

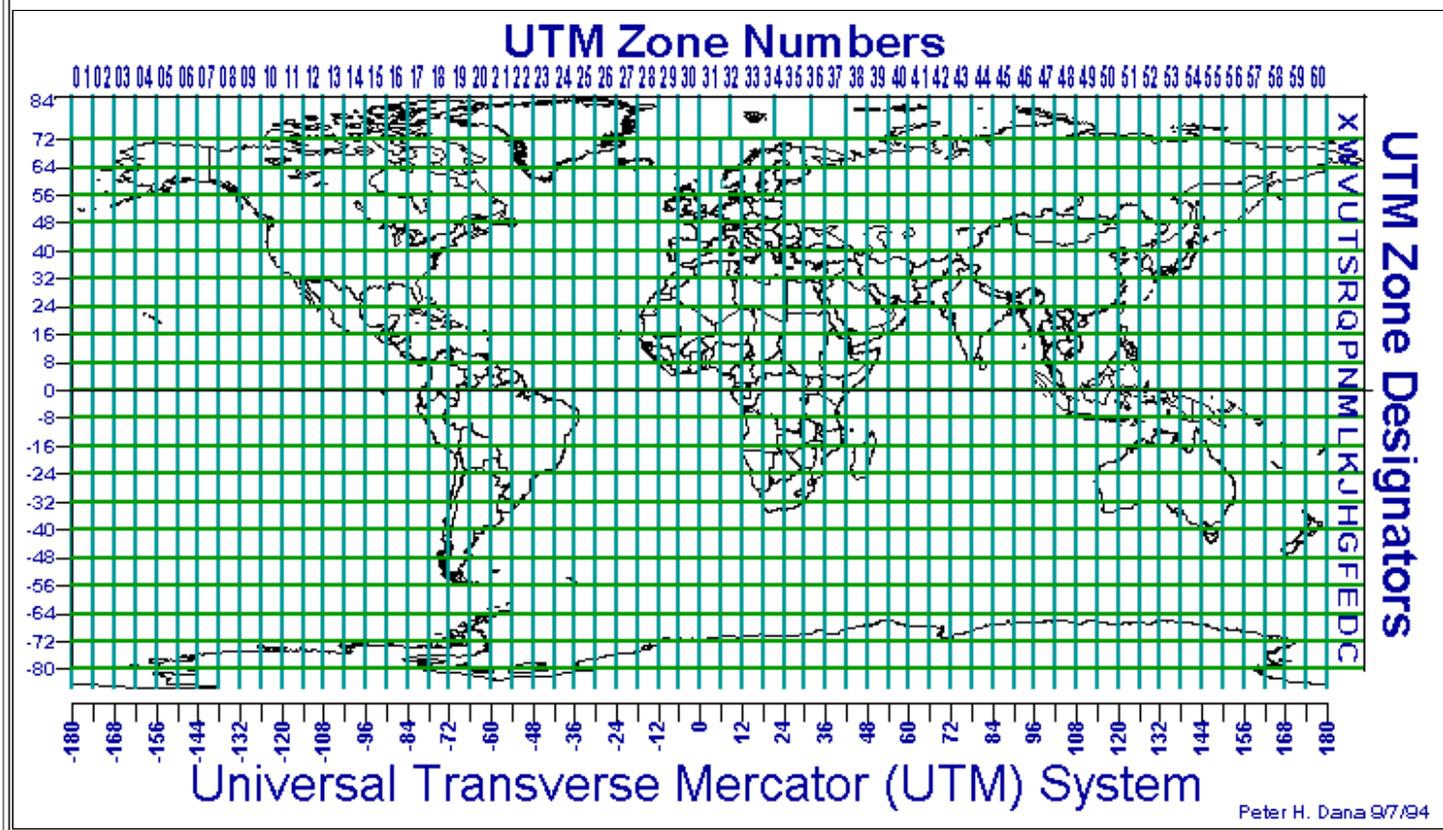
CARACTERÍSTICAS DE LAS COORDENADAS UTM Y DESCRIPCIÓN DE ESTE TIPO DE COORDENADAS

Por Antonio R. Franco, escrito el 11/9/99

Revisado el 13/9/2000

CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS UTM

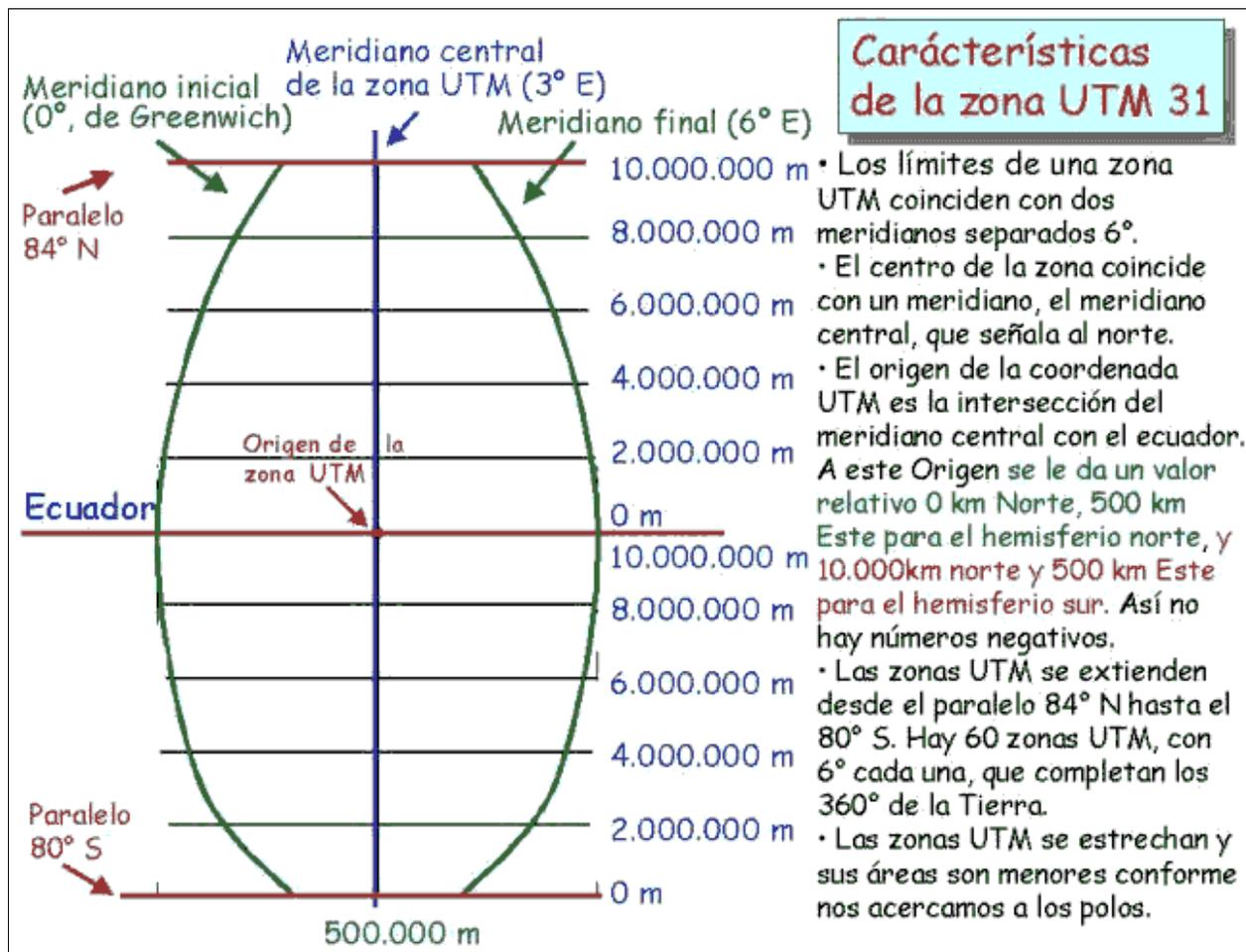
- Aquí teneis una representación de las 60 zonas UTM de la Tierra. Dibujo realizado por Peter H. Dana, de la Universidad de Texas. **Es importante destacar aquí que a las zonas, también se les llama husos.** Por lo que podemos decir que la Tierra esta dividida en 60 husos, y podemos hablar del huso 30, del huso 31, etc.
- **Cada zona UTM está dividida en 20 bandas** (desde la C hasta la X)
 - Las bandas C a M están en el hemisferio sur
 - Las bandas N a X están en el hemisferio norte.
- Una regla útil es acordarse de que cualquier banda que esté por encima de N (de norte) está en el hemisferio norte.
- Las primeras 19 bandas (C a W) están separadas o tienen una altura de 8° cada una. La banda 20 o X tiene una altura de 12°
- España está incluida en las zonas/husos 28 (Islas Canarias), 29 (Galicia), 30 (Centro de España y España occidental), y 31 (España oriental e Islas Baleares).
- También quisiera destacar que en el esquema de abajo, y por razones didácticas y por simplificación, se representa cada



DESCRIPCIÓN DE LAS COORDENADAS UTM

- **Por definición, cada zona UTM tiene como bordes o tiene como límites dos meridianos separados 6°.**
- Esto crea una relación entre las coordenadas geodésicas angulares tradicionales (longitud y latitud medida en grados) y las rectangulares UTM (medidas en metros) y permite el diseño de fórmulas de conversión entre estos dos tipos de coordenadas.

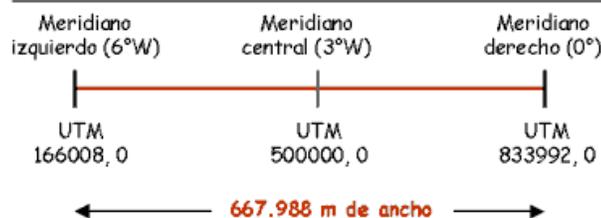
- La línea central de una zona UTM siempre se hace coincidir con un meridiano del sistema geodésico tradicional, al que se llama **MERIDIANO CENTRAL**. Este meridiano central define el origen de la zona UTM (ver adelante).
- En realidad, este esquema no está dibujado a escala. La altura de una zona UTM es 20 veces la distancia cubierta por la escala horizontal. Se ha dibujado así por razones de espacio.



- Por tanto, los límites este-oeste de una zona UTM está comprendida en una región que está 3° al Oeste y 3° al Este de este meridiano central. Los meridianos centrales están también separados por 6° de longitud.
- Los límites Norte-Sur de una zona UTM es aquella comprendida entre la latitud 84° N, y la latitud 80° S. El resto de las zonas de la Tierra (las zonas polares) están abarcadas por las **coordenadas UPS** (Universal Polar Stereographic).
- Cuando se considera la orientación norte-sur, una línea de una zona UTM coincide con los meridianos de las coordenadas angulares **SÓLO** en el meridiano central.
- En el resto de la zona no coinciden las líneas de la zona UTM (el grid) con los meridianos. Estas diferencias se acentúan en los extremos derecho e izquierdo de la zona UTM, y se hacen mayores conforme nos alejamos del meridiano central.
- Por esta razón, en una zona UTM, la **ÚNICA** línea (de grid) que señala al verdadero norte es aquella que coincide con el meridiano central. Las demás líneas de grid en dirección norte-sur se desvían de la dirección del polo norte verdadero. El valor de esta desviación la llaman **CONVERGENCIA DE CUADRÍCULA**. Los mapas topográficos de cierta calidad suelen incluir esta información referenciándola con el centro del mapa. La declinación en el hemisferio norte es Oeste cuando el valor de Easting es inferior a 500.000 metros, y es Este cuando es mayor de 500.000 metros. Ver el esquema de arriba para verlo mejor.
- Puesto que un sistema de coordenadas rectangulares como el sistema UTM no es capaz de representar una superficie curva, **existe cierta distorsión**. Considerando las 60 zonas UTM por separado, esta distorsión es inferior al 0,04%.

- **Cuando se considera la orientación este-oeste**, sucede un fenómeno parecido. **Una línea UTM coincide con una sola línea de latitud: la correspondiente al ecuador. Las líneas de grid de la zona UTM se curvan hacia abajo conforme nos movemos al norte y nos alejamos del meridiano central, Y NO coinciden con las líneas de los paralelos.** Esto se debe a que las líneas de latitud son paralelas al ecuador en una superficie curva, pero las líneas horizontales UTM son paralelas al ecuador en una superficie plana.
- Una zona UTM siempre comprende una región cuya **distancia horizontal al Este (Easting) es siempre inferior a 1.000.000 metros** (de hecho, la "anchura" máxima de una zona UTM tiene lugar en el ecuador y corresponde aproximadamente a 668 km, ver adelante). **Por eso siempre se usa un valor de Easting de no más de 6 dígitos cuando se expresa en metros.**
- Para cada hemisferio, una zona UTM siempre comprende una región cuya **distancia vertical (Northing) es inferior a 10.000.000 metros** (realmente algo más de 9.329.000 metros en la latitud 84° N). **Por eso siempre se usa un valor de Northing de no más de 7 dígitos cuando se expresa en metros.**
- **Por esta razón siempre se usa un dígito más para expresar la distancia al norte (Northing) que la distancia al este (Easting).**
- **Por convenio, se considera EL ORIGEN de una zona UTM al punto donde se cruzan el meridiano central de la zona con el ecuador.** A este origen se le define:
 - con un valor de **500 km ESTE, y 0 km norte** cuando consideramos el **hemisferio norte**.
 - con un valor de **500 km ESTE y 10.000 km norte** cuando consideramos el **hemisferio sur**
- **OJO. Eso significa que los extremos izquierdo y derecho de la zona UTM no corresponden nunca a las distancias 0 y 1000 km, respectivamente. Eso es así porque la zona UTM nunca tiene un ancho de 10.000 km. Recordar que 6° de longitud equivalen a una distancia aproximada de 668 km en el ecuador, y se hace menor conforme aumenta la latitud hacia ambos polos, porque la Tierra es casi una esfera.**
- **Al dar al origen (punto medio de la zona) un valor de 500 km, decimos que estamos dando un FALSO ORIGEN, y además, UN FALSO EASTING y un FALSO NORTHING.** Se pretende de esta forma que nunca se usen valores negativos.
- **¡SORPRESA!** (y además algo difícil de explicar). Si tuvierais una oportunidad, observaréis que algunos mapas digitales, como los de la Junta de Andalucía, están todos referenciados usando la zona UTM 30. ¿Cómo puede ser esto posible si Andalucía, por tomar un ejemplo, está comprendido en las zonas UTM 29 y 30?. Voy a tratar de explicarlo .
 - La zona UTM 30 tiene como límites los paralelos 6° W (en el extremo izquierdo) y 0° (meridiano de Greenwich, en el extremo derecho). He mirado la [gráfica de arriba](#) para saberlo.
 - Esto significa que en la parte central de la zona 30 tiene que estar **por definición** el meridiano central 3° W. También por definición decimos que sus coordenadas UTM deben ser, **en el ecuador, UTM 30N 500000, 0** (recuerda, en el ecuador, el valor del norte es 0 (cero).
 - La **esquina izquierda** de la zona UTM 30 **en el ecuador** debe ser por tanto referida como zona **UTM (166008, 0)**. ¿Cómo lo he sabido?. Esta esquina izquierda tiene las coordenadas 6°W; 0°N. Lo único que tengo que hacer ahora es convertir este valor en coordenadas UTM con un programa como OZExplorer que hace las conversiones por mí.
 - Por las mismas razones, **la esquina derecha** de la zona UTM 30, tiene las coordenadas 0°E; 0°N, y debe coincidir con las coordenadas **UTM (833992, 0)**. Esto se puede determinar bien porque o lo convierto directamente con OZExplorer, o porque sé que la mitad de una zona UTM **en el ecuador** equivale aproximadamente a 333.992 metros ($500.000 - 166008 = 333.992$ metros, luego la esquina derecha es $500.000 + 333.992 = 833.992$ metros). Esto también significa que 6° en el ecuador, la anchura máxima de una zona UTM es de 667988 metros.

Detalles de la zona UTM 30 en el ecuador



- o Entonces, ¿que significaría que alguien te diera un valor de este (Easting) de UTM 30 120000 0?. **En el Ecuador**, este límite de 120.000 metros de Easting está por debajo de los 166.008 metros del extremo izquierdo de la zona UTM 30. Esto significa, ni más ni menos, que en realidad estamos hablando de unas coordenadas comprendidas en la zona UTM 29, y no en la zona 30. Sería exactamente la coordenada UTM 29N 788000 0. Programas como OZIEplorer hacen esas conversiones directamente por tí. Por las mismas razones, cualquier región expresada en el Ecuador con valores de este superiores a UTM 30N 833993 indicaría que está localizada en la zona UTM 31.

• **MAS SORPRESAS. ¿Por qué he hecho tanto énfasis en señalar "el Ecuador" en estas discusiones?**

- o La razón estriba en que las bandas UTM NO TIENEN LA MISMA ANCHURA y, por ende, el misma área. La anchura de una zona UTM es máxima en el Ecuador, pero va disminuyendo conforme nos vamos acercando a los polos en ambos hemisferios por igual. No puede ser de otra forma, ya que la Tierra es (casi) una esfera, donde las distancias de los meridianos se estrechan cuando nos acercamos a los polos (de hecho, en los polos, el valor de longitud de los meridianos es cero).
- o Por ejemplo:

Estas dos imágenes están capturadas de OZIEplorer, y señalan los mismos waypoints en dos formatos diferentes. Arriba en latitud y longitud. Hemos definido los bordes izquierdo y derecho, así como el meridiano central. Abajo vemos las mismas coordenadas en UTM. Fijaros en los límites de la zona UTM (166008, 833991) en el Ecuador, cuando los valores de norte (Northing) es 0 y la latitud es 0°. Hablamos **que la anchura de la zona UTM 30 en el Ecuador es de $833.991 - 166.008 = 667.983$ metros.**

Name	Latitude	Longitude	Symbol	Description
IZQUIERD	0 00.000	-6 00.000	0	Borde izquierdo zona UTM30 en Ecuador
CENTRO	0 00.000	-3 00.000	0	Origen de zona UTM 30
DERECHO	0 00.000	0 00.001	0	Borde derecho zona UTM30 en Ecuador

Name	Zone Easting	Northing	Symbol	Description
IZQUIERD	30N 166008	0	0	Borde izquierdo zona UTM30 en Ecuador
CENTRO	30N 500000	0	0	Origen de zona UTM 30
DERECHO	30N 833991	0	0	Borde derecho zona UTM30 en Ecuador

Estas vuelven a ser imágenes capturadas de OZIEplorer tomadas de nuevo en los límites izquierdo y derecho de la misma zona UTM 30 (ver los valores de longitud) cuando la **latitud es de 36°**. Esta vez, los límites izquierdo y derecho de la zona UTM30 corresponden a 229.567 y 770.432 m, respectivamente. **La anchura de la zona UTM 30 en la banda S (en Andalucía) es de 540.865 metros.**

Name	Latitude	Longitude	Symbol	Description
IZQUIERD	36 00.000	-6 00.000	0	Borde izquierdo zona UTM30 en latitud 36
CENTRO	36 00.000	-3 00.000	0	Origen de zona UTM 30 en latitud 36°
DERECHO	36 00.000	0 00.001	0	Borde derecho zona UTM30 en latitud 36°

Name	Zone Easting	Northing	Symbol	Description
IZQUIERD	30S 229567	3988176	0	Borde izquierdo zona UTM30 en latitud 36
CENTRO	30S 500000	3984012	0	Origen de zona UTM 30 en latitud 36°
DERECHO	30S 770432	3988176	0	Borde derecho zona UTM30 en latitud 36°

En la **latitud 80°** (casi en el límite de la zona), **la anchura de la zona UTM 30** es de sólo $558.135 - 441865 = 116.270$ metros. Insisto a que esto es debido a que el meridiano en esta región es de mucha menor longitud que en el Ecuador.

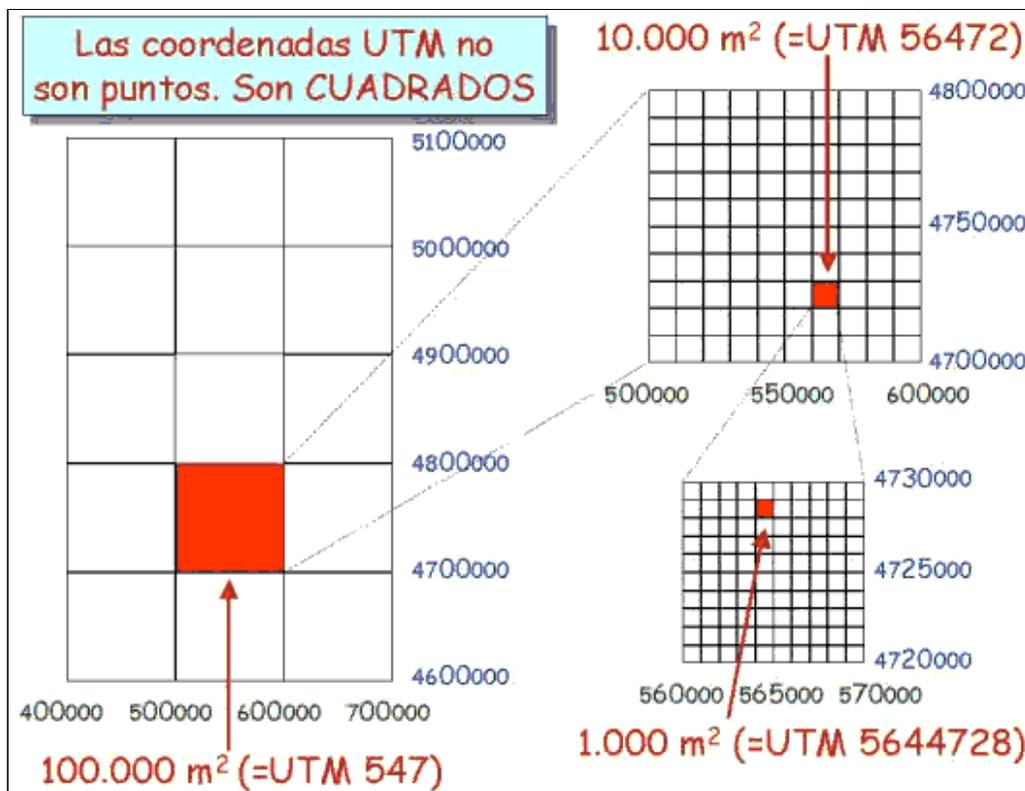
Name	Latitude	Longitude	Symbol	Description
IZQUIERD	80 00.000	-6 00.000	0	Borde izquierdo zona UTM30 en latitud 80
CENTRO	80 00.000	-3 00.000	0	Origen de zona UTM 30 en latitud 80°
DERECHO	80 00.000	0 00.001	0	Borde derecho zona UTM30 en latitud 80°

Name	Zone Easting	Northing	Symbol	Description
IZQUIERD	30X 441865	8883348	0	Borde izquierdo zona UTM30 en latitud 80
CENTRO	30X 500000	8881849	0	Origen de zona UTM 30 en latitud 80°
DERECHO	30X 558135	8883348	0	Borde derecho zona UTM30 en latitud 80°

- Una curiosidad más. ¿Sabrías porqué las coordenadas UTM 30N 833992 0 y la UTM 31N 166008 0 son en realidad las mismas coordenadas?

LAS COORDENADAS UTM NO CORRESPONDEN A UN PUNTO, SINO A UN CUADRADO

- Siempre tendemos a pensar que el valor de una coordenada UTM corresponde a un punto determinado o a una situación geográfica discreta.
- Esto no es verdad. **Una coordenada UTM siempre corresponde a un área cuadrada** cuyo lado depende del grado de resolución de la coordenada.
- **Cualquier punto comprendido dentro de este cuadrado (a esa resolución en particular) tiene el mismo valor de coordenada UTM.**
- El valor de referencia definido por la coordenada UTM no está localizado en el centro del cuadrado, **sino en la esquina inferior IZQUIERDA** de dicho cuadrado.



- **UNA ZONA UTM, SIEMPRE SE LEE DE IZQUIERDA A DERECHA (para dar el valor del Easting), Y DE ARRIBA A ABAJO (para dar el valor del Northing). Esto quiere decir:**
 - **Que el valor del Easting corresponde a la distancia hacia el Este desde la esquina inferior izquierda de la cuadrícula UTM.**
 - **Que el valor de Northing siempre es la distancia hacia el norte al Ecuador (en el hemisferio norte).**
- Mientras mayor sea el número de dígitos que usemos en las coordenadas, menor sea el área representada.
- **Normalmente, el área que registran los GPS coincide con el valor de un metro cuadrado**, ya que usan 6 dígitos para el valor de Easting y 7 dígitos para el Northing.

- Aquí tenéis un ejemplo de una coordenada tipo UTM con una baja resolución (comprende un cuadrado con 1000 metros de lado). El primer valor (30S) nos indica la **zona** y la **banda** en la que estamos. **Como tiene una letra superior a M, nos indica que estamos hablando de una zona en el hemisferio norte.** La mejor forma de saber cuál es nuestra zona es mirándola en un mapa que tenga representada la cuadrícula de coordenada UTM.

- Los siguientes dígitos corresponden a las coordenadas en sí. **La distancia del Easting siempre ocupa un dígito menos que el de Northing**. Como esta coordenada tiene 7 dígitos, el Easting ocupa los 3 primeros valores, y el Northing los 4 últimos.
- **Por definición, el valor de Easting del punto central (que coincide con el meridiano central) de la retícula UTM es siempre de 500 km**. Cualquier punto a la izquierda de éste meridiano central tendrá un valor inferior a 500, como es este caso (345). Cualquier punto situado a la derecha del meridiano central tendrá un valor superior a 500. Por tanto, estamos alejados a 155 km (500-345) del meridiano central. También podemos decir que estamos alejados 345 km hacia el Este desde el margen izquierdo de la zona UTM.
- Los 4 últimos dígitos nos indican que estamos alejados 4196 km al norte del ecuador.
- Recordar que esta coordenada señala un cuadrado de 1.000 km².

EJEMPLO DE VALOR DE COORDENADA UTM CON UNA RESOLUCIÓN DE 1000 METROS

La zona 30 se expande desde 6°W a 0° (meridiano de Greenwich), con el meridiano 3° en el centro. Este valor debe obtenerse observando un mapa.

Número de zona UTM

30S

Letra de Banda de latitud UTM

La región "S" se expande desde 32°N a 40°N (se obtiene del mapa). A efectos prácticos sirve para indicar rápidamente en qué hemisferio estamos, ya que por encima de "M" estamos en el norte

Aquí se ha usado 3 dígitos que indica que este cuadrado de 1000 metros de lado (no punto) está a 155 km al Oeste (500-345) del meridiano central de la zona. Ver texto para mayor explicación.

Distancia hacia el ESTE

3454196

Distancia hacia el NORTE

Aquí se ha usado 4 dígitos (siempre un dígito más que la distancia que señala al Este), e indica que este "cuadrado" (no punto) está a 4196 km al Norte del Ecuador.

- En esta tabla tenéis descritas la misma coordenada UTM con diferentes resoluciones, que oscilan desde áreas cuadradas que sólo tienen 1 metro de lado hasta aquella que tiene 100.000 metros.
- No hay límite de resolución en una coordenada UTM. Se pueden definir áreas cuyos lados sean centímetros, milímetros, etc.

COORDENADAS UTM: LA RESOLUCIÓN DETERMINA EL NÚMERO DE DÍGITOS.

Coordenadas UTM	Zona y banda	Metros al Este	Metros al Norte	Resolución
30S 3546784891567	30 S	354678	4891567	1 metro
30S 35467489156	30 S	354670	4891560	10 m
30S 354648915	30 S	354600	4891500	100 m
30S 3544891	30 S	354000	4891000	1000 m
30S 35489	30 S	350000	4890000	10.000 m
30S 348	30 S	300000	4800000	100.000 m