



Proyecciones Cartográficas



Temario

Declinación magnética y orientación.

Concepto de escala.

Proyecciones Cartográficas.

- Propiedades de las proyecciones.

- Transformaciones y factor de escala.

- Distorsiones.

- Tipo de proyecciones cartográficas.

 - Según la propiedad que conservan.

 - Según el sistema sobre el que se proyectan.

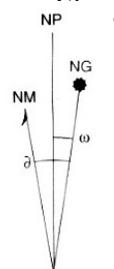
 - Proyecciones especiales.

 - Según se sitúe el punto de vista.



Orientación. norte

- Las direcciones de la Tierra son totalmente arbitrarias, ya que es un esfera y por tanto no tiene ni inicio ni final.
- Tipo de direcciones:
 - Direcciones geográficas o verdaderas: Determinadas por la orientación de la red terrestre.
 - Dirección de la proyección: Determinada por la proyección usada.
 - Dirección magnética: Determinada por el norte
- En cartografía se representan 3 nortes en el **diagrama de declinación**:
 - Norte de la proyección (NP)
 - Norte magnético (NM)
 - Norte geográfico (NG)



Orientación y declinación magnética

- **Norte Geográfico**: Punto donde el eje de rotación sobre el que gira la Tierra intercepta la superficie terrestre, es decir, el Polo Norte. No varía con el tiempo.
- **Norte magnético**: Es el norte que señala la brújula. No coincide con el NG. Varía con el tiempo.
- **Declinación magnética**: El ángulo diferencia entre el NM y el NG. (δ) Varía con el tiempo.
- **Norte de la proyección**: Diferencia entre el NG y la cuadrícula de la proyección.

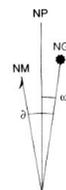
NP = Nord de la Projecció
NM = Nord Magnètic
NG = Nord Geogràfic

Convergència de la quadrícula ω : $0^{\circ} -17' 50,49''$

Valor mitjà de la declinació magnètica el juliol del 1996 δ : $-1^{\circ} 4,68'$

Variació anual: $9,33'$

Dades referides al centre del full

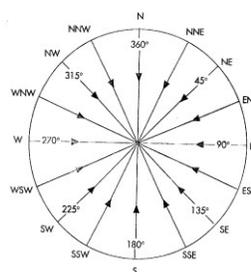
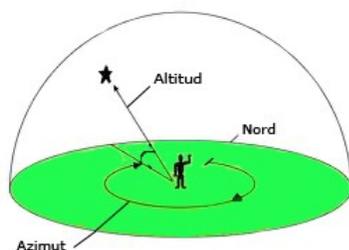


El lliçsoide de Hayford. Datum Europeu. Longituds referides al meridià de Greenwich. Altituds referides al nivell mitjà del mar a Alacant. Projecció UTM. Equidistància de les corbes de nivell: 20 metres.



Orientación. Azimut.

- **Azimut:** Ángulo que se forma en sentido horario a partir del norte geográfico.
 - Hacia el Este → 90°
 - Hacia el Oeste → 270°
 - Si se usa el NM → Rumbo o azimut magnético.



escala

- **escala:** Expresión de la proporción entre las dimensiones en el documento y las dimensiones en el territorio de los objetos geográficos.

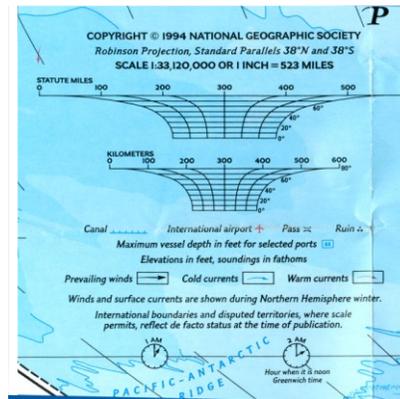
$$E = \text{dimensión del mapa} / \text{dimensión real}$$

- representación:
 - **proporción numérica:** $E = 1/500$. Nos cuenta que 1mm o cm del mapa corresponde a 500 mm o cm de la realidad.
 - **expresión gráfica:** Segmentar regularmente una línea en unidades territoriales significativas.
- **escala pequeña** → **escala general** → **denominador gran**
- **escala grande** → **escala de detalle** → **denominador pequeño**



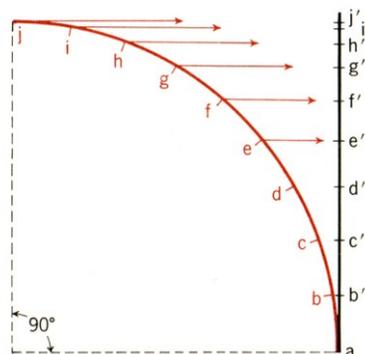
escala

Escala del mapa	Un cm representa	Un km es representat per
1:2 000	20 m	50 cm
1:5 000	50 m	20 cm
1:10 000	0.1 km	10 cm
1:25 000	0.25 km	4 cm
1:50 000	0.5 km	2 cm
1:100 000	1 km	1 cm
1:250 000	2.5 km	4 mm
1:500 000	5 km	2 mm
1:1 000 000	10 km	1mm



proyecciones cartográficas

- La cartografía estudia los sistemas de proyección más adecuados para definir una correspondencia matemática entre los puntos del elipsoide y sus transformados en el plan. Sistema utilizado para trasladar la superficie del globo sobre un plano.
- Esta transformación lleva implícita una serie de deformaciones: **anamorfosis**.
 - Lineales (distancias / direcciones
 - superficiales
 - angulares
- La mayoría de las proyecciones consiguen respetar totalmente una sola de las variables.





Propiedades de las proyecciones cartográficas

- Las funciones matemáticas usadas en la proyección deben ser:
 - únicas: Un punto concreto sólo podrá tener una localización en el mapa.
 - continuas: en la transformación no podrán haber vacíos.
 - finitas: un punto concreto no podrá localizarse al infinito.
 - » Hay algunas funciones que son infinitas, como por ejemplo la Mercator, en la que sobre el plano, los Polos radican en el infinito.



Propiedades de las proyecciones cartográficas

- La elección del sistema de proyección cartográfica implica elegir:
 - La aplicación de la escala de representación entre el globo y la superficie de proyección.
 - Los puntos o meridianos centrales del sistema.
 - La función de transformación adecuada para conservar, si es necesario, la propiedad deseada en el mapa.



Propiedades de las proyecciones cartográficas

- Cualidades matemáticas de las proyecciones que podemos mantener:
 - **Fidelidad de superficie:** Dos áreas seleccionadas cualquier mantienen entre ellas la misma proporción que aquella que tienen en la superficie terrestre.
 - **Fidelidad de eje:** sobre cualquier punto del mapa, el norte se localiza en la vertical y por tanto el sur en su opuesto.
 - **Fidelidad de posición:** Todos los puntos situados en la misma distancia del Ecuador están situados en línea recta, paralela al mismo.
 - **proporcionalidad:** Tiene la misma distorsión longitudinal en el margen superior y en la inferior.



Propiedades de las proyecciones cartográficas

- **universalidad:** a través de su red geográfica se puede representar cualquier territorio o bien toda la Tierra y que además es apropiada para todo tipo de mapas y usos.
 - **suplementariedad:** Si se puede separar un continente situado en el margen izquierda para situarlo en el margen derecho y viceversa.
 - **claridad:** Sus formas parecen lo más posible a la forma del globo; ningún país, continente o mar se encuentra deformado de manera exagerada.
- NO hay ninguna proyección que cumpla las 7 cualidades vez.



Transformaciones y factor de escala

- La escalera NO es constante para todas las distancias, en todos los lugares y en cualquier dirección.
- La escala indicada ajustará únicamente a puntos concretos y a lo largo de determinadas líneas: **líneas estándar o automecoiques**.
- En el resto del mapa, la escala será o mayor o menor.
- Si representamos la Tierra en un globo de referencia, la escala seleccionada será denominada **escalera principal o nominal**.

$$\text{Escalera principal} = r_{\text{tierra}} / r_{\text{globo}}$$

- En este caso se dice que el **factor de escala** es 1.



Transformaciones y factor de escala

- **Factor de escala:** es la expresión de la relación entre el valor **real (local o verdadero)** De la escala y la escala **principal**.

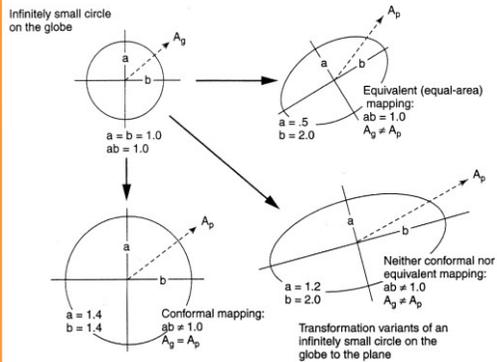
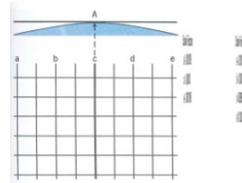
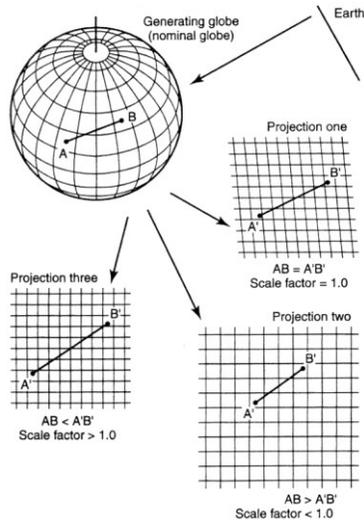
$$\text{FE} = \text{Escala verdadero} / \text{Escala principal}$$

- Al transformar la esfera a un mapa plano, la escala real será en varios lugares mayor / menor que la principal:

$$\text{FE} = / = 1$$

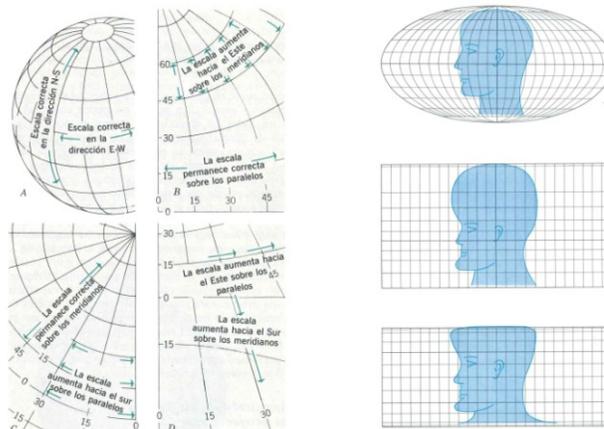


Transformaciones y factor de escala



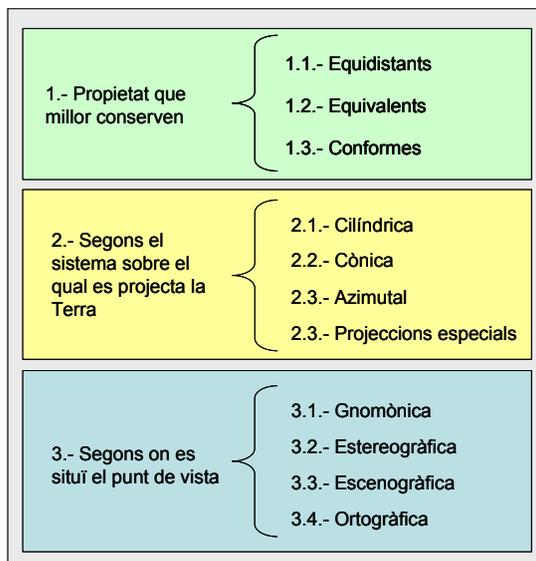
distorsiones

- La transformación de una esfera en un plano causa distorsiones por discontinuidad, compresión, o distorsión.



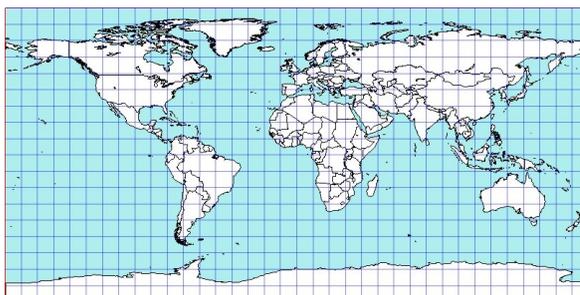


Tipos de proyección cartográficas



Según la propiedad que conservan

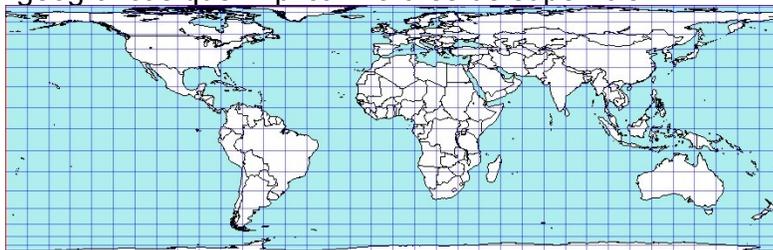
- **equidistancia:**
 - Conservan las distancias a largo de unas direcciones o líneas determinadas: automecoicas o de referencia.
 - Fuera de las líneas automecoicas: anamorfosis lineal.
 - La retícula resultante consisten en cuadrados perfectos.





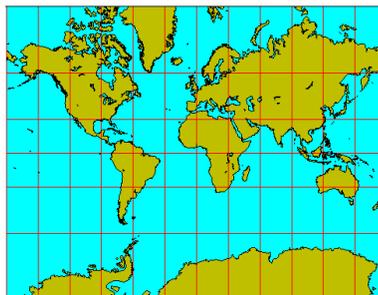
Según la propiedad que conservan

- **equivalencia (o equiarea):**
 - Conservan el tamaño relativo de las Áreas, por lo tanto Permite que comparar las superficies.
 - La forma de los continentes y Océanos está deformada.
 - Recomendable en la representación de variables geográficas que implican valores de superficie.



Según la propiedad que conservan

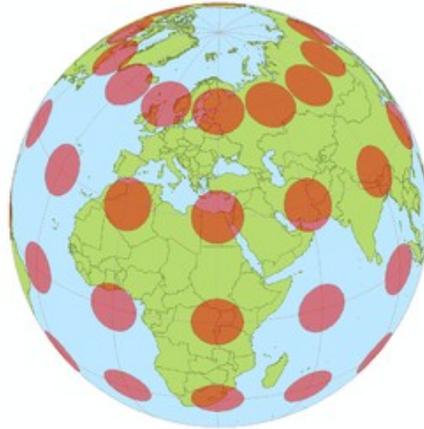
- **Conformidad (o ortomórfica):**
 - Conservan las formas para que se conservan los ángulos.
 - Las área no se conservan.
 - Recomendadas en trabajos que implican determinaciones exactas de la orientación y rumbo.





Indicatriz de Tissot

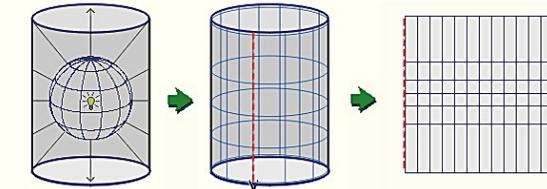
Dispositivo gráfico que se utiliza para ilustrar la distorsión angular y superficial que se produce en los mapas debida a las Proyecciones cartográficas.



Según el sistema sobre el que se proyectan

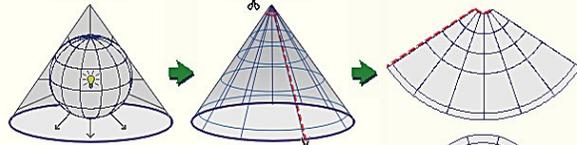
cilíndricas

Cylindrical
Mercator



cónicas

Conical
Perspective Conic



azimutal

Planar
Orthographic

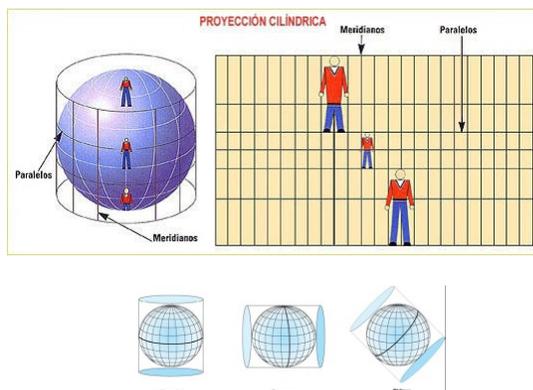




Según el sistema sobre el que se proyectan

- **A) Cilíndrica:**

- Se transfiere la red geográfica a un cilindro que rodara la Tierra.
- Puede ser **ecuatorial, transversal, oblicua**.

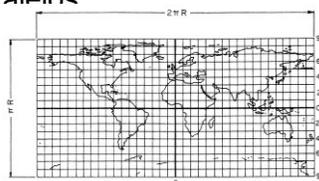


Según el sistema sobre el que se proyectan

- **Propiedades:**

- Los meridianos y paralelos son líneas rectas.
- Los meridianos son líneas verticales equidistantes y paralelos entre ellos. Los paralelos se distancian aceleradamente a medida que se alejan del Ecuador.
- Los Polos son irrepresentables para quedarse proyectados al infinito.
- El mapa resultante es un rectángulo y suele representar el globo entero.
- Para calcular el FE en los diferentes paralelos:

$$\text{FE sobre cualquier paralelo} = \frac{2\pi R}{2\pi R * \cos\Phi} = \frac{1}{\cos\Phi}$$





Según el sistema sobre el que se proyectan

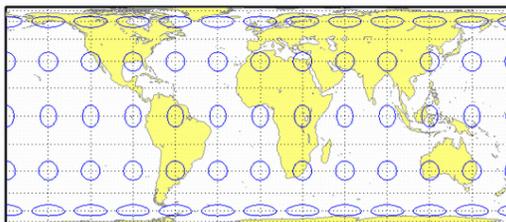
- Proyecciones más conocidas:

- A.1) Cilíndrica Equivalente (o equiarea) con uno o dos paralelos homolatitudinales estándar:

- Los meridianos son equidistantes, los paralelos no.
- La escala se mantiene en el largo del paralelo central en el largo de dos paralelos estándar en el caso de cilindros secantes.

- A.2) Cilíndrica Equivalente de Behrmann:

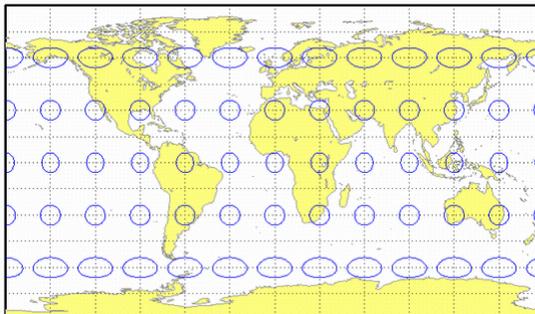
- Paralelo de referencia: 30° .



Según el sistema sobre el que se proyectan

- A.3) Cilíndrica equidistante o Platé Carrée (ecuatorial):

- Paralelo de referencia: Ecuador.
- Líneas estándar: Ecuador y meridianos.
- Retícula de cuadros perfectos.

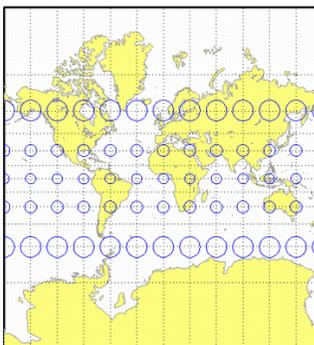




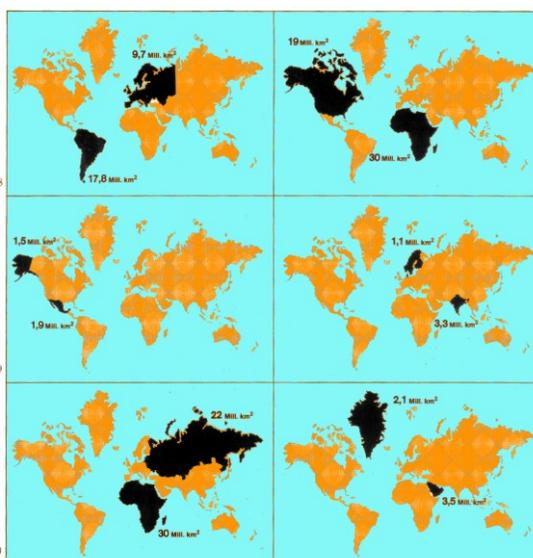
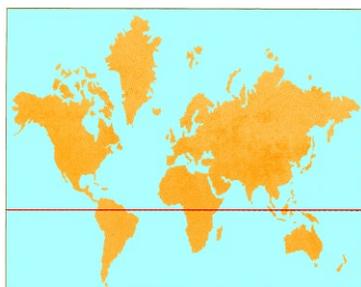
Según el sistema sobre el que se proyectan

• **A.4) Cilíndrica de Mercator:**

- Calculada en 1569.
- Se la única que Muestra en forma de segmentos rectilíneos las loxodromias y líneas de rumbo.
- De esta se deriva la **Universal Transversal Mercator**.
- Conforme.



Proyección de Mercator se conforme pero distorsiona mucho el área:

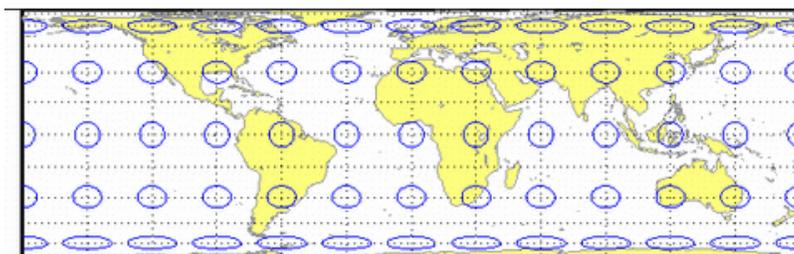




Según el sistema sobre el que se proyectan

• **A.5) Cilíndrica Equivalente de Lambert:**

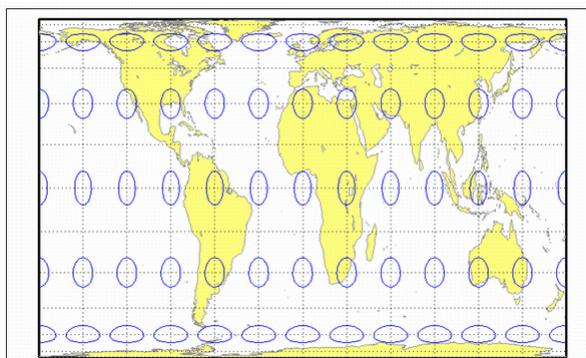
- Paralelo de referencia es el Ecuador.
- Produce un mapa muy alargado y con distorsiones en altas latitudes.



Según el sistema sobre el que se proyectan

• **A.6) Cilíndrica Equivalente de Peters:**

- Paralelo de referencia se 45°
- Desenfatisa las exageraciones de las áreas a altas latitudes.

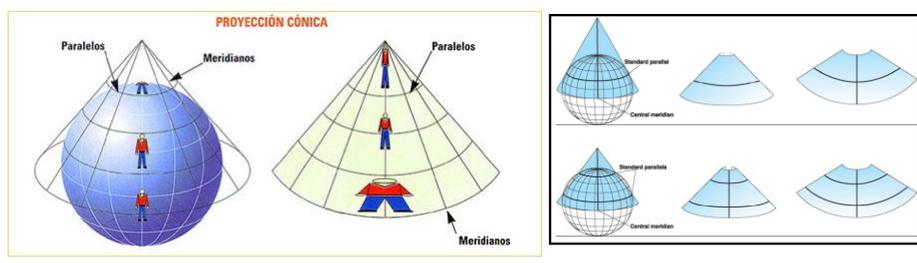




Según el sistema sobre el que se proyectan

• B) Cónica:

- Se transfiere la red geográfica sobre un cono que queda plano.
- Normalmente se usa sobre los Polos.
- Puedo obtenerse a partir 1 paralelo tangente o 2 secantes.
- Se ajustan mejor a regiones latitudinales medianas, especialmente aquellas que se prolongan dirección este-oeste.



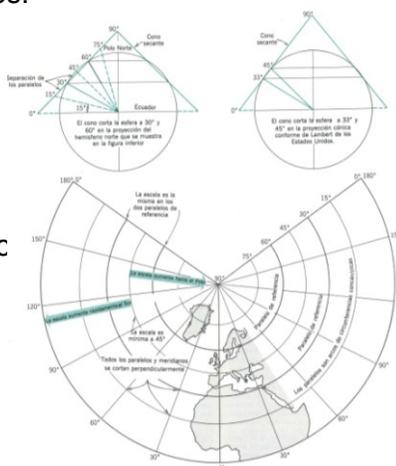
Según el sistema sobre el que se proyectan

• Propiedades:

- Todos los meridianos son líneas rectas que convergen en un punto común situado en los Polos.
- Todos los paralelos son arco de círculo concéntricos, con centro en los Polos.

Una proyección de 360° no es un círculo completo.

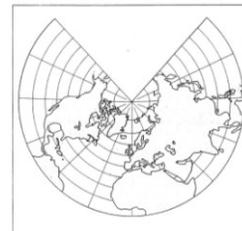
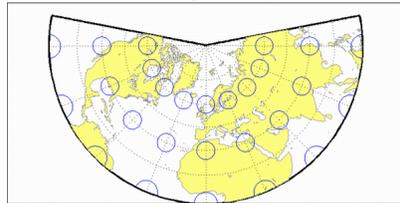
No se puede representar todo el globo a partir del Ecuador ..





Según el sistema sobre el que se proyectan

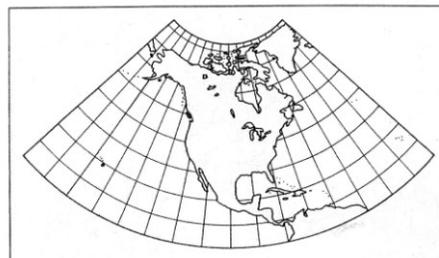
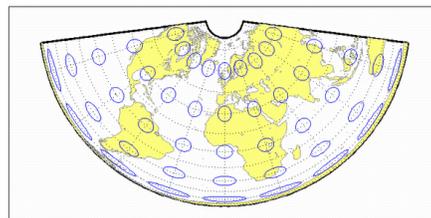
- Proyecciones más conocidas:
 - **B.1) Cónica Equivalente de Lambert con un paralelo de referencia de 1772.**
 - **B.2) Cónica conforme de Lambert:**
 - Tiene 2 paralelos de referencia: 33°-45°.
 - Forma y área: distorsionadas
 - $FE > 1$ fuera de los paralelos estándar.
 - $FE < 1$ entre los paralelos estándar.



Según el sistema sobre el que se proyectan

- **B.3) Cónica Equivalente con dos paralelos de referencia o de Albers 1805 :**

- Corta los meridianos en Ángulo recto.
- Tiene 2 paralelos de referencia: 29°-45°
- Buena proyección para latitudes medias.
- $FE < 1$ fuera de paralelos estándar.
- $FE > 1$ entre los paralelos estándar.
- No aconsejable allá de los 100°.

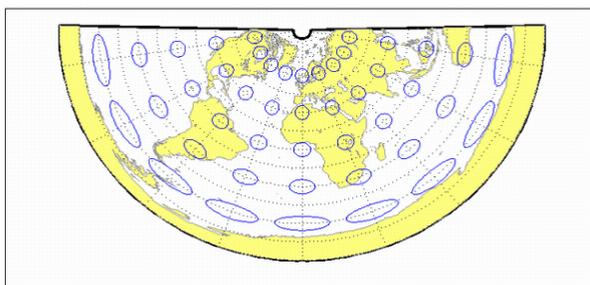




Según el sistema sobre el que se proyectan

– **B.4) Cónica equidistante con un paralelo de referencia o dos:**

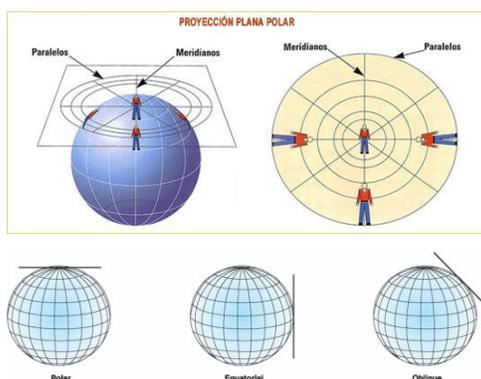
- Cuando Tiene un paralelo de referencia: 30°
- Cuando Tiene 2 paralelos de referencia: $20^\circ-60^\circ$
- Recomendable para cartografía de pequeña escala.
- Deformaciones al alejarse de los paralelos estándar.



Según el sistema sobre el que se proyectan

• **C) acimutal:**

- Tienen simetría radial a partir de un punto central.
- Sólo tiene un punto de soporte o de tangencia.
- Tres posiciones: **polar, ecuatorial, oblicua.**



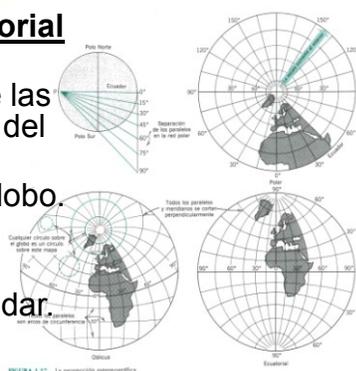


Según el sistema sobre el que se proyectan

- **Propiedades:**
 - Tienen una simetría radial alrededor del punto central.
 - Variaciones de escala y deformaciones: uniformes y concéntricas.
- **Proyecciones más conocidas:**

- **C.1) acimutales conforme ecuatorial (y estereográfica):**

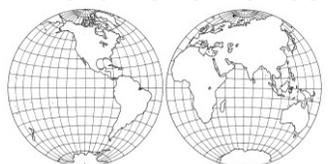
- Exagera de forma considerable las distancias y superficies a partir del centro de la proyección.
- No permite que cubrir todo el globo.
- $FE > 1$ fuera de los paralelos estándar.
- $FE < 1$ entre los paralelos estándar.



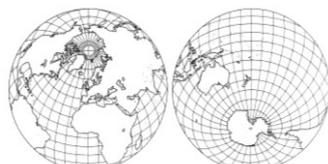
Según el sistema sobre el que se proyectan

- **C.2) acimutales Equivalente de Lambert 1772:**

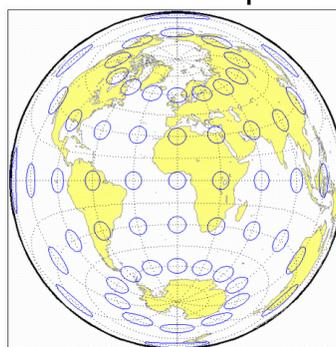
- Útil para representar Área de proporciones continentales.
- Gran anamorfosis a los bordes del mapa.



Ecuatorial



Hemisferio terrestre y marítimo

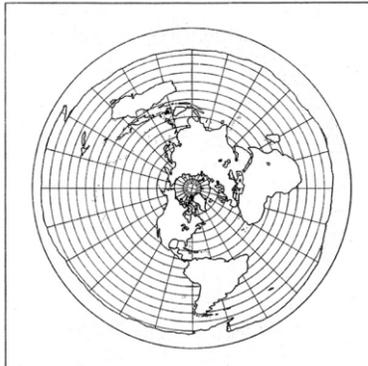




Según el sistema sobre el que se proyectan

– **C.3) acimutal equidistante:**

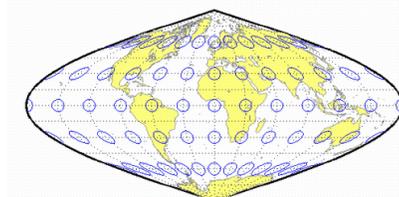
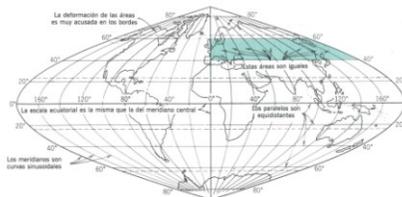
- Se Construye para que Todas las distancias con respecto a super centro tengan escala constante.
- Las que no parten del centro resultan distorsionadas.



Proyecciones especiales

– **Sinusoidal (Mercator / Sanson-Flamsteed):**

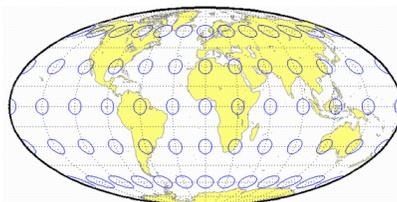
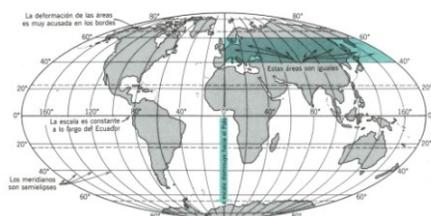
- Equivalente.
- El meridiano central y los paralelos son automecóicos.
- Paralelos rectoría y equidistantes.
- Curvatura los meridianos sinusoidal.
- Anamorfosis en los extremos.





– Homolográfica de Mollweide:

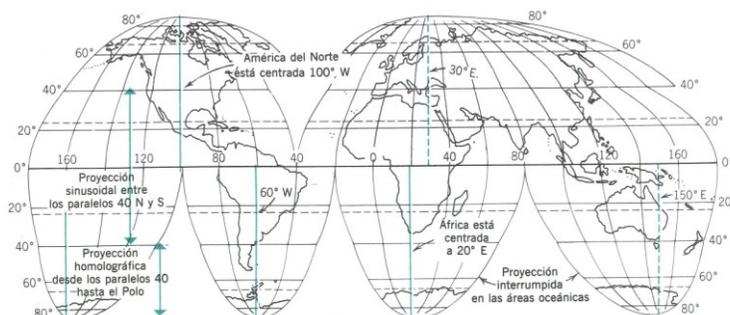
- Equivalente.
- Áreas polares más curvadas, no tan puntiagudas.
- Parece más realista.
- Ecuador = 2 * meridiano central



proyecciones especiales

– Homolosina discontinua de Goode:

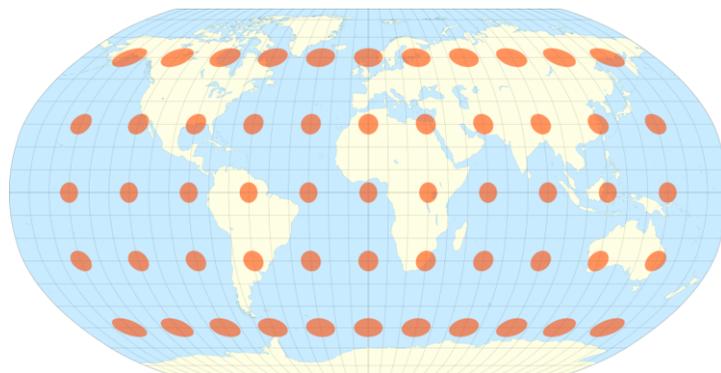
- Mezcla de sinusoidal y homolográfica.
- Equivalente.
- En los extremos Sigue la proyección de Mollweide y Hacia el ecuador Sigue la proyección sinusoidal.





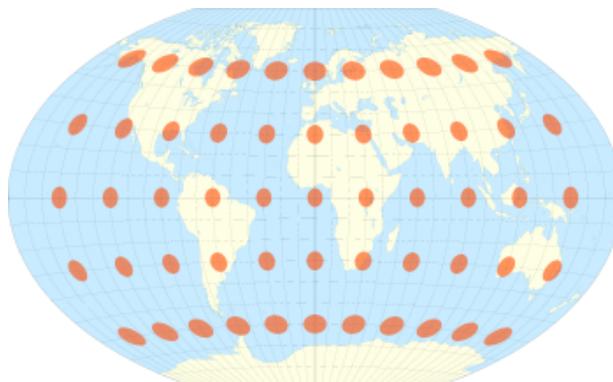
Proyecciones especiales

- **Robinson:** basada en tablas de coordenadas y no en fórmulas matemáticas. Al buscar un equilibrio entre propiedades cartográficas, presenta distorsiones en formas, Áreas escala y distancias.



Proyecciones especiales

- **Winkel-Tripel (Winkel III):** proyección cartográfica azimutal modificada. Actualmente usada por National Geographic.

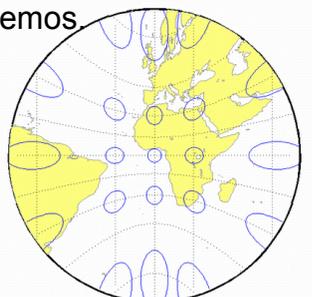
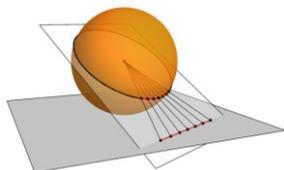




Según se sitúe el puntero de vista

• 1.- Gnomónica:

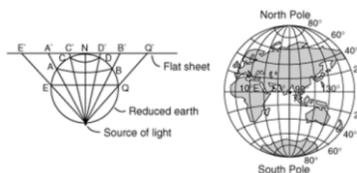
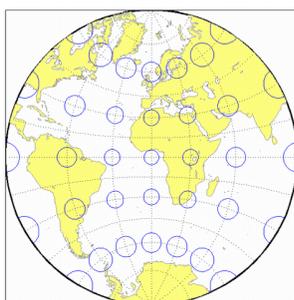
- Equidistante.
- El punto de vista se sitúa en el centro de la Tierra.
- Todos los arcos de círculo Máximo se representan como líneas rectas.
- No se puede representar un hemisferio completo.
- Anamorfosis Hacia los extremos



Según se sitúe el puntero de vista

• 2.- estereográfica:

- Conforme.
- El punto de vista se sitúa en un lugar de la superficie terrestre, Opuesto al plano.
- Se puede representar un hemisferio completo.





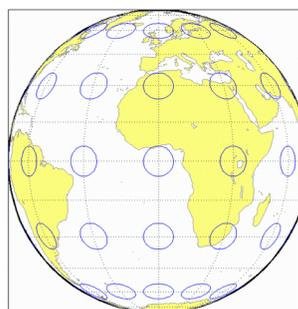
Según se sitúe el puntero de vista

• **3.- escenográfica:**

- Equidistante.
- El punto de vista se sitúa en un Lugar exterior a la superficie terrestre pero desde una distancia finita.
- Se puede representar un hemisferio completo.

• **4.- ortográfica:**

- Se obtiene proyectando ortogonalmente desde el infinito el globo sobre un plano tangente.
- Se puede representar un hemisferio completo.
- Tiene Aspecto tridimensional.



Resumen de las propiedades de las Proyecciones

Propietats de les projeccions						
(* = Si x = En part)						
Projecció	Tipus	Conforme	Equivalent	Equidistant	Direccions verdaderes	Rumbs rectes
Globus	Esfèrica	*	*	*	*	
Mercator	Cilíndrica	*			X	*
UTM	Cilíndrica	*				
Albers Cònica Equivalent	Cònica		*			
Lambert Cònica Conforme	Cònica	*			X	
Equidistant Cònica	Cònica			X		
Azimutal Equidistant	Azimutal			X	X	
Lambert Azimutal Equivalent	Azimutal		*		X	
Sinusoidal	Pseudocilíndrica		*	X		
Gnomònica	Azimutal				X	
Estereografica	Azimutal	*			X	
Ortogràfica	Azimutal				X	



Resumen de las propiedades de las Proyecciones

Proyeccions apropiades segons àrees a representar

(* = Si x = En part)

Projection	Tipus	Món	Hemisferi	Continent/ Oceà	Regió/ Mar	Escales mitges	Grans Escales
Globus	Esfèrica	*					
Mercator	Cilíndrica	X			*		
UTM	Cilíndrica			*	*	*	*
Albers Cònica Equivalent	Cònica			*	*	*	
Lambert Cònica Conforme	Cònica			*	*	*	*
Equidistant Cònica	Cònica			*	*		
Azimutal Equidistant	Azimutal	X	*	*	*		X
Lambert Azimutal Equivalent	Azimutal		*	*	*		
Sinusoidal	Pseudocilíndrica	*		*			
Gnomònica	Azimutal				X		
Estereogràfica	Azimutal		*	*	*	*	*
Ortogràfica	Azimutal		X				



Resumen de las propiedades de las Proyecciones

Proyeccions i usos generals

(* = Si x = En part)

Projection	Tipus	Mapes Topogràfics	Mapes Geològics	Mapes Temàtics	Navegació
Globus	Esfèrica			*	
Mercator	Cilíndrica	*	*		*
UTM	Cilíndrica	*	*		
Albers Cònica Equivalent	Cònica			*	
Lambert Cònica Conforme	Cònica	*	*		*
Equidistant Cònica	Cònica				
Azimutal Equalidistant	Azimutal	*			
Lambert Azimutal Equivalent	Azimutal			*	
Sinusoidal	Pseudocilíndrica			*	
Gnomònica	Azimutal				*
Estereogràfica	Azimutal	*	*		*
Ortogràfica	Azimutal				



Uso de las Proyecciones

