

SD20A Seminario de Diseño

Sección 14

2do Tutorial



Cartografía

- Ciencia y Arte para representar el Territorio.
- Ciencia: métodos, rigurosidad, estándares
- Arte: diseño, texto y contexto, medios.
- Es una **interpretación/simplificación** de la realidad.
- Propósito:
 - Representar
 - Registrar
 - Comunicar
 - Analizar

¿Qué vemos cuando vemos?

- Formas.
- Tamaños (relativos)
- Entornos (contexto, cercanía)
- Distancias
- Colores
- Texturas

Todo esto se representa en mapas cartas y planos a través de dibujos (puntos y líneas) y textos (etiquetas con nombres o valores numéricos).

Mapas Digitales

- Los mapas digitales son una representación computacional de los dibujos en papel organizados como colecciones de pares de coordenadas.
- Los puntos se guardan como un par de coordenadas y se representan con un símbolo.
- Las líneas se guardan como una lista de pares de coordenadas, el primero y el último se denominan nodos y todos los intermedios, vértices. Se representan a través de colores, tipos y grosores de línea diversos.
- Las áreas se guardan igual que las líneas pero se obliga a que el nodo inicial sea igual al último. Se representan asignando características a su línea de cierre y por rellenos en su interior (colores, tramas, transparencias o imágenes).

Escala

- Es el cuociente (o razón aritmética) que relaciona el tamaño real de los objetos con su representación gráfica.
- 1:1.000 escala grande
- 1:1.000.000 escala pequeña
- 1:1 escala real
- La cartografía en papel tiene una escala fija que fue definida al momento de su construcción y con ella se definieron todos los parámetros de la carta o mapa: nivel de detalle, precisión de las coordenadas, etc. En el computador se puede cambiar la escala a voluntad pero hay que tener presente que ello no significa mayor detalle o mejor calidad de coordenadas (en general no se debe ampliar una cartografía más allá de su escala original).

La Representación de la Tierra

¿Dónde estamos?

Sistemas de referencia

- Punto de vista local (generación de planos):
 - Zonas pequeñas (país pequeño, región, provincia, levantamientos ad hoc, etc.)
 - Punto de origen arbitrario, pero definido y fijo.
 - Mediciones locales (taquímetros, huinchas, etc.)
 - Según tamaño, determinación de curvatura del casquete en diversas direcciones.
 - Sólo resuelve los problemas de referencia local.
 - No satisface los requerimientos de calce con los sistemas vecinos o sistemas más globales.

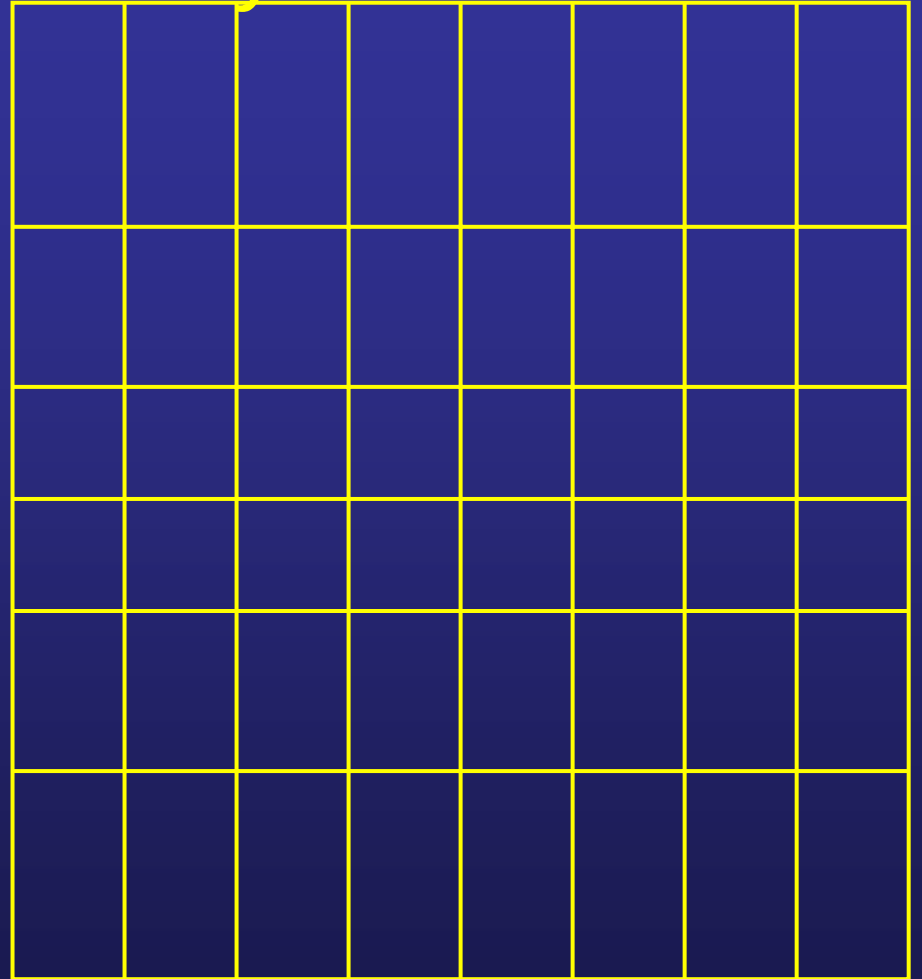
¿Dónde estamos?

Sistemas de referencia (continuación)

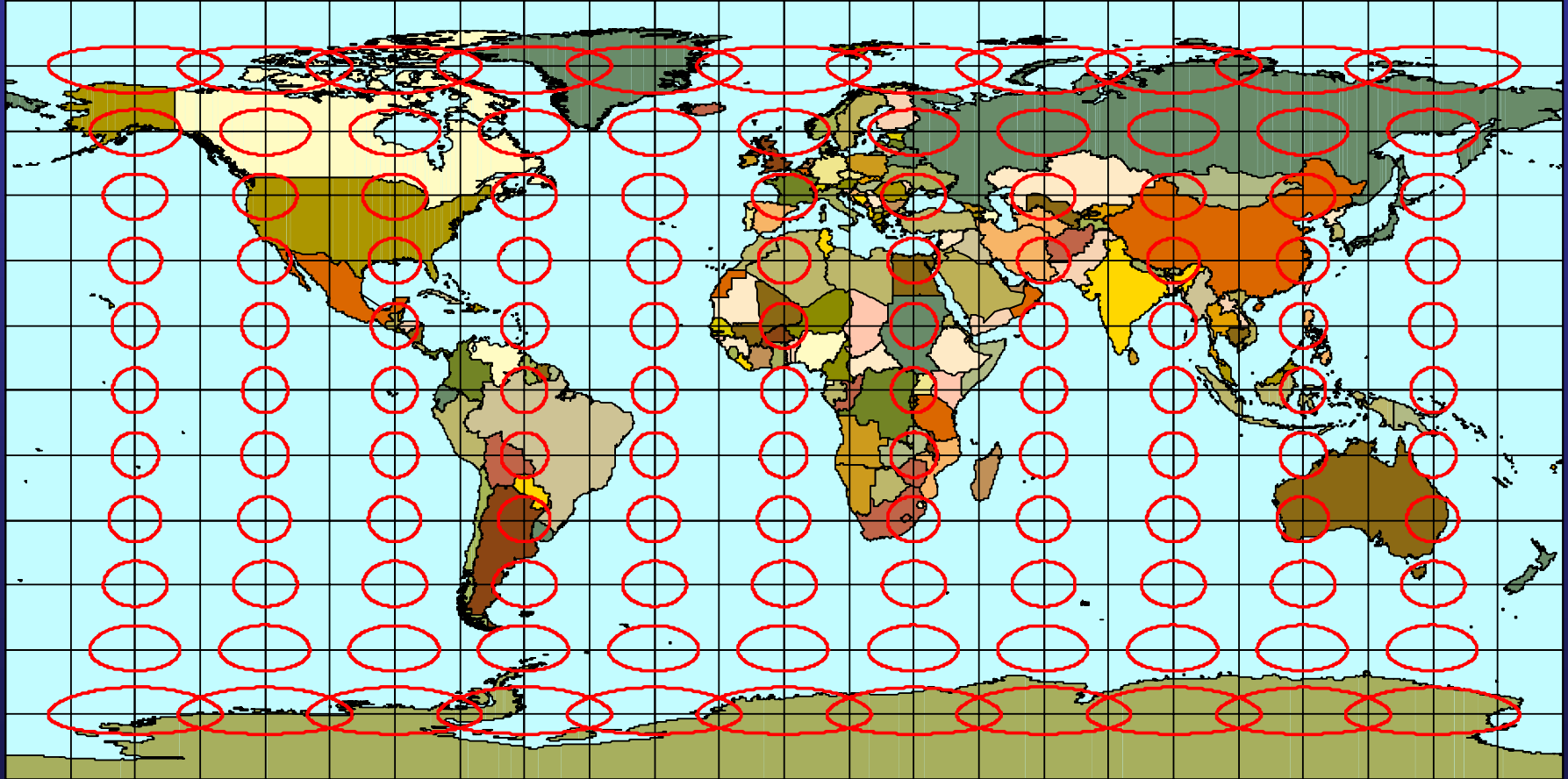
- Punto de vista global (generación de cartas y mapas):
 - Grandes áreas (continentes, países extensos).
 - Punto de origen definido, fijado por acuerdos.
 - Mediciones astronómicas y locales, generación de redes geodésicas.
 - Determinación de curvatura que mejor representa el área.
 - Resuelve los problemas de referencia local y de calce entre regiones vecinas.
 - Presenta problemas al portar las referencias de una región a otra (áreas inaccesibles, etc.).

El Problema

- La Tierra es “redonda”. (Humbertito et al. 1986)
- Los planos, mapas y cartas son construidas sobre una superficie plana.
- No es posible realizar una representación que mantenga, simultáneamente, todos los atributos de lo que se necesita mostrar sin afectar, a lo menos, a uno de ellos:
 - Distancias (longitudes)
 - Area
 - Angulos (rumbos) (asociado directamente a *formas*).



El Nuevo Problema



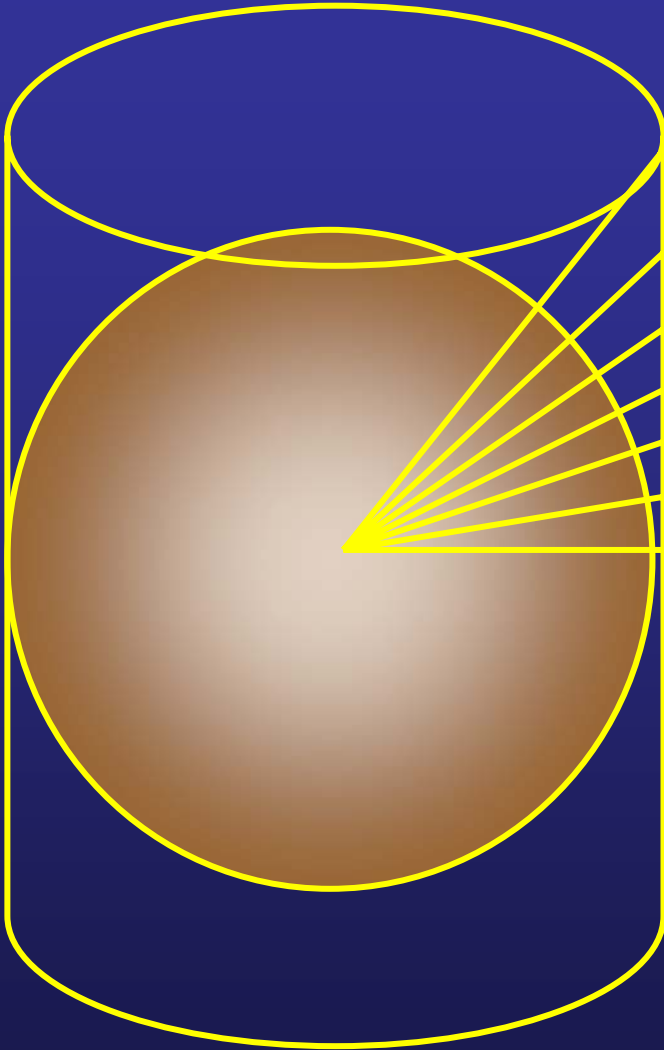
Las Soluciones

- Hay tantas proyecciones como uno quiera, ya inventadas o por inventar.
- Cada una ha nacido para resolver situaciones específicas.
- Se clasifican en:
 - Cilíndricas (Mercator, Transversa Mercator)
 - Cónicas (Conforme de Lambert)
 - Policónicas (Lallemmand)
 - Planas (Estereográfica, planos locales)
 - Otras

Indicatriz de Tissot

- Es un indicador de las distorsiones que introducen las diversas proyecciones cartográficas.
- Es la forma como se representaría un círculo de radio unitario, que exista en la superficie del planeta, sobre una carta, mapa o plano.
- Para todas las proyecciones conformes, la forma se conserva, aunque el área cambia a medida que se aleja del punto o línea de tangencia.
- Para las proyecciones equiarea el área es constante, pero la forma cambia convirtiéndose en una elipse, cuyos semiejes son proporcionales a las diferencias de escala en cada eje.

Proyecciones cilíndricas.

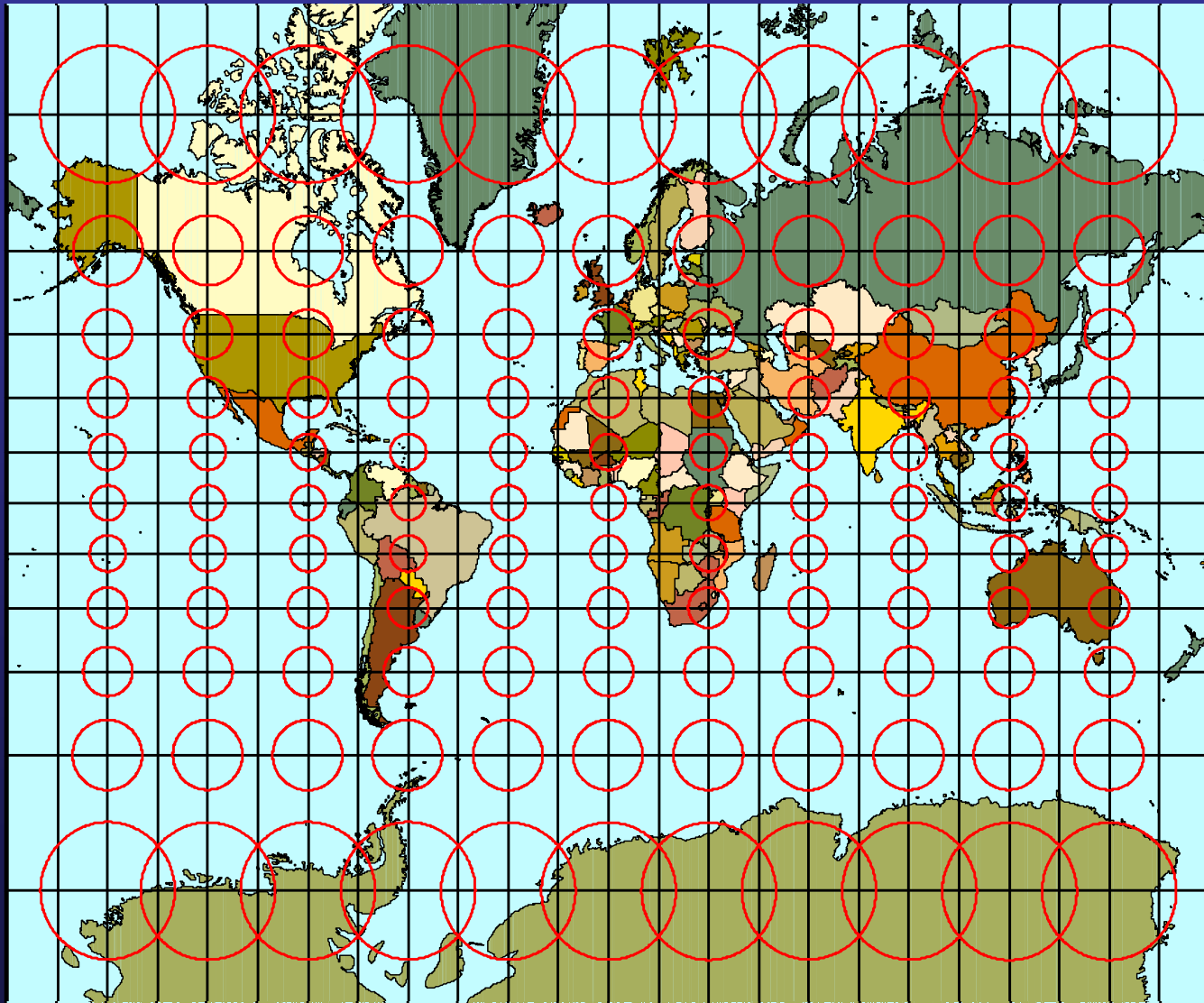


MERCATOR

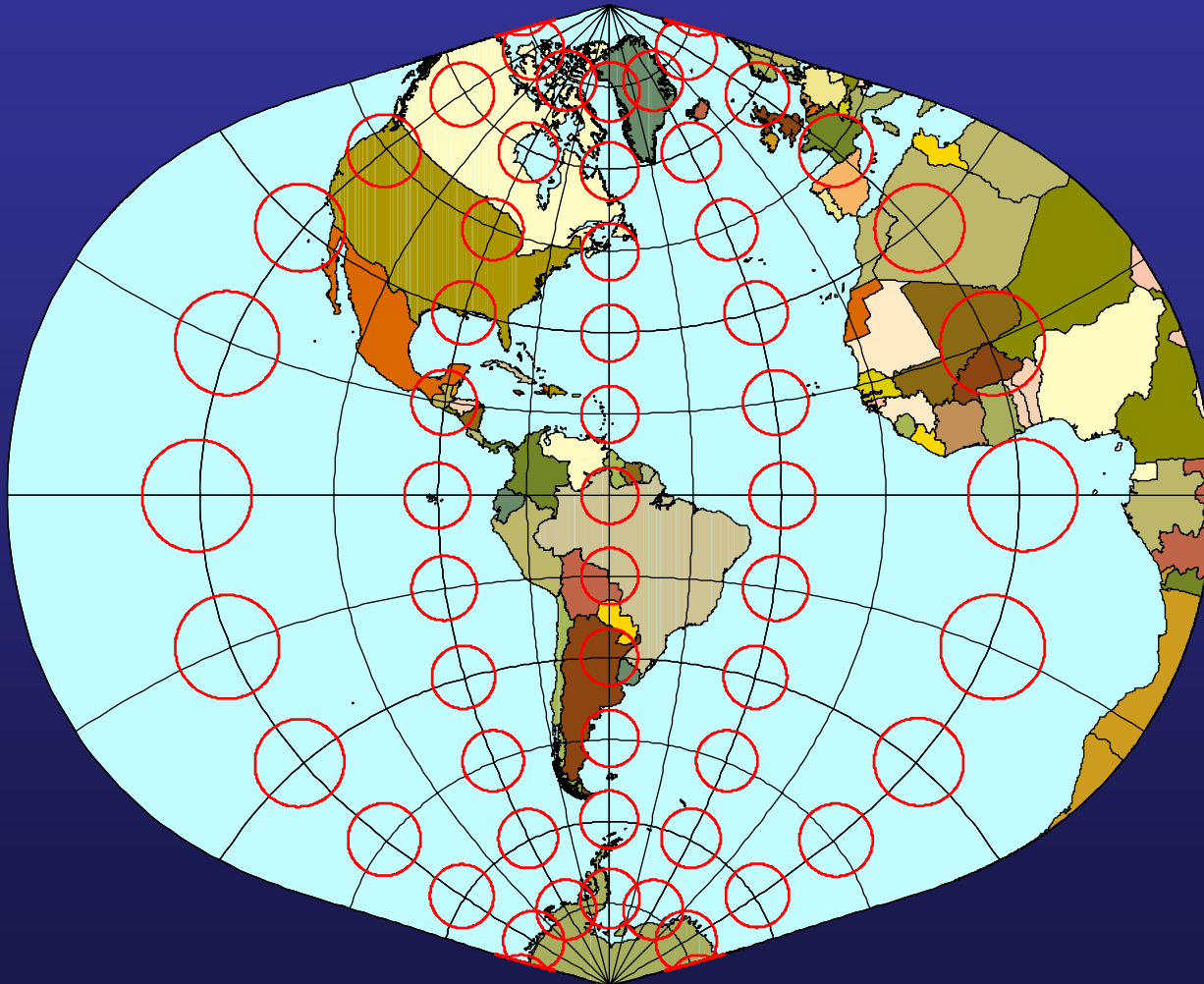
- **Conforme (preserva ángulos)**
- **Meridianos y paralelos son rectos***
- **Ambos se cruzan formando ángulos rectos.**
- **La distancia entre meridianos es constante*, entre paralelos no.**
- **Areas o distancias sufren deformaciones que aumentan al alejarse de la línea de tangencia.**

*Sólo si el cilindro es tangente en el ecuador.

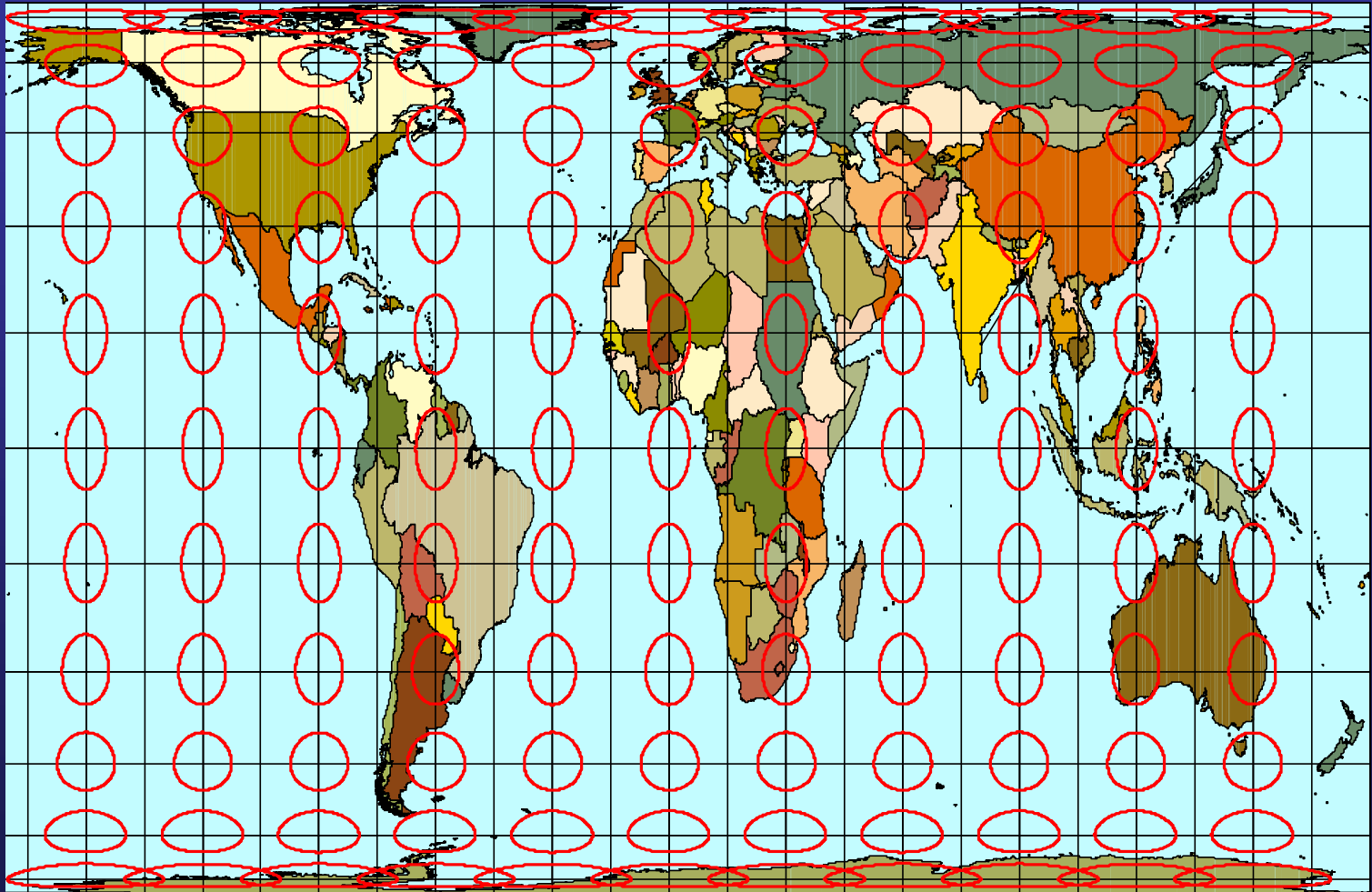
Mercator



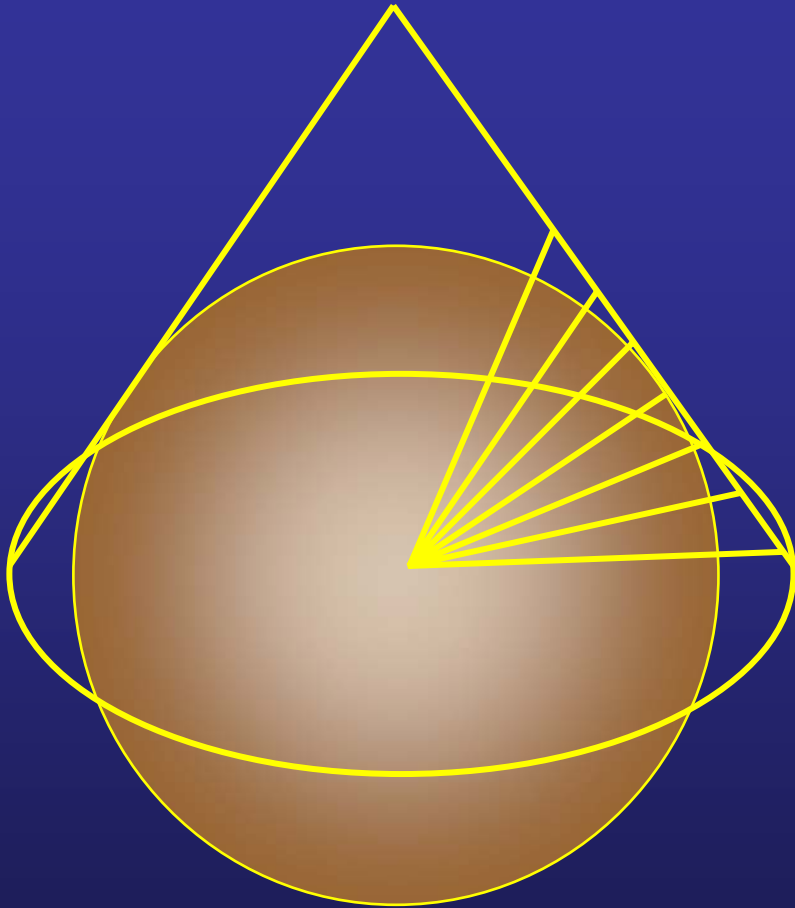
Mercator Transversa



Peters (equiárea)



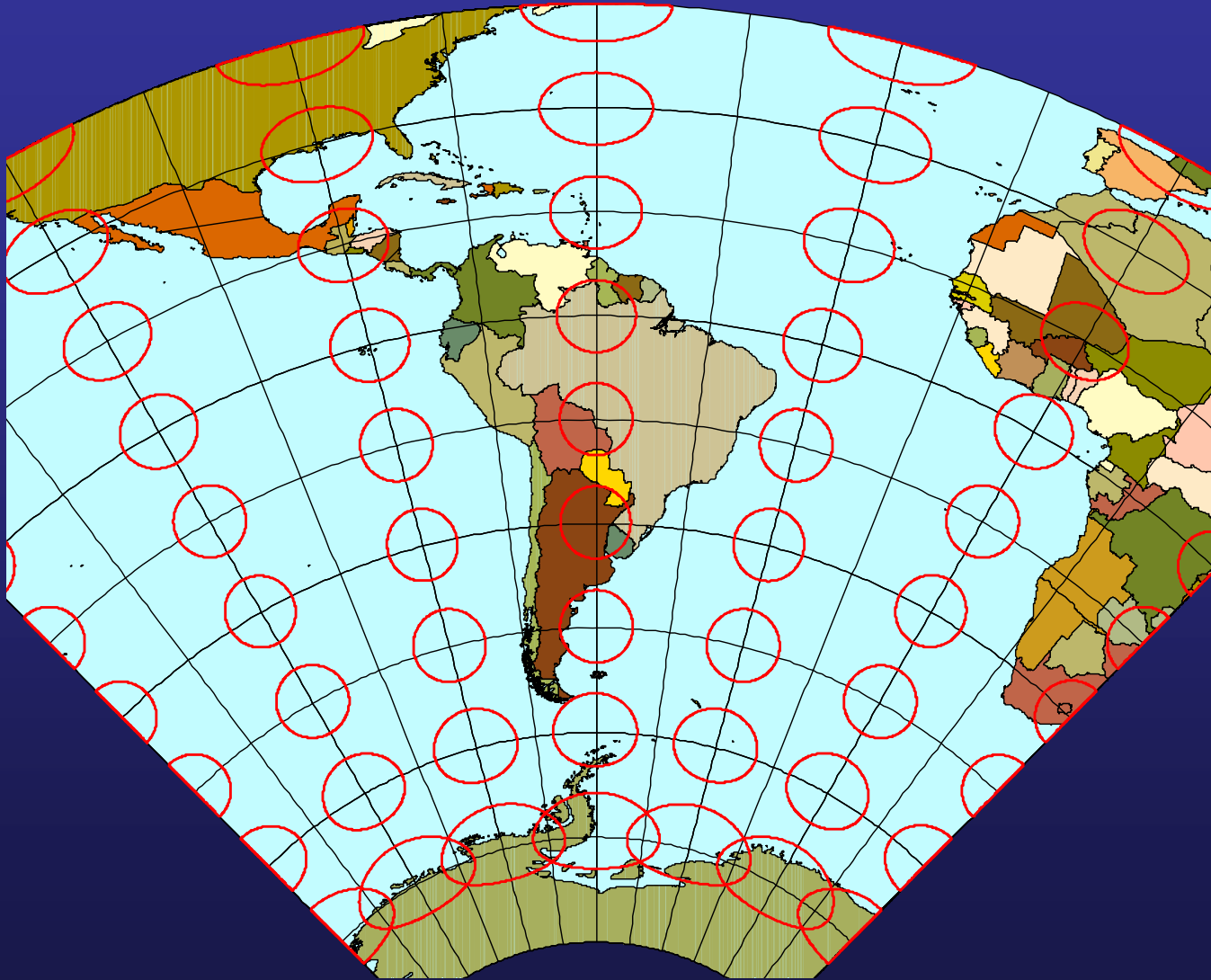
Proyecciones cónicas.



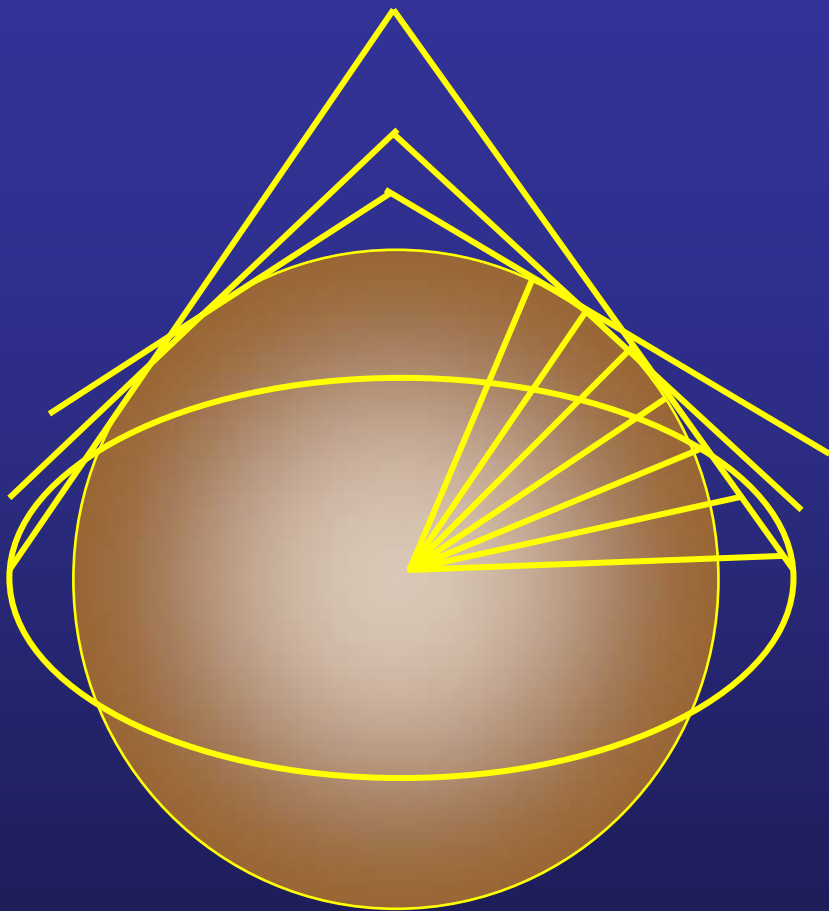
* Sólo si el cono es tangente en un paralelo.

- **Conforme (preserva ángulos)**
- **Meridianos son rectos y los paralelos segmentos de circunferencia***
- **Ambos se cruzan formando ángulos rectos.**
- **El ángulo entre meridianos es constante*, la distancia entre paralelos no (algunas variantes lo fuerzan por definición pero afectan los ángulos).**
- **Areas o distancias sufren deformaciones que aumentan al alejarse del meridiano de tangencia (mejor en latitudes medias).**

Conica Equidistante

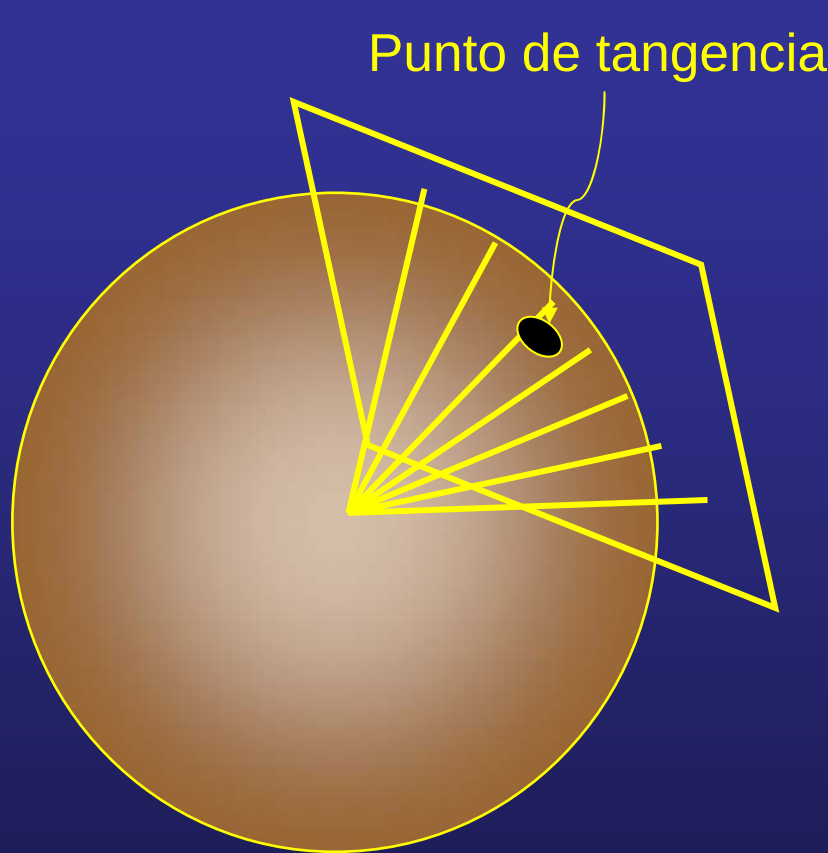


Proyecciones policónicas.



- Meridianos y paralelos son curvos (no necesariamente segmentos de circunferencia)
- Ambos se cruzan formando ángulos rectos.
- Pueden ser conformes (preservar ángulos), equidistantes (preservar distancias) y/o equiarea (preservar áreas). Sólo dos elementos a la vez
- No permiten unir cuatro cartas que tengan una esquina común.
- Se utilizan sólo para mapas de escala pequeña y para cubrir continentes o países de gran extensión.

Proyecciones planas.



- **Habitualmente conformes (preservan ángulos)**

- **Meridianos y paralelos pueden tener cualquier forma.**

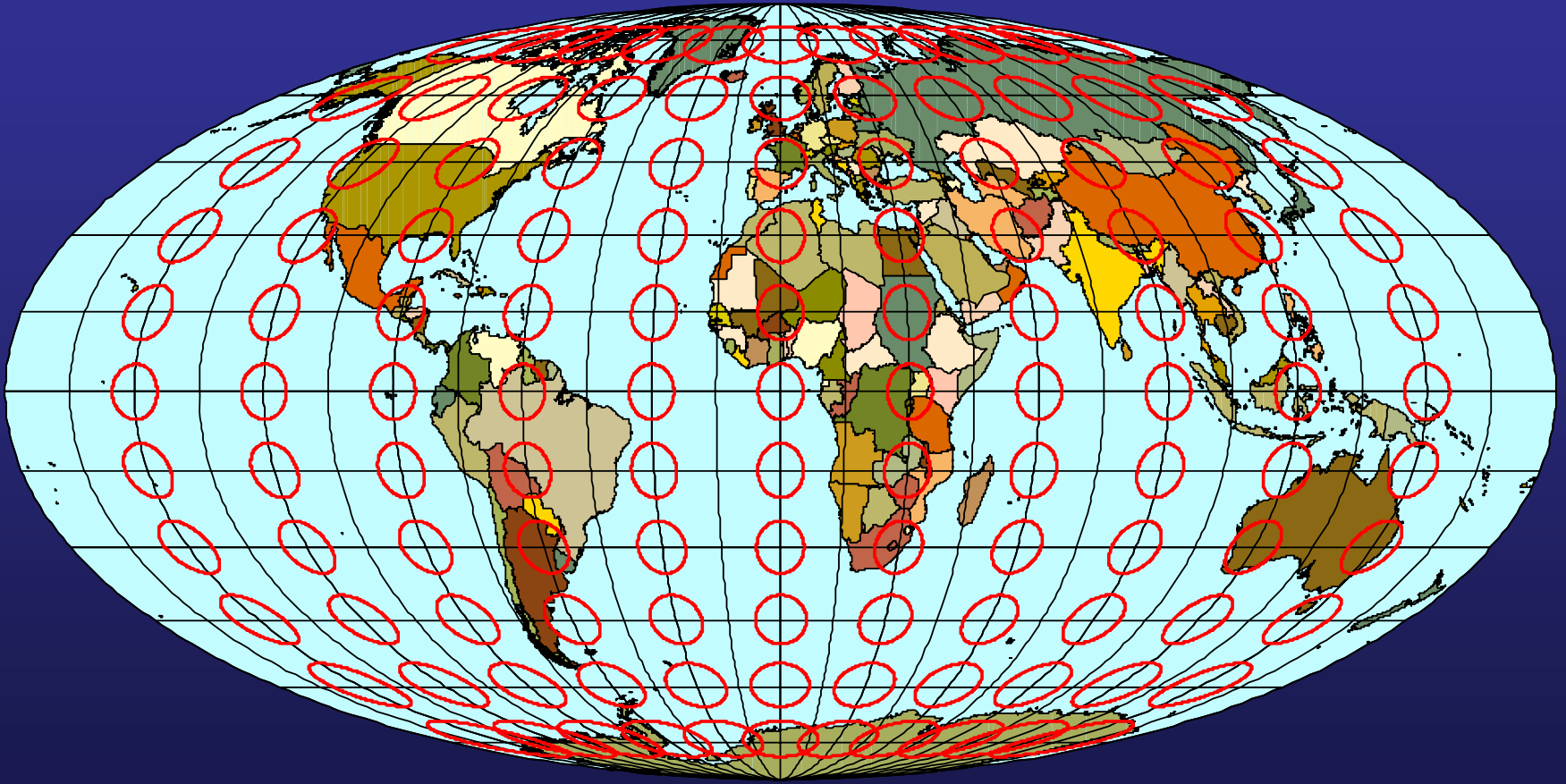
- **Ambos se cruzan formando ángulos rectos.**

- **Las distorsiones aumentan radialmente al alejarse del punto de tangencia**

- **Pueden estar orientadas en cualquier dirección (el norte puede no estar “arriba”).**

- **No pueden superponerse directamente sobre las otras proyecciones porque sus distorsiones son distintas.**

Molleweide



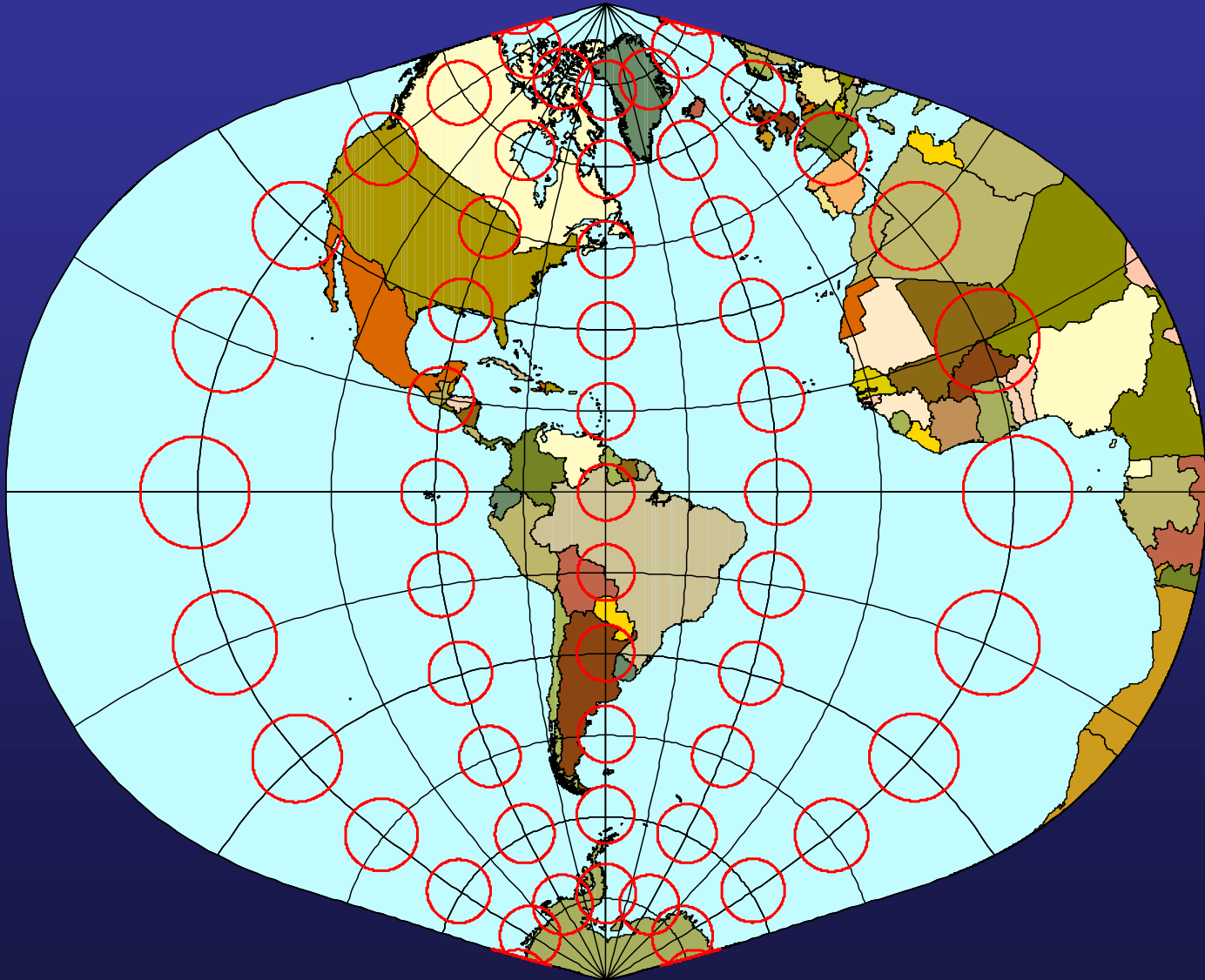
Otras: La “No Proyección”

- Los computadores no necesitan usar una representación “plana”, basta con tener coordenadas.
- Lo lógico es usar las coordenadas “naturales” de la Tierra: Latitud y Longitud.
- Esta “no proyección” no preserva ángulos, distancias ni áreas pero es muy fácil de llevar (a través de cálculos numéricos) a cualquiera de las proyecciones mencionadas (“hacer proyecciones al vuelo”).

Proyecciones usadas en Chile.

- Universal Transversa de Mercator (UTM). Proyección cilíndrica tangente a un meridiano central. Está establecida por tratados internacionales y dividida en 60 husos de 6 grados de ancho, a Chile le corresponden los husos 12 (Isla de Pascua), 18 (Constitución al sur y oeste) y 19 (Centro, Norte y extremo austral). Usada sólo en tierra.
- Mercator. Proyección cilíndrica tangente en el Ecuador. Usada en cartografía marítima.
- Policónica modificada de Lallemand. Definida como estándar internacional en 1909 pero abandonada en 1924, es casi una curiosidad. Usada en los mapas escala 1:1.000.000 y menores. Recientemente ha sido reemplazada por la Proyección Policónica de Lambert, más simple y más utilizada en otros países.

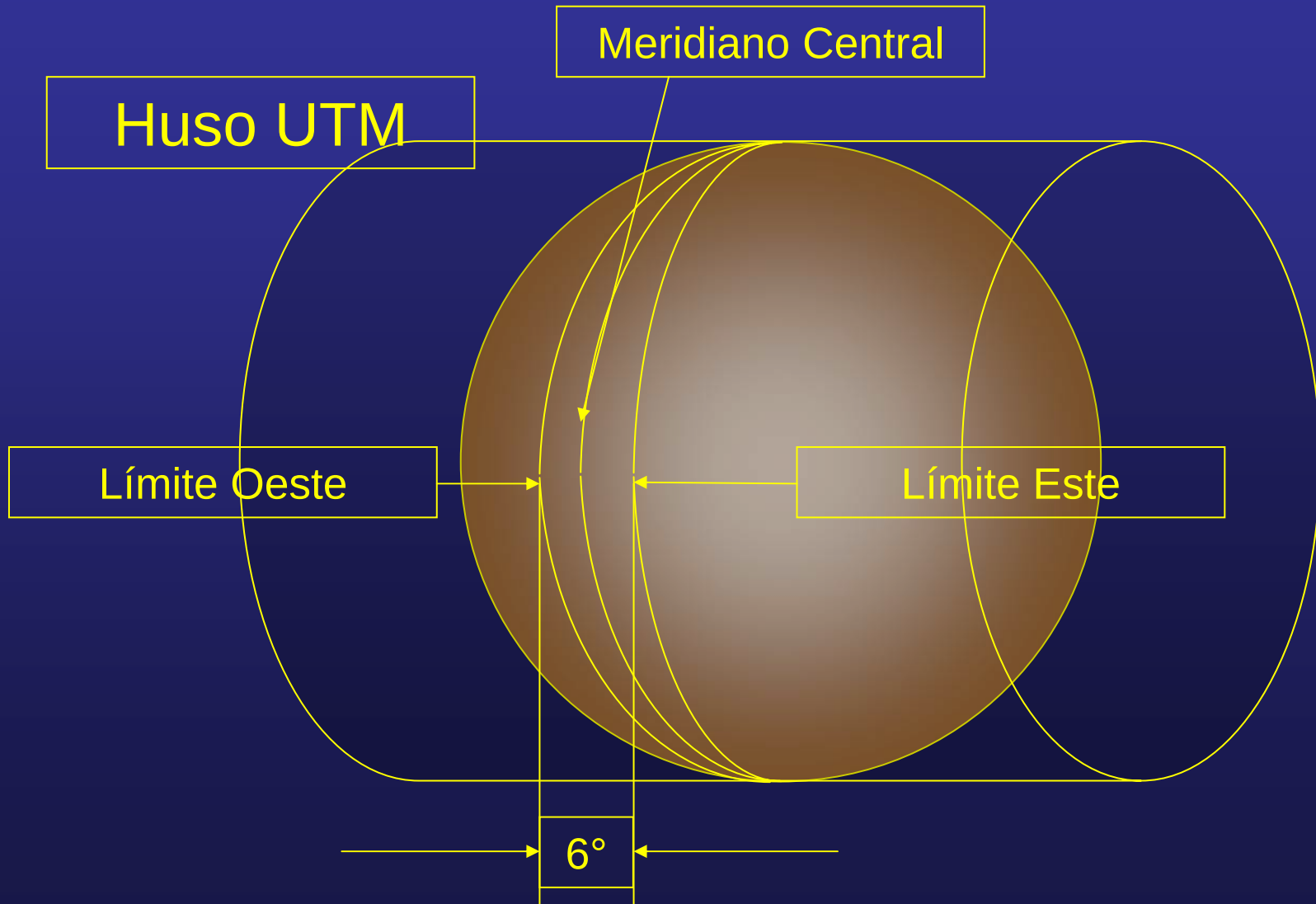
Transversa de Mercator



Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

- Es una proyección cilíndrica conforme que se limita, por definición, en su cobertura territorial para mantener las distorsiones dentro de un mínimo aceptable.
- Es estándar para todos los países cosignatarios del acuerdo que la creó (en la práctica, todo el mundo).
- Se usa en husos de 6 grados de longitud de ancho, tres grados a cada lado del “meridiano central”, lo que resulta en un ancho de alrededor de 700 kilómetros en el Ecuador (que va disminuyendo hacia los polos)
- No se utiliza más allá de los 80 grados de latitud sur ni de los 84 grados de latitud norte.

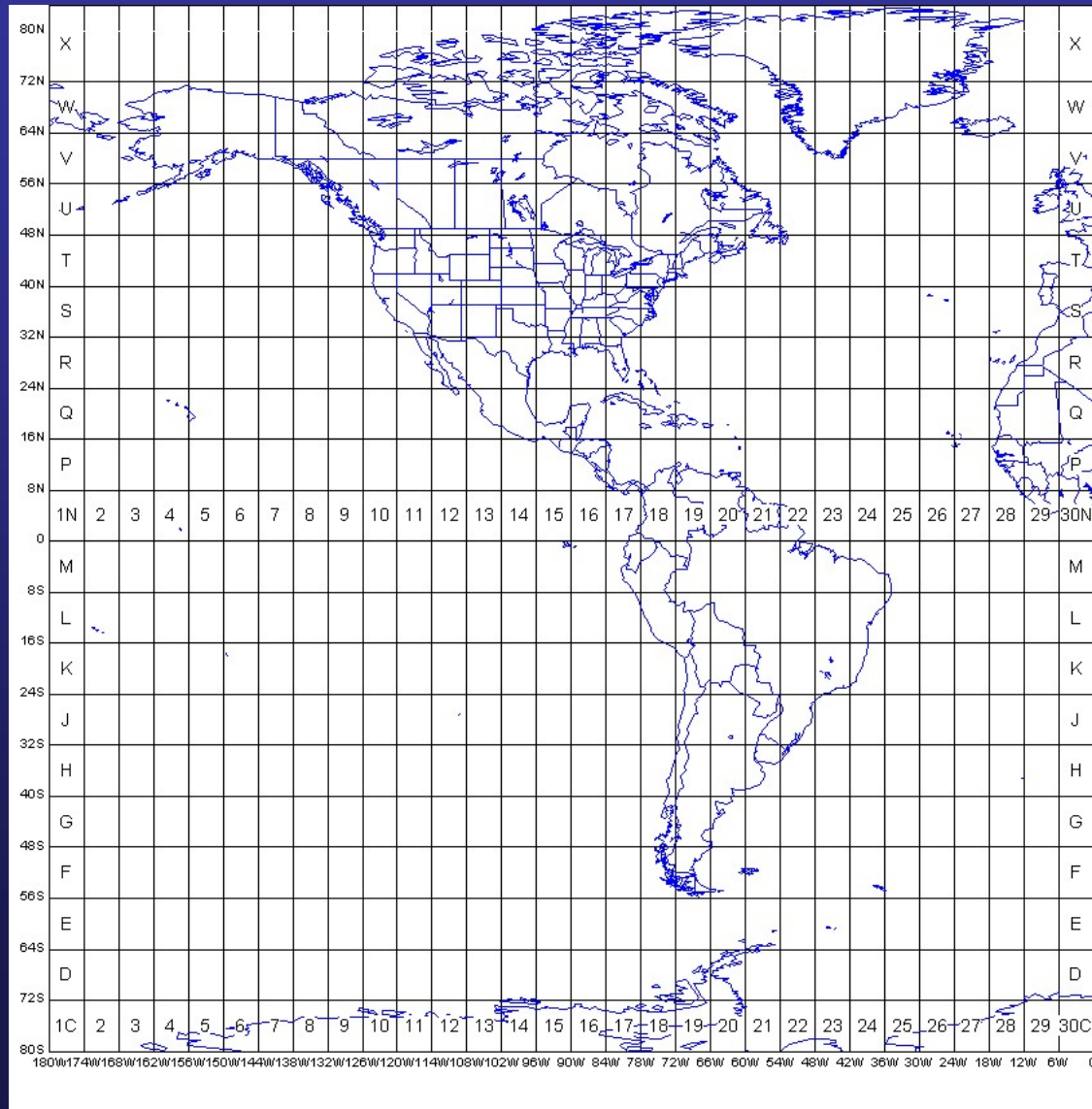
Características básicas de la Proyección UTM



Los husos y zonas UTM

- Hay 60 husos UTM ($360/6$).
- Sólo se utiliza desde los 84° N hasta los 80° S.
- Se numeran desde los 180° W (180° a 174° corresponde al huso 1) incrementando hacia el este. Santiago está en el huso 19.
- Para evitar los números negativos, cada huso está dividido en dos zonas: norte y sur, separados por la línea del Ecuador.
- Las unidades utilizadas para las coordenadas son metros (pero recuerde que son metros de la proyección y no metros de la realidad).

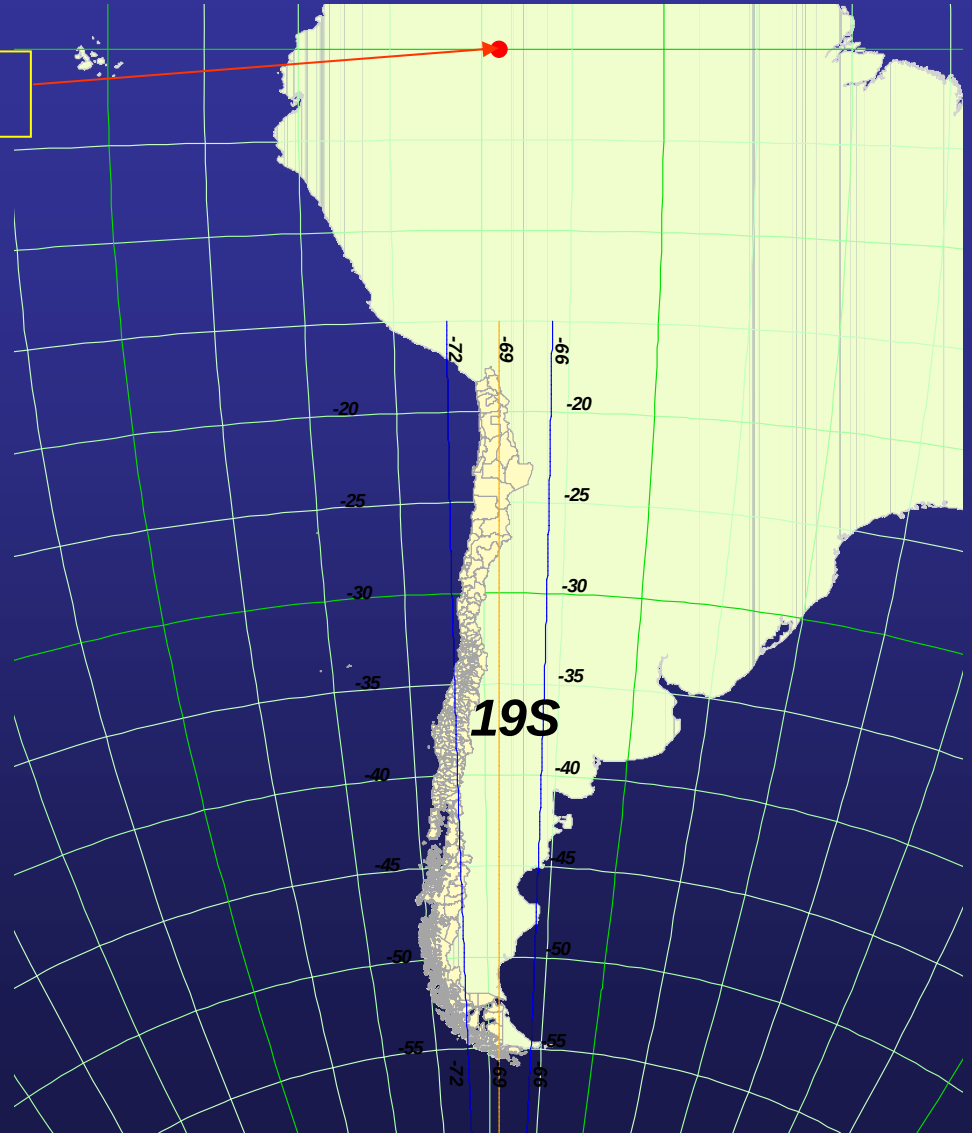
Zonas (Husos) UTM



UTM en Chile

Centro de la Proyección (0,0)

- Para evitar números negativos el centro de la proyección es asignado con los valores 500.000 en el eje x y 10.000.000 (para el hemisferio sur) en el eje y.
- Esto se denomina “falso este” (false easting) y “falso norte” (false northing).
- En el hemisferio norte el false northing es cero (**CUIDADO: este es el valor que los SIG usan por defecto**).



UTM, las distorsiones

- La distorsión de tamaños (distancias y áreas) aumenta a medida que se aleja del meridiano central.
- Para mitigar el impacto de este hecho, se utiliza un factor de escala levemente menor a 1 (0,9996) lo que hace que a lo largo del meridiano central las distancias sean un 0,04% menores que en la realidad y en los bordes (en el Ecuador) sean un 0,04% mayores que lo que se mide en terreno. Existen dos franjas a cada lado del meridiano central (aproximadamente a 220 Km de él) en las que el factor de escala es exactamente igual a 1.

Factor de escala = 1



Tangente

Factor de escala = 0.9996



Secante

UTM, en Chile

- Debido a que la UTM fue definida por acuerdo internacional, los husos no satisfacen plenamente los deseos de todos. En Chile, la división entre husos está en el meridiano 72W que corta al país de norte a sur (desde Pichilemu al alto Bio-Bio y en Magallanes) haciendo necesario el uso de algoritmos para “cambiar de huso” los datos de uno y otro lado.
- Las coordenadas UTM se utilizan como un equivalente de las coordenadas geográficas (latitud y longitud) pero es peligroso porque la relación entre estas y aquellas es función del Datum...

UTM, Huso 18 o 19?

