



Mayo 2010

PROYECCIONES EN EL PLANO. MAPAS. PLANISFERIOS TERRESTRES: PRINCIPALES SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

José Antonio Martínez Pérez

Profesor en el CES Vega Media de Alguazas (Murcia)
josianmp@msn.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Martínez Pérez, J.A.: *Proyecciones en el plano. Mapas. Planisferios terrestres: principales sistemas de representación*, en *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, mayo 2010.
www.eumed.net/rev/cccss/08/jamp.htm

Resumen

El hombre siempre ha estado interesado en poder representar la superficie terrestre de manera que se cumplieran dos condiciones, por un lado que en dicha representación se reflejaran la mayor cantidad posible de detalles, y por otro, que dicha representación fuera sobre un medio fácilmente manejable. La forma de representación elegida, de manera que se consigan dichos objetivos, es haciéndolo sobre un plano. En este artículo se trata las diferentes formas que hay de representar sobre un plano una superficie esférica, siempre utilizando como técnica de representación la proyección. También se resumen las representaciones más importantes que a lo largo de la historia se han realizado de la superficie terrestre.

Palabras clave: proyección, mapa, planisferio, acimut, cenital, Mercator, afilácticas.

INTRODUCCIÓN

Para representar la Tierra de forma exacta, sólo podemos conseguirlo a través de una esfera o un globo. Pero esta representación presenta un problema y es su manejabilidad. Si la esfera usada es pequeña se puede manejar con facilidad pero no es capaz de representar detalles. Si son grandes ganamos en representación de detalles pero perdemos la posibilidad de manejarlos.

Por lo tanto, y como solución, se plantea representar las superficies esféricas sobre un plano. Pero esto no es posible salvo que permitamos a la superficie esférica que se deforme. Entonces sólo conseguimos su representación de modo aproximado.

A lo largo de la historia reciente se han desarrollado diferentes sistemas de representación de superficies esféricas en el plano. Todos estos sistemas se basan en el concepto de proyección.

CONCEPTOS ELEMENTALES

DEF La Cartografía es la parte de la Ciencia que se dedica al trazado, estudio e interpretación de los mapas.

DEF Llamaremos Mapa a la representación en el plano y a menor tamaño de la superficie terrestre, ya sea toda o una parte.

DEF La Escala es la relación entre la imagen representada en el Mapa y su tamaño verdadero.

DEF El Eje de la Tierra es una línea imaginaria que cruza el planeta de Norte a Sur, siendo el eje de revolución del planeta.

DEF El Ecuador es la circunferencia máxima de la Tierra, equidistante de ambos polos y perpendicular al eje de la Tierra. Divide al planeta en dos mitades, llamadas Hemisferios.

DEF Los Trópicos son otras circunferencias paralelas al ecuador. En el hemisferio norte está el Trópico de Cáncer y en el hemisferio sur el Trópico de Capricornio. Tomando como referencia el centro de la Tierra, están a $23^{\circ}27'$ del ecuador.

DEF Llamaremos Meridianos a las semicircunferencias con origen en el Polo Norte y final en el Polo Sur.

DEF Los Paralelos son circunferencias paralelas al ecuador. La separación entre ellos es constante.

Para determinar un punto sobre la superficie de la Tierra, primero hemos de determinar un origen para las mediciones. Daremos dos coordenadas, una respecto de un Meridiano y otra respecto de un paralelo. El paralelo origen será el ecuador y el meridiano origen será el que pasa por la población inglesa de Greenwich.

DEF La Longitud de un lugar es el ángulo que forma el meridiano que pasa por ese sitio con respecto al meridiano de Greenwich. Puede ser hacia el este, E, o hacia el Oeste, W.

DEF La Latitud de un lugar es el ángulo que forma el meridiano que pasa por ese sitio con respecto al Ecuador. Puede ser hacia el Norte o hacia el Sur.

PROYECCIONES EN EL PLANO

Las diferentes representaciones de la Tierra se basan en proyectar su superficie directamente sobre un plano o sobre otras figuras geométricas que se puedan desarrollar de

forma sencilla sobre el plano. Las figuras habituales serán el cilindro, el cono o directamente un plano tangencial a la superficie esférica.

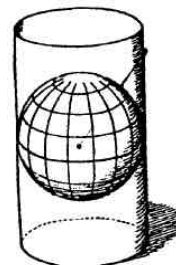
Clasificación de las Proyecciones Geométricas

Éstas se pueden clasificar teniendo en cuenta la figura geométrica en la que se apoyan para realizar la proyección.

Proyecciones Cilíndricas

Se realizan sobre un cilindro, cuyo eje pasa por el centro de la Esfera.

Las únicas condiciones son que el centro de la proyección ha de coincidir con el de la esfera y el radio del cilindro debe ser menor o igual que el de la esfera.



Debido a que los paralelos cortan a los meridianos a distancias iguales, estas líneas determinan en el plano un sistema de rectángulos.

Esta proyección presenta limitaciones. Tenemos que en el plano la superficie de las zonas representadas crece a medida que nos separamos de los puntos de contacto entre la esfera y el cilindro.

Este tipo de proyecciones se aplica de forma habitual en la representación de zonas próximas al ecuador.

Proyecciones cónicas

Se realizan utilizando como figura geométrica un cono. El centro de proyección es el punto medio de la esfera.

Como características fundamentales tenemos que los paralelos son circunferencias paralelas a la base del cono y los meridianos son generatrices del cono. Al desarrollar el cono, estas líneas se convierten en líneas circulares y líneas radiales, respectivamente.



La aplicación más importante es la confección de atlas, dada la facilidad para dividirse en secciones, cada una de las cuales será una hoja del atlas.

Existen diferentes variantes de esta proyección, proyección cónica simple, equivalente, policónica, etc.

Proyecciones Acimutales o cenitales

Son aquellas en las que la proyección se realiza sobre un plano tangente en algún punto de la esfera terrestre. El centro de proyección coincide con el centro de la esfera o con el punto diametralmente opuesto al punto de contacto.

Como características principales tenemos:

Los círculos máximos que pasan por el punto de contacto de la esfera con el plano se proyectan en líneas rectas, y su acimut es verdadero. Recordemos que el acimut es el ángulo que forma el meridiano con el círculo vertical que pasa por un punto de la superficie terrestre.

Todas las áreas situadas a la misma distancia del punto de contacto presentan la misma deformación.



Los puntos de la esfera equidistantes del punto de contacto verifican que sus proyecciones también son equidistantes de dicho punto.

En función de cómo se produzca el contacto del plano de tangencia con la esfera, tenemos distintas proyecciones.

- Proyección Polar. El contacto se produce en el polo de la esfera.
- Proyección Ecuatorial. El punto de contacto es algún punto del ecuador.
- Proyección Transversal. El punto de contacto es cualquier otro.
- Proyección Estereográfica: El punto de mira está situado en la superficie de la Tierra, justamente en las antípodas del punto de contacto.

Un cierto tipo especial de proyecciones acimutales son las que no poseen punto de contacto o tangencia entre el plano y la esfera. Podemos destacar varios tipos:

- Proyección Ortográfica: La proyección se realiza mediante rayos paralelos a un plano perpendicular a los mismos. El punto de mira se situaría en el infinito.
- Proyección Gnomónica: Proyectamos sobre un plano desde el centro de la esfera, pudiendo estar dicho plano a cierta distancia de la Tierra.

Tipos de Proyecciones

Podemos considerar los siguientes tipos de proyecciones.

a) **Proyecciones Conformes.**

Son las que conservan los ángulos, pero no las áreas. Son útiles en aquellas aplicaciones en las que la conservación de los ángulos y direcciones es primordial, como puede ser en la navegación. Las proyecciones geométricas son conformes.

b) **Proyecciones Equivalentes.**

Son las proyecciones que conservan las áreas pero no los ángulos. Las figuras proyectadas quedan deformadas.

c) **Proyecciones Afilácticas.**

Son proyecciones intermedias entre las equivalentes y las conformes, de tal forma que no se alteren en modo excesivo la forma ni el tamaño.

MAPAS

DEF Llamaremos Mapa a la proyección de una esfera sobre un plano. Esta esfera será habitualmente la esfera terrestre. En Mapas astronómicos será la esfera celeste.

DEF Llamaremos Escala de un mapa a la razón entre la distancia de dos puntos de un mapa y la distancia verdadera de esos puntos sobre la esfera terrestre.

La escala se puede indicar en un mapa de diferentes formas:

- a) Escala Numérica. Establece la relación entre las distancias mediante una razón. Así nos podemos encontrar con 1:100.000 lo cual significa que dos puntos separados por 1 cm en el mapa realmente se encuentran a una distancia de 100.000 cm en la esfera terrestre.
- b) Escala Gráfica. La relación entre las distancias se representa por medio de una escala graduada.
- c) Escala centímetro por kilómetro. Esta escala permite disminuir el número de ceros en la escala numérica.

Indicatriz de Tissot

Para poder apreciar la deformación producida por una proyección utilizamos la Indicatriz de Tissot. Consiste en una elipse obtenida como proyección de una circunferencia de la esfera terrestre. Las deformaciones son concretadas por la longitud y la orientación de los ejes de la elipse. Si la circunferencia que proyectamos es de radio unidad, entonces los semiejes designan las escalas locales máxima y mínima.

Aplicando la indicatriz de Tissot a algunas de las proyecciones que ya hemos estudiado, se verifica que:

- **Proyecciones Conformes:** Son circunferencias de radios distintos.
- **Proyecciones Equivalentes:** Son elipses de superficie constante y excentricidad variable.
- **Proyecciones Afilácticas:** Son elipses de superficie variable en las proyecciones equidistantes.

Clases de Mapas

Los mapas los podemos clasificar en tres tipos:

- a) **Mapas Celestes.** También llamados mapas astronómicos. Representan la distribución de estrellas. También pueden representar otros objetos como planetas, satélites, etc.
- b) **Mapas Marinos.** También conocidos con el nombre de Cartas Marinas. Existen de dos clases: Tenemos los que nos muestran diferentes accidentes físicos del mar, salinidad, corrientes, profundidad, etc. y aquellas que se usan para navegar, aparecen todos los datos necesarios para la navegación (accidentes costeros, faros, boyas, etc.).
- c) **Mapas Terrestres.** Representan todo o parte de la superficie de la esfera terrestre.

Según los temas o detalles que aparezcan, tenemos distintas clases:

- Mapas Geográficos. Tratan de representar la superficie terrestre de la forma más exacta posible.
- Mapas Físicos: Representan fundamentalmente los accidentes físicos. Los podemos subdividir en hidrográficos, geológicos, orográficos, etc.
- Mapas Biológicos: Representan datos relativos a la distribución de animales o plantas.
- Mapas de Tráfico: Representan carreteras, líneas férreas, telecomunicaciones, etc.
- Mapas Políticos: Se representan los diferentes países, regiones, provincias, capitales o ciudades, etc.
- Mapas Estadísticos: Representan datos de población economía, industria, comercio y otros.

PLANISFERIOS TERRESTRES: SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN

Llamamos planisferios terrestres a la representación en el plano de la esfera terrestre completa. Veamos ahora algunas de las representaciones en el plano de la esfera terrestre.

La Proyección de Mercator

Esta proyección aparece para mejorar la proyección cilíndrica, pretendiendo conservar la exactitud angular.

En esta proyección tenemos que los meridianos son rectas paralelas y equidistantes, y los paralelos son rectas perpendiculares a los meridianos. Esta proyección es muy utilizada para la representación de cartas de navegación. Como inconvenientes de esta proyección nos

encontramos que los polos no pueden ser representados ya que al ser los meridianos paralelos entre sí no se cortan.

Proyección de Gauss

Es otro caso particular de proyección cilíndrica. Verifica que el ecuador y el meridiano central son rectas ortogonales. El resto de meridianos y paralelos son curvas ortogonales entre sí.

La Proyección de Gall

Esta es una proyección cilíndrica, donde el cilindro corta a la esfera en los paralelos 45° N. y 45° S. Los meridianos son rectas verticales, verificando que la distancia no presenta ninguna deformación en los paralelos nombrados. Los paralelos son rectas horizontales, no manteniéndose invariante la distancia entre ellos.

La Proyección de Lambert

Es una proyección Cónica. Los meridianos son rectas concurrentes que determinan ángulos proporcionales a la longitud. Los paralelos son arcos de circunferencias concéntricas, siendo su centro el punto de intersección de los meridianos.

Proyección Estereográfica Polar

Es una proyección acimutal conforme en la que el punto del que parten los rayos proyectantes se encuentra en una posición diametralmente opuesta al punto de contacto del plano tangente con el globo. La distancia entre meridianos y paralelos contiguos aumenta desde el centro hasta los márgenes del mapa; se utiliza mucho para la confección de mapas de las zonas polares.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- GIMÉNEZ ARRIBAS, J. *Estudio de los sistemas de Representación*. El Autor.
- IZQUIERDO ASENSI, F. *Geometría Descriptiva*. Dossat.