestran estas relaciones espaciales. Entre los puntos con valores de 234 y 449 hay una línea con una escala proporcionalmente graduada de partes iguales; los valores 300 y 400 caen en esta línea y las marcas para 300 y 400 indican dónde pasará la isolínea con esos valores. En esto consiste el proceso de interpolación. El mapa B muestra todos los puntos de datos que están vinculados con uno o ambos valores de 300 o 400. El mapa C sigue con el modelo real con el que se generan las isolíneas azules con estas marcas.



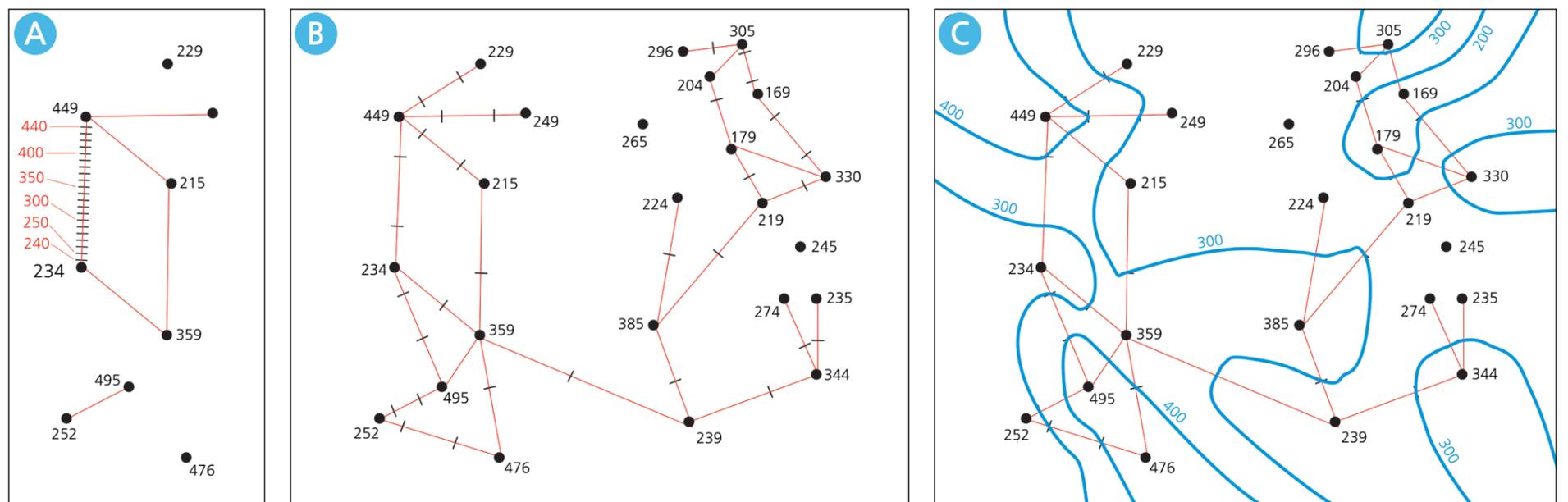
Fuente: Wright, John K. 1936. "A Method of Mapping Densities of Population with Cape Cod as an Example." *Geographical Review*. 26: 103-110 (publicado con permiso de la Sociedad Geográfica Americana)

Una característica principal del mapa de isocostas consiste en representar una superficie continua donde cualquier punto de datos entre dos isocostas se puede interpolar

relativamente con un alto grado de precisión. A diferencia de la representación del contorno de la elevación de la Tierra, los mapas isopléticos emplean la misma técnica

de generación de isocostas; sin embargo, el valor entre isocostas no puede determinarse con exactitud. En tal caso, se puede aplicar un valor promedio o de intervalo.

### El proceso de interpolación

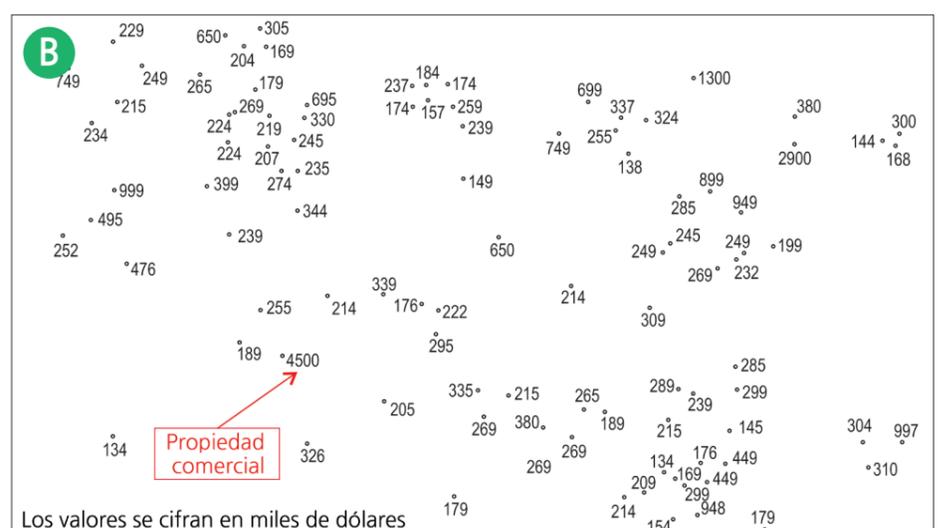
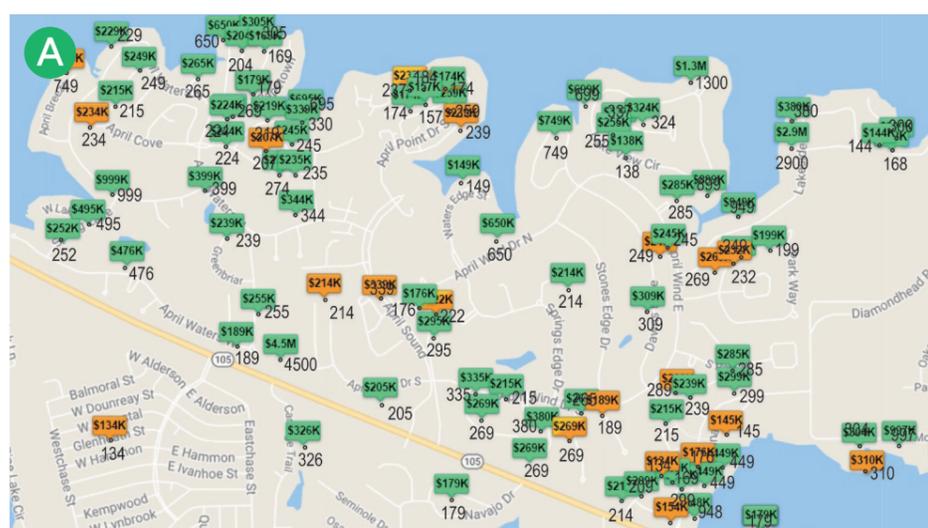


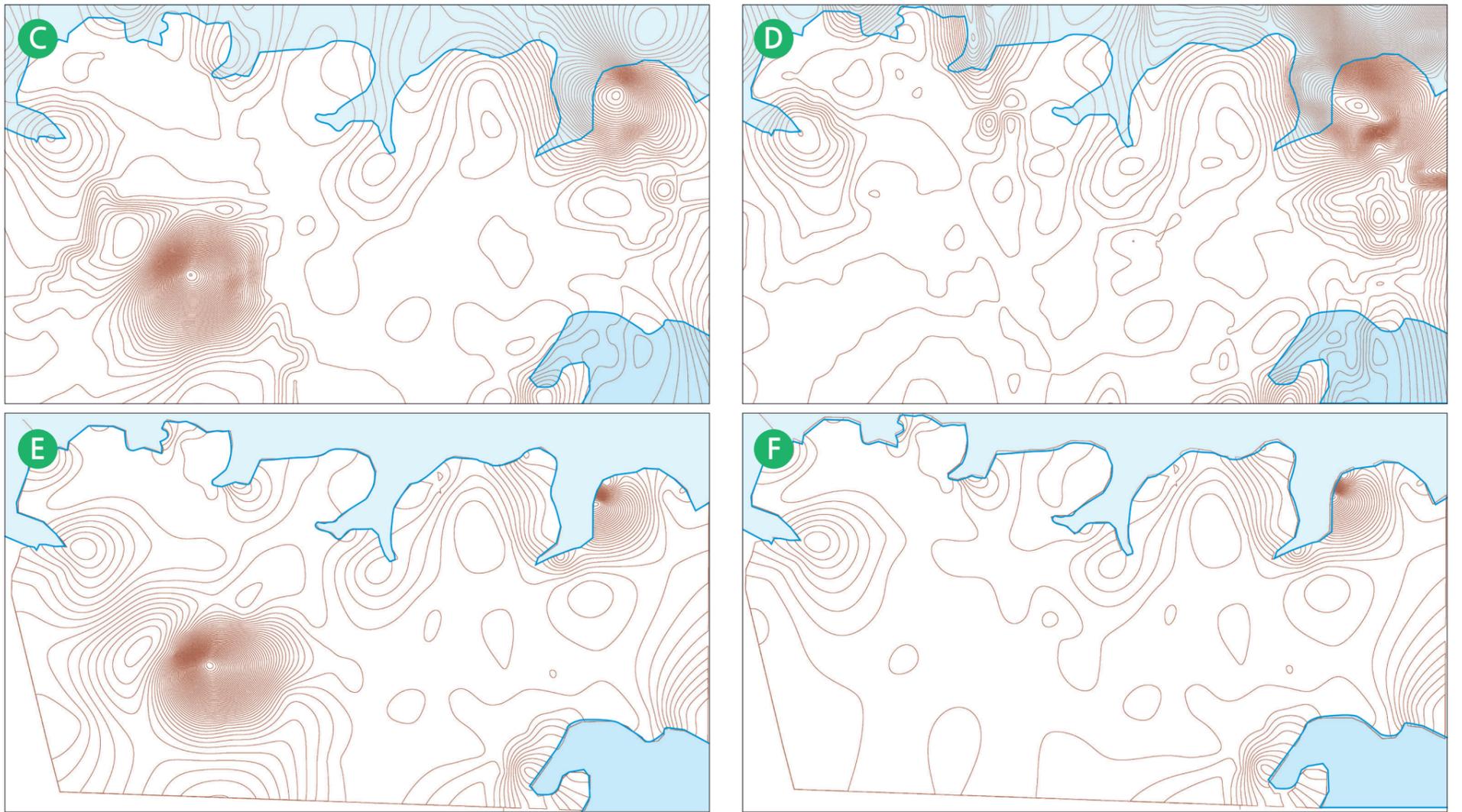
El mapa A, que se muestra a continuación, es un mapa real de un sitio web de bienes raíces que representa las propiedades que estaban en la lista de venta en la ciudad de Montgomery, Texas, a orillas del lago Conroe. Cada casa enumera un precio de venta específico en miles de dólares. Los puntos de datos individuales se redibujan en el mapa B, mostrando así una superficie estadística, pero con un punto de datos para un listado de propiedades comerciales en 4.5 millones de dólares estadounidenses. Cuatro mapas de isocostas que representan precios de viviendas se generan, utilizando el método de interpolación de líneas, cada uno

con un parámetro diferente. Es evidente que los cuatro tienen distintos patrones.

Las isocostas para los mapas C y D se generaron con una rutina de computadora predeterminada sin tener en cuenta la realidad geográfica de la línea costera. La rutina [de computadora] supone las extensiones de las isocostas sobre el lago. El mapa C también incluyó la presencia de la propiedad comercial, que definitivamente sesga el patrón de precios de venta de bienes raíces. Los datos para esta característica se eliminaron para generar sólo las propiedades residenciales del mapa D.

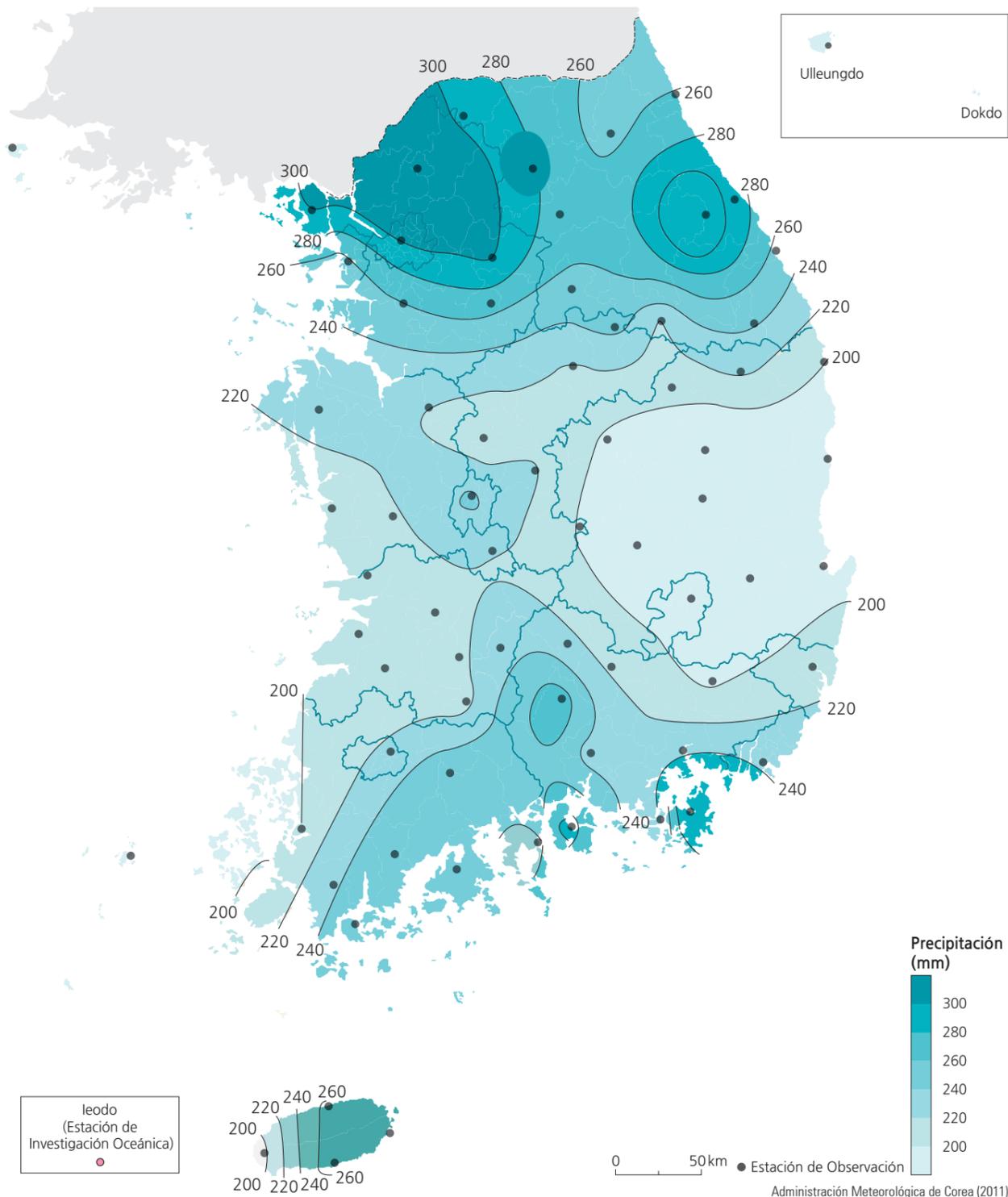
Los mapas de isocostas E y F se generaron al usar la línea de costa como barrera, de manera que ninguna isocosta cruzara la línea de la costa hacia el área del lago donde en realidad no hay ningún punto de datos. Los mapas resultantes son más realistas. El punto de datos para la propiedad comercial en el mapa se dejó a propósito para mostrar cómo un punto de datos puede sesgar todo el patrón de isocostas. El mapa E es el ideal para este conjunto de datos, ya que se aplica tanto la barrera de la línea de costa como la propiedad comercial eliminada.





Cuatro métodos diferentes de generación de isólinas que, a partir del mismo conjunto de datos, crea cuatro patrones geográficos distintos. Los lectores de mapas deben ser cuidadosos para comprender cuál es realista (cortesía de J.C. Nelson, Centro de Ciencias Ambientales, Región norte del Medio Oeste, USGS)

### Precipitación anual máxima en 5 días consecutivos (1981-2010)



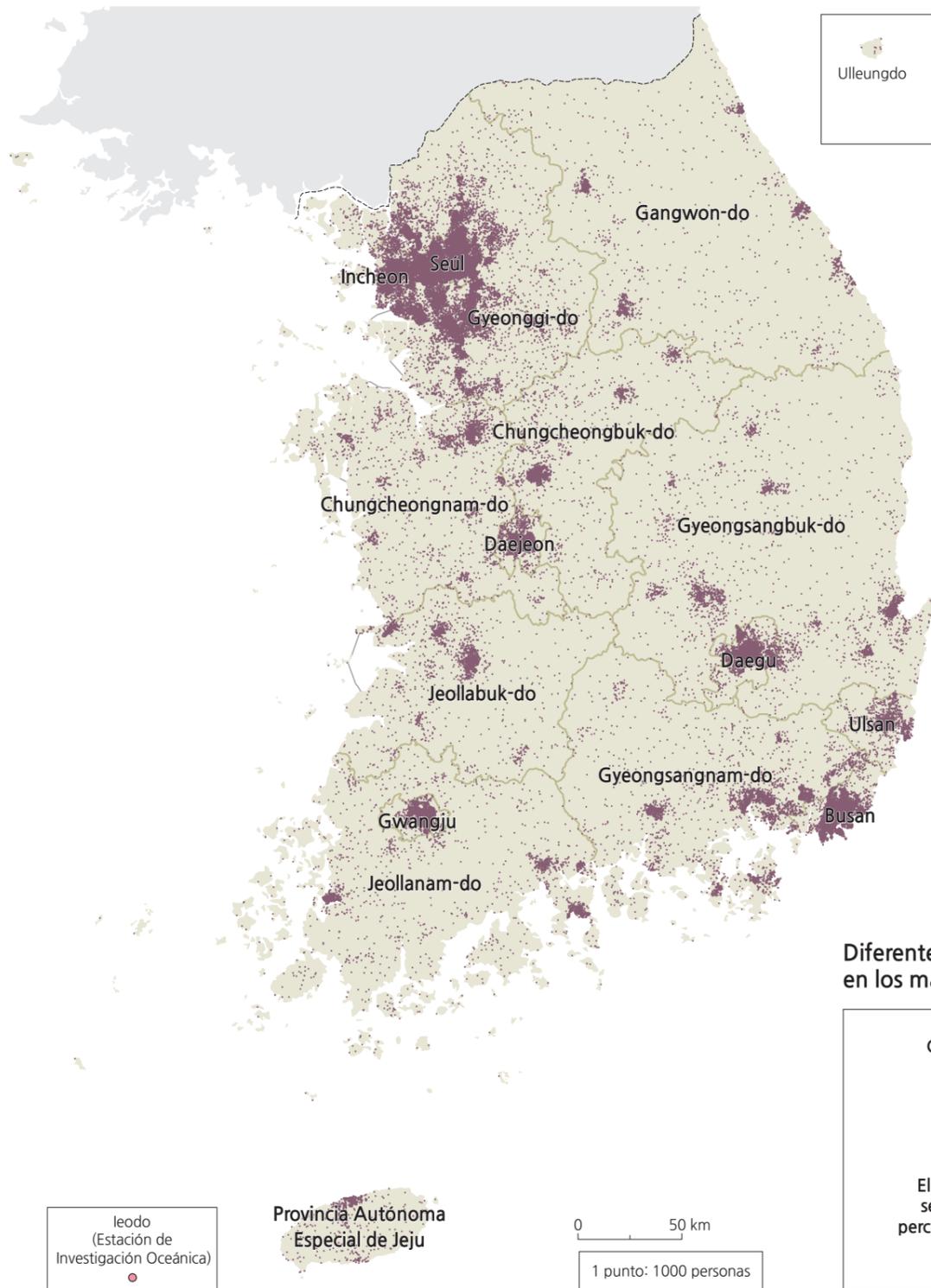
A diferencia del mapa de isólinas, un mapa de isopletas se usa para mostrar un conjunto de datos que no se puede suponer como continuo. El Mapa de precipitación anual máxima en 5 días consecutivos (1981–2010), dispuesto en la pág. 138 de *The National Atlas of Korea II*, es un ejemplo de un mapa de isopletas (izquierda). A la inversa del mapa de isólinas, los valores de precipitación no pueden considerarse continuos. En otras palabras, un lector de este mapa no puede realizar procedimientos de interpolación entre las isólinas y esperar que los puntos intermedios sean proporcionales a la distancia entre dos isólinas. Por ejemplo, un punto situado exactamente a la mitad en una distancia perpendicular entre las isoyetas 220 mm y 240 mm no representa necesariamente 230 mm. Los colores sombreados se utilizan en un mapa de isopletas para transmitir el hecho de que un lector de mapas sólo puede suponer que los valores intermedios están en el rango de 220 a 240 mm, no un valor de precipitación preciso.

• **Mapas de puntos y mapas de símbolos graduados:** Un mapa de puntos es un mapa estadístico simple y fácilmente comprensible, que representa la distribución de una determinada población. Un mapa de símbolos graduados es también fácil de entender, que utiliza la escala adecuada del tamaño de un símbolo estadístico para representar los datos.

En un mapa de puntos, el cartógrafo selecciona lo que se considera un valor *apropiado* de los datos de población (v.g., cada punto representa 200 personas). Entonces, para un lugar que tiene una población de un millón de personas, el mapa mostrará cinco mil puntos. Pero si el cartógrafo selecciona 250 como el valor apropiado que representa cada punto, entonces habrá cuatro mil puntos. No hay una manera correcta o incorrecta de seleccionar cualquiera de estos valores: 100, 200, 250 y 1000. Sin embargo, lo que hace que el mapa de puntos sea fácilmente comprensible son otros factores que el cartógrafo debe tener en cuenta. La dimensión física del mapa en sí, el tamaño del símbolo del punto y el patrón de concentración de los datos contribuirán al aspecto del mapa de puntos o a la facilidad con que se pueda interpretar. Un tamaño de página o dimensión de mapa más pequeño obligará al cartógrafo a elegir un valor más alto para cada punto, de modo que el número total de puntos sea mil, pero el mapa tendrá una dificultad de ubicar con precisión cada punto. Una dimensión más grande puede permitir más espacio en el mapa para acomodar más puntos, de modo que el cartógrafo puede seleccionar 200 como el valor de los puntos, lo que produciría cinco mil puntos, aumentando así la precisión de la colocación de puntos y contribuyendo a un patrón de población más preciso.

Si bien el lector de mapas promedio puede no darse

## Distribución de la población de Corea del Sur (2010)

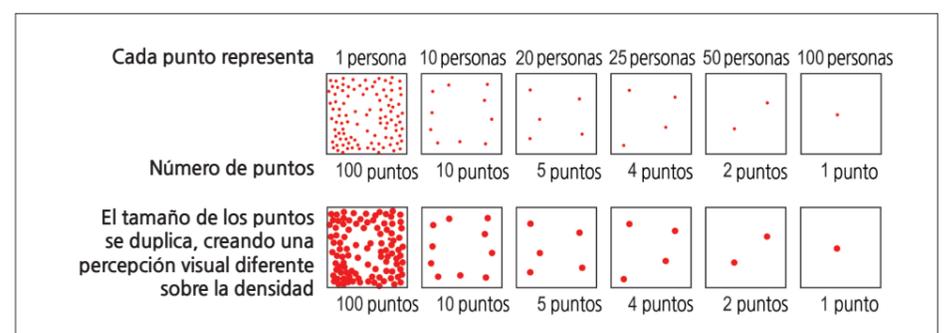


cuenta de cómo se creó el mapa de puntos, el cartógrafo ciertamente tiene una gran responsabilidad, al decidir las mejores opciones. Las decisiones acertadas presentan al mapa de puntos con la mejor oportunidad de comunicar un patrón geográfico de población preciso al lector de mapas. Hay otro nivel de dificultad para hacer un mapa de puntos, que se relaciona con la colocación de los mismos. Supongamos que el valor del punto en un mapa de puntos es de 1000 personas. Por pequeño que sea el tamaño de un símbolo de punto, es muy poco probable que las 1000 personas vivan en un espacio en la ubicación de un punto. Además, el cartógrafo debe tener un conocimiento detallado del área que se está mapeando y debe hacer un buen juicio para colocar el punto en el centroide (centro de gravedad) de la ubicación concentrada de esas 1000 personas que representa el punto. Los lectores de mapas necesitan entender esto. Si bien la producción del mapa de puntos es sencilla, la cantidad de investigación requerida para colocar con precisión los puntos en sus ubicaciones adecuadas puede ser enorme y requerir de mucho tiempo. Ésta es una de las razones por las que hay muchos menos mapas temáticos representados como mapas de puntos que otros tipos de métodos de mapeo.

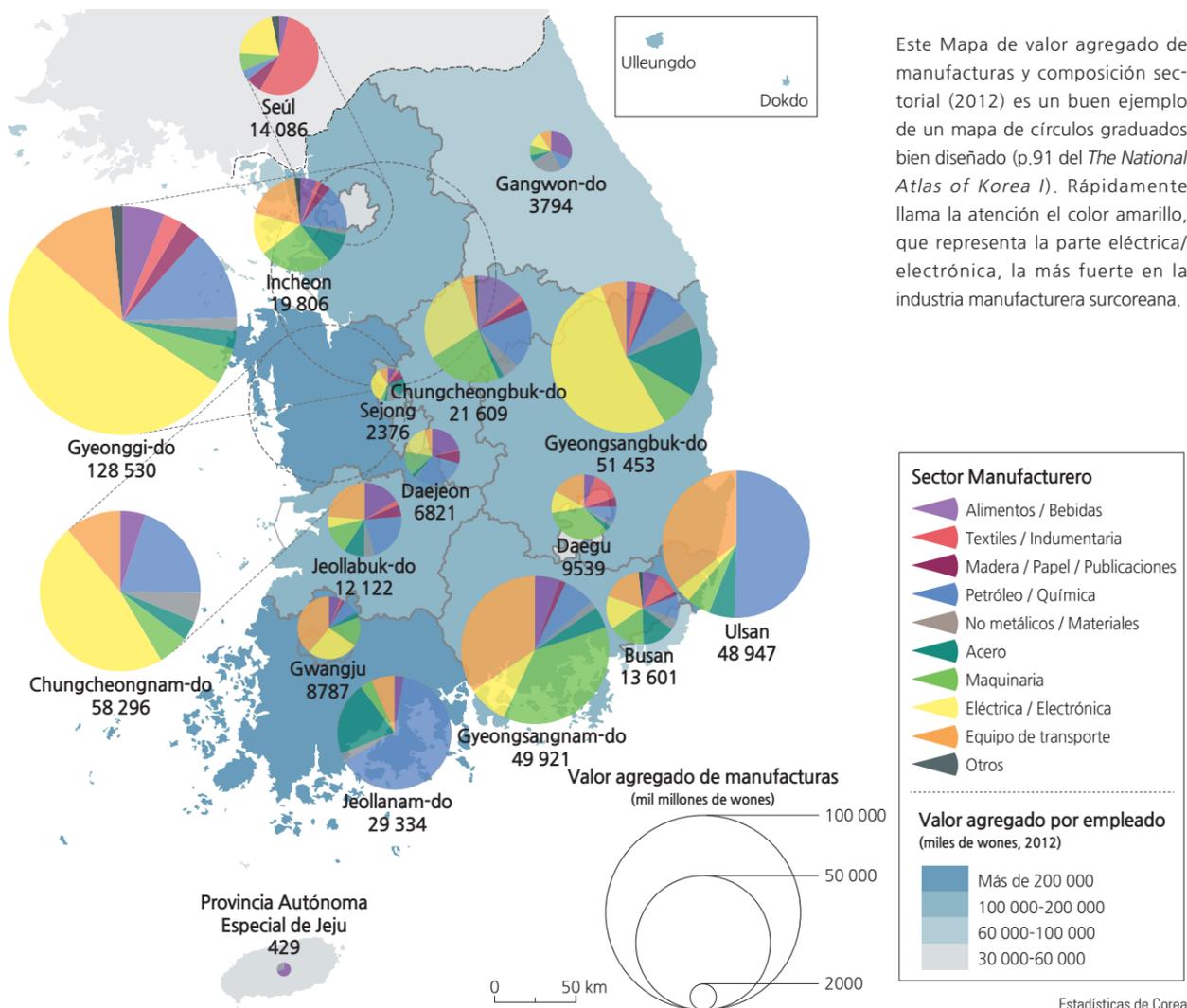
Aquí entra en juego un elemento de diseño de mapa: la selección del tamaño de cada símbolo de punto. La densidad de puntos se verá de manera muy diferente en el mismo mapa simplemente cambiando el tamaño de los puntos, ya que cientos o miles de puntos pueden aparecer en un mapa. Si el tamaño del punto es demasiado pequeño, es posible que no transmita una *aparición* deseable para la densidad. Si el tamaño del punto es demasiado grande, los puntos pueden unirse e impedir el proceso visual y dar al lector una falsa percepción mental de la densidad real.

El propósito último es transmitir aquí un patrón geográfico

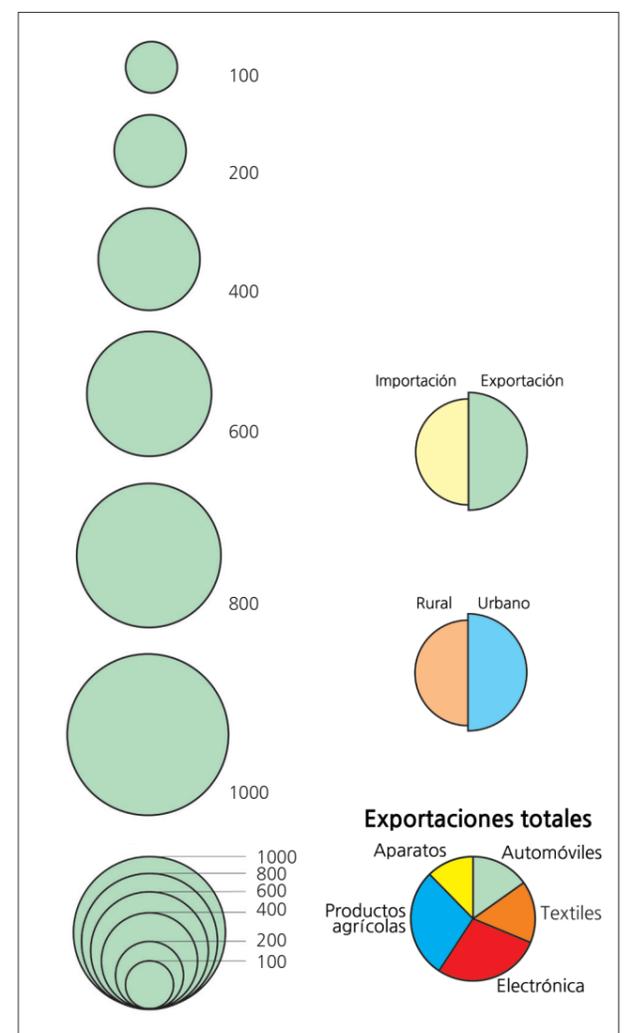
## Diferentes maneras de representar el mismo conjunto de datos de población en los mapas de puntos



## Valor agregado de manufacturas y composición sectorial (2012)



## Diseños que muestra una leyenda de mapa de círculos graduados típicos



retratado de manera realista de los datos de población que se han recopilado con una gran cantidad de recursos y esfuerzos. Teóricamente, un lector de mapas puede contar el número de puntos en un área y multiplicar por el valor que representa cada punto para obtener la población total en el mapa, lo cual es poco práctico e improbable, ya que es una tarea muy tediosa.

El valor de un mapa de puntos, cuando se cartografía apropiadamente, puede mostrar efectivamente las concentraciones y la dispersión de los datos de población en un espacio geográfico.

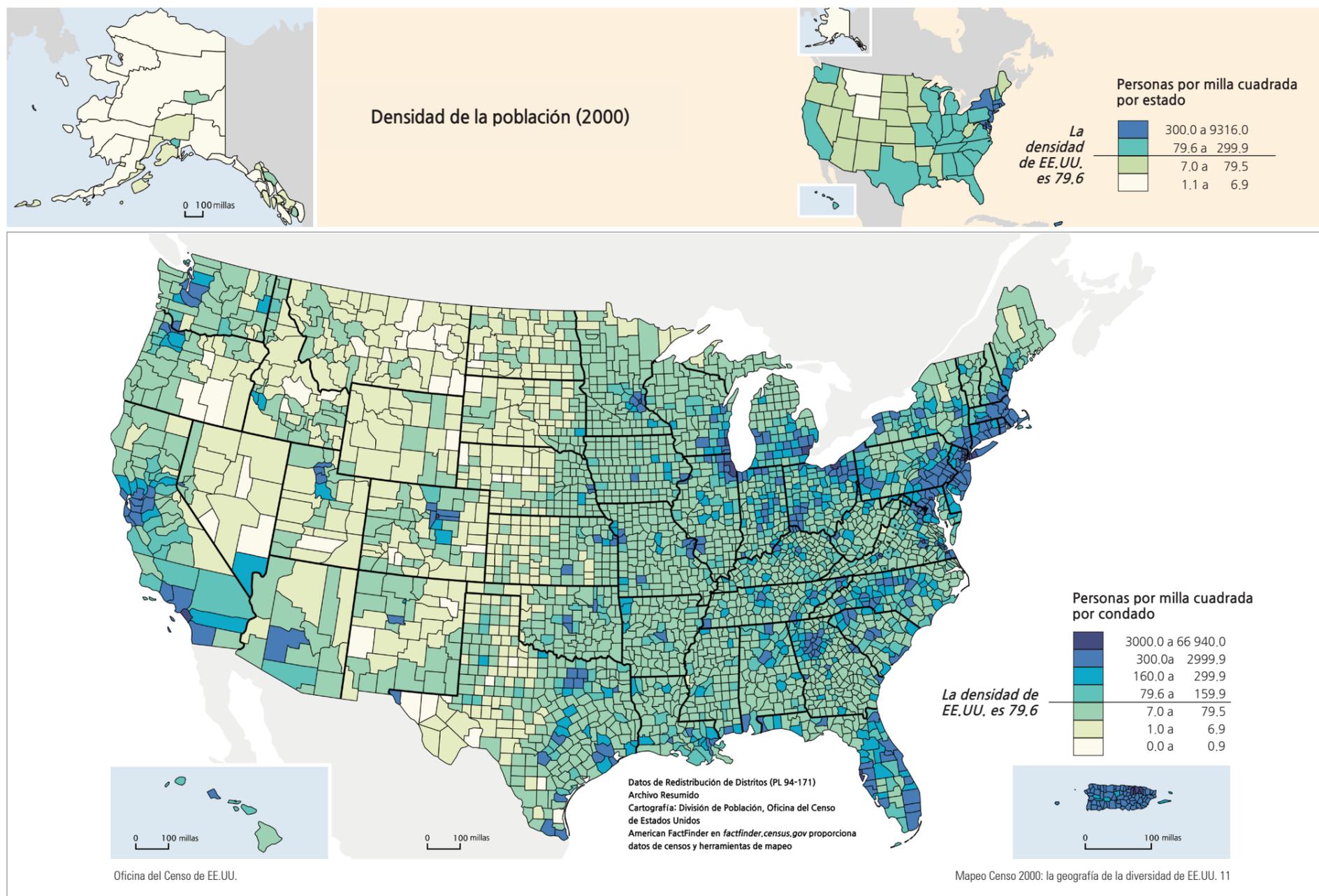
El mapa de símbolos graduados es una variación del mapa de puntos donde la ubicación del símbolo, dimensionada para reflejar la magnitud de los datos, es un método más detallado, pero menos saturado para mostrar un conjunto de estadísticas espaciales. El símbolo, normalmente un círculo, está dimensionado por el área del símbolo para representar una escala establecida de los puntos de datos. La parte difícil acerca de la construcción de los tamaños de los círculos es que las personas a menudo tienden a olvidar

que el área de visualización es la principal preocupación y a partir del hecho de que el área de un círculo ( $A$ ) es igual a  $\pi r^2$ , el radio del círculo es entonces la raíz cuadrada de  $A$  entre  $\pi$  ( $\sqrt{A/\pi}$ ). Se sabe que el error de no tomar la raíz cuadrada de  $A$  entre  $\pi$  ( $A/\pi$ ) como el radio del círculo ocurre con frecuencia en los mapas publicados, lo cual provoca una representación inadecuada del tamaño de los datos. El lector de mapas siempre debe tener en cuenta este tipo de error, al ver un mapa de símbolos graduados.

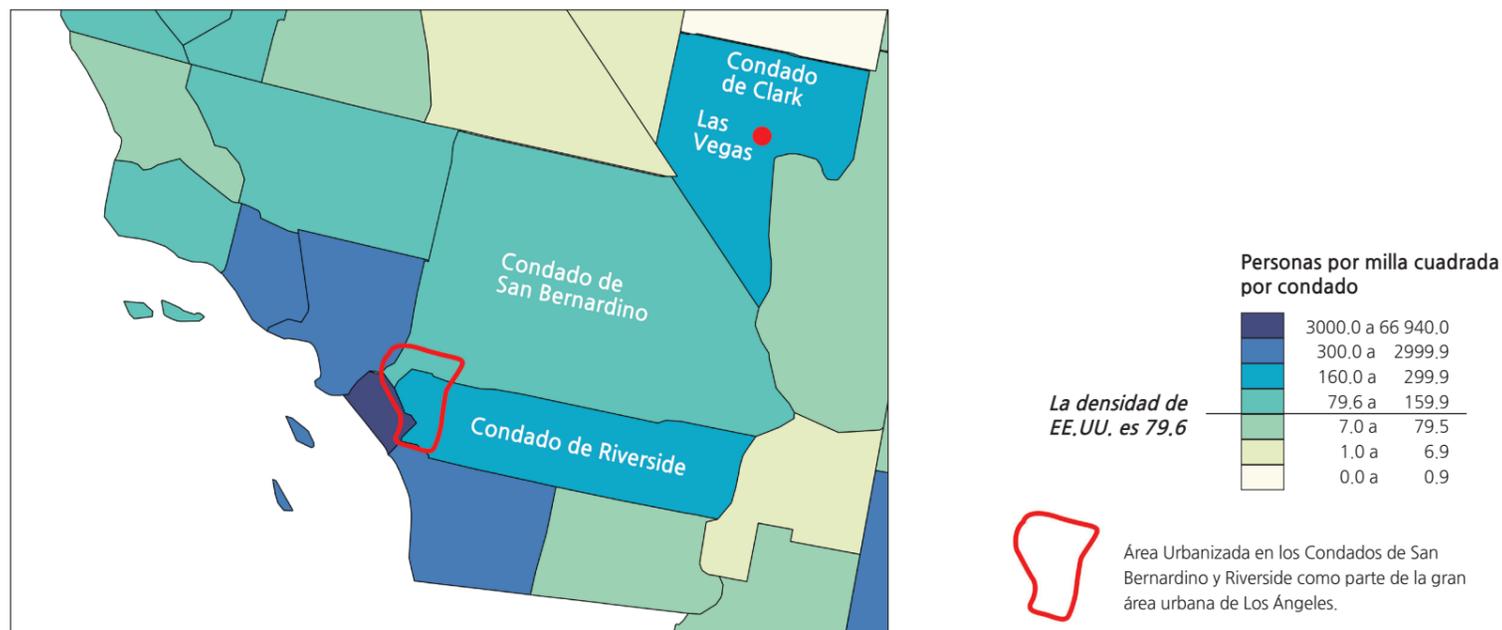
Con el método de círculos graduados se pueden lograr mayores desgloses de un subconjunto de datos de la población total (como los diferentes grupos étnicos que conforman el 100% de una población). Los círculos se pueden segmentar proporcionalmente para representar el subconjunto de datos según los grados de un círculo que representan un porcentaje (360 grados representa el 100%). En este sentido, se puede mostrar más de una variable simultáneamente en el mismo mapa de círculos graduados. Un mapa con dos variables se llama mapa bivariado; los mapas con más de dos variables se consideran mapas

multivariados. Sin embargo, cuantas más variables incluya un cartógrafo en un mapa, más difícil será interpretar y derivar un patrón geográfico.

• **Mapas de coropletas:** un mapa de coropletas es un mapa estadístico donde la recopilación de datos se basa en unidades de área preestablecidas, denominadas cartográficamente como unidades de mapeo. Estas unidades tienen límites preestablecidos, como un estado, condado, provincia, bloque censal o distrito escolar. Los datos se recopilan en atributos (como población, unidades de vivienda) para cubrir la totalidad de la unidad de mapeo. En otras palabras, un recuento de la población para un condado incluirá a cada persona que viva en los límites de ese condado, sin importar en qué parte. El Mapa de la población de Estados Unidos del año 2000 muestra dos diferentes maneras para representar la población de este país. Uno, basado en los límites estatales (situado en la esquina superior derecha) y el otro, en los límites del condado (mapa principal).



Mapas de Densidad de población de Estados Unidos 2000 por estado y por condado, publicados por la Oficina del Censo de Estados Unidos. <https://www.census.gov/population/www/cen2000/atlas/index.html> elemento 2: Población total, página 3 (en formato PDF)



Las concentraciones de población en áreas pequeñas dentro de un condado grande, a menudo desvían la verdadera representación de los datos y desorientan el proceso de visualización.