



Subdirección General de Astronomía y Geodesia  
Red de Infraestructuras Geodésicas

**GRAFSCAN**  
Cartográfica de Canarias, S.A.

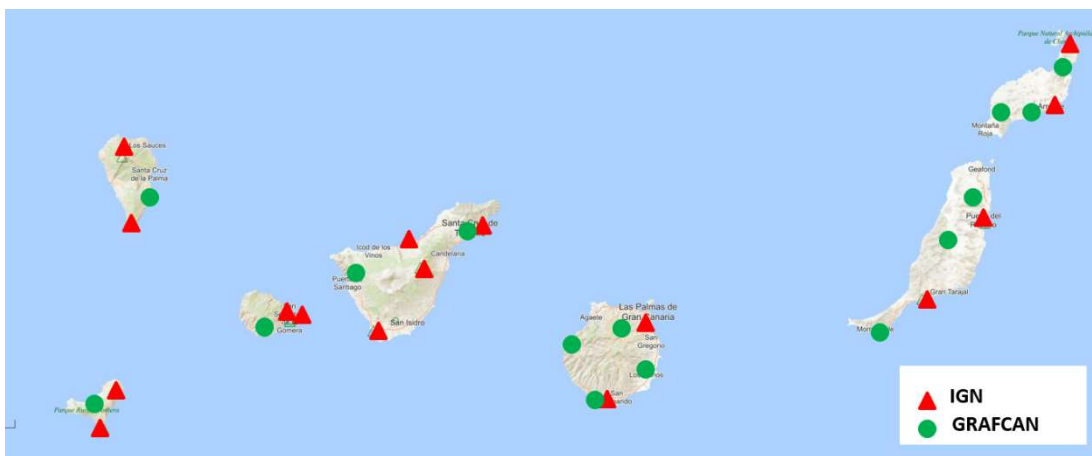
# REGCAN95:

NUEVAS COORDENADAS DE LAS REDES GNSS ACTIVAS DE  
LAS ISLAS CANARIAS

Febrero 2024

## 1. EL SISTEMA REGCAN95

El 1 de febrero de 2024 se ha llevado a cabo una modificación en las coordenadas REGCAN95 de las estaciones GNSS activas de Canarias. En la actualidad existen dos redes GNSS activas en el archipiélago de carácter público que proporcionan servicios de posicionamiento en tiempo real y ficheros para post-proceso. Una de ellas es la Red de Estaciones Permanentes de Canarias, propiedad de la empresa del Gobierno Canario GRAFCAN y la otra es la Red Geodésica Nacional de Estaciones de Referencia GNSS (ERGNSS) del Instituto Geográfico Nacional (IGN).



*Redes GNSS activas públicas en las Islas Canarias*

La primera realización de REGCAN95 quedó definida a raíz de la campaña geodésica en los vértices REGENTE de las islas realizada en 1994 con GPS y en la práctica, su definición quedó materializada a partir de las coordenadas de la estación permanente GPS de Maspalomas (MASP) en el marco ITRF93 (época 1994,9) (*International Terrestrial Reference Frame 1993*). A partir de esta estación se observó y calculó una primera red, denominada "red de enlace", con dos vértices fundamentales en cada una de las islas. La observación de esta red (12 vértices) consistió en la observación simultánea, en todos los vértices, de 5 sesiones de 12 horas cada una, a semejanza de IBERIA95 en la península como origen para REGENTE. Posteriormente se observaron los 72 vértices que constituyen REGENTE Canarias. En definitiva, se puede decir que REGCAN95 es realmente ITRF93 época 1994,9.

Esta red constituyó el marco geodésico oficial en Canarias ya desde esa época, basado y compatible con un marco de referencia terrestre internacional, algo que sólo se pudo materializar en el resto de España años después, a través del Real Decreto 1071/2007 y la observación del resto de la red REGENTE en Península y Baleares, finalizada en 2001.

## 2. NECESIDAD DEL NUEVO MARCO REGCAN95

Posteriormente a la realización de REGCAN95 sobre los vértices geodésicos de la red REGENTE, ya en el siglo XXI, tanto el IGN (a partir del año 2000) como GRAFCAN (a partir del año 2008) fueron instalando estaciones permanentes GNSS por todas las islas. En el caso del IGN este despliegue fue muy paulatino, de tal forma que las últimas estaciones se instalaron en 2019, mientras que en el caso de GRAFCAN, la instalación se llevó a cabo en su totalidad entre 2008 y 2010. En total, actualmente hay 16 estaciones de GRAFCAN y otras 16 de la red nacional ERGNSS del IGN.

La dotación de coordenadas a estas estaciones se hizo a partir de observaciones en vértices REGENTE, enlazando las estaciones permanentes con observaciones GNSS en un periodo concreto y posteriormente, a medida que se instalaban nuevas estaciones, otras observaciones en otra época diferente. En otros casos se calculaba una transformación Helmert con el doble juego de coordenadas ya existente en las estaciones permanentes que había, incluso sin hacer observaciones GNSS adicionales en la isla concreta en la que estaba la nueva estación a la que se pretendía dar coordenadas REGCAN95.

Esta sucesión de cálculos en diferentes épocas o en otros casos, de sucesivas transformaciones sin observaciones adicionales, ha dado lugar a determinadas inconsistencias en las coordenadas REGCAN95 de algunas estaciones e incluso pequeñas diferencias entre las estaciones GRAFCAN y las del IGN. Si bien estas inconsistencias en la mayoría de las estaciones permanentes no excedían los 5 cm que nominalmente se ha atribuido de precisión a REGENTE, en algunos otros casos sí que se ha excedido este límite, por lo que es necesaria una revisión completa del procedimiento y el establecimiento de una metodología más rigurosa para proveer de coordenadas REGCAN95 a las estaciones GNSS, tanto de GRAFCAN como del IGN. También la volcanología activa en las islas de El Hierro y La Palma que han dado lugar a deformaciones del terreno, unido a los años transcurridos, la mejora de las técnicas de procesamiento GNSS y con ello las precisiones alcanzables, los nuevos marcos internacionales de referencia y el cambio de modelos, suman suficientes razones para plantear un nuevo marco de referencia, conjunto, homogéneo y preciso a la vez que compatible con el marco original de REGCAN95.

## 3. NUEVA REALIZACIÓN DE REGCAN95 EN LAS REDES ACTIVAS GNSS

El nuevo cálculo del marco de referencia REGCAN95 ha de cumplir unos objetivos básicos:

- Que la precisión interna entre las estaciones GNSS sea de precisión milimétrica, que sería la precisión resultante en un cálculo acumulativo de GNSS con la máxima precisión, siguiendo los estándares del Centro de Análisis del IGN para EUREF.
- Que el bloque sólido de las estaciones permanentes en el ITRF correspondiente “se mueva” en la transformación de tal forma que se ajuste lo mejor posible al sistema REGCAN95 establecido por los vértices REGENTE en las islas, de tal forma que las inconsistencias con el sistema original sean mínimas. Esto es, que la transformación por tanto sea conforme.
- Que el sistema resultante se ajuste a la definición de ITRF93 (1994,9).

- Que la transformación desde cualquier ITRFy futuro sea aplicable de forma sencilla a nuevas estaciones o aplicable a futuras actualizaciones del marco, si fuera necesario.

Con estas premisas, para el cálculo del nuevo marco de referencia se han tomado los últimos 5 años de datos de las redes de Canarias (IGN y GRAFCAN) y se han combinado sus soluciones diarias, obteniendo una solución acumulativa en ITRF2014 época 2023,0 con el fin de obtener un juego de coordenadas de las dos redes (IGN y GRAFCAN) unificadamente y utilizando un periodo de tiempo lo suficientemente amplio. Para obtener estas coordenadas de 5 años se han tenido en cuenta posibles discontinuidades de las estaciones, examinando sus series temporales para su identificación y corrección en las coordenadas finales en la época 2023,0. Este juego de coordenadas ha servido como base en las estaciones permanentes GNSS para obtener las coordenadas en REGCAN95.

El cálculo se ha realizado con el software Bernese 5.2 siguiendo los estándares de los Centros de Análisis de EUREF. Las opciones más importantes del cálculo pueden verse en la siguiente tabla.

<b>SOFTWARE</b>	BSW 5.2
<b>SISTEMAS</b>	GPS + GLONASS + GALILEO
<b>TIPO SOLUCION</b>	RED
<b>PERIODO DATOS PROCESADO</b>	01/01/2018-26/11/2022
<b>ORBITAS</b>	CODE
<b>ANTENAS</b>	IGS14 + Calibraciones individuales
<b>PARAMETROS IERS</b>	2014
<b>MODELO GRAV.</b>	EGM08
<b>TROPOSFERA</b>	VMF1 (1h)+GRAD (6h)
<b>IONOSFERA</b>	CODE
<b>CARGA OCEÁNICA</b>	FES2004
<b>CARGA ATMOSFÉRICA</b>	SI
<b>MASCARA ELEV.</b>	3

*Opciones de cálculo GNSS de estaciones permanentes*

Para un mayor detalle de las opciones de procesamiento y estrategia de combinación, puede consultarse:

- Guidelines for EUREF densifications:

[http://epncb.oma.be/documentation/guidelines/Guidelines for EUREF Densifications.pdf](http://epncb.oma.be/documentation/guidelines/Guidelines%20for%20EUREF%20Densifications.pdf)

- Guidelines for EUREF Analysis centers:

[http://epncb.oma.be/documentation/guidelines/guidelines\\_analysis\\_centres.pdf](http://epncb.oma.be/documentation/guidelines/guidelines_analysis_centres.pdf)

A partir de este cálculo se obtienen también series temporales para detectar posibles discontinuidades de las estaciones.

#### 4. OBSERVACIONES GNSS EN LA RED REGENTE

Para probar diferentes transformaciones ITRF2014 > REGCAN95 se han utilizado las campañas de observación que se han realizado sobre la red REGENTE a lo largo del tiempo en diferentes épocas y de forma simultánea con las estaciones permanentes GNSS. Se recuperaron las campañas u observaciones realizadas por el IGN con diferentes fines a lo largo de los años en vértices REGENTE ligadas con las estaciones permanentes GNSS. Algunas se hicieron precisamente para dotar de coordenadas REGCAN95 a las nuevas estaciones y otras veces, para dotar de coordenadas REGCAN95 a nuevos vértices REGENTE que sustitúan a algunos destruidos. También por su parte, GRAFCAN realizó una campaña bastante extensa en todas las islas en el año 2010, precisamente para dar coordenadas REGCAN95 a su red de estaciones permanentes.

Todas las campañas u observaciones recabadas se procesaron con el software Bernese 5.2 siguiendo los estándares como Centro de Análisis de EUREF adaptados a este trabajo, con el fin de conseguir la máxima precisión de estas observaciones. Solo se consideraron para ello sesiones de observación de al menos una hora.

En total se dotaron de coordenadas ITRF2014 (2020,0) a 60 vértices REGENTE (8 repetidos en dos o más campañas) y, por tanto, todos estos vértices ya tenían el doble juego de coordenadas necesarios para la transformación ITRF2014 <> REGCAN95.

#### 5. CÁLCULO DEL NUEVO MARCO REGCAN95

Con el doble juego de coordenadas en los vértices REGENTE (ITRF2014 y REGCAN95) se probaron diferentes estrategias para elegir la más conveniente, estableciendo una comparativa y examinando los residuos resultantes. Las estrategias escogidas para testear fueron las siguientes:

1. Helmert de rotaciones y traslaciones de mínimos residuos.
2. Helmert de traslaciones de mínimos residuos.
3. Traslación simple a MASP.
4. Traslación simple a MAS1.
5. Transformación directa entre marcos ITRF2014 (época 2023,0) a ITRF93 (época 1994,9) utilizando los parámetros de transformación publicados para tal efecto.

Para los Helmert de las estrategias 1 y 2 se fijó una tolerancia para que el vértice sea tenido en cuenta en las transformaciones de 30, 30, 50 mm (en N, E, U respectivamente). Los errores medios cuadráticos resultantes de las transformaciones 1 y 2 fueron del orden de 16 y 17 mm respectivamente.

A partir de los resultados se decidió la opción óptima para adoptar una transformación válida y dotar de un nuevo marco de coordenadas REGCAN95 a las redes de estaciones permanentes GNSS. Cualquier solución que se hubiera adoptado de las mencionadas garantizaba la precisión nominal de REGENTE (5 cm) y no tendría impacto relevante sobre trabajos anteriores ni en los usuarios, siendo igualmente las transformaciones conformes (excepto la 5). Por ello se mantendría la precisión geométrica interna de las estaciones de ERGNSS y GRAFCAN, sin inconsistencias entre estaciones, tan solo sobre algunos vértices REGENTE que excedieran el máximo residuo permitido en la transformación, seguramente por movimiento o asentamiento del vértice a lo largo de estos casi 30 años.

Una vez analizadas todas las opciones, a través de los residuos correspondientes, analizados inconvenientes y ventajas, así como rigurosidad, aplicabilidad y consecuencias que tendrá para el Sistema Geodésico de Referencia en Canarias en los usuarios, se ha convino en proponer como solución definitiva la traslación simple a Maspalomas (MASP). La solución propuesta de traslación a MASP presenta alguna ventaja más y cumple los condicionantes que se habían propuesto para la transformación, esto es, es conforme, se adapta perfectamente a REGENTE en Canarias y no provocará un impacto notable en los usuarios, ya que el cambio en las coordenadas oficiales actuales sería similar en magnitud y afectaría en la misma proporción a las estaciones con cualquiera de las otras soluciones que se hubieran escogido.

Esta solución además es muy ventajosa porque es muy simple de aplicar a cualquier trabajo pasado o futuro y "lleva" el bloque rígido de las estaciones permanentes GNSS al punto primigenio de REGCAN95. La existencia de una estación permanente del IGN en el punto fundamental del sistema y su mantenimiento futuro, hace que siempre se va a tener una referencia estable a lo largo del tiempo para poder relacionar con sencillez y precisión cualquier realización futura de ITRF o relacionar cualquier trabajo, la geodesia pasiva, etc.

## 6. CONCLUSIONES

Esta nueva realización supone la declaración de unas nuevas coordenadas y se obtiene a partir de una transformación en el espacio de traslaciones desde las coordenadas obtenidas por una solución acumulativa que abarca cinco años en el marco ITRF2014 (época 2023,0) al sistema REGCAN95. Estas traslaciones se basan únicamente en las coordenadas REGCAN95 de la estación MASP y se demuestra su idoneidad dada su sencillez, además de cumplir en la medida de lo posible con los principales objetivos, que son el ser consistente con las coordenadas de la red REGENTE y ser relacionable con los diferentes marcos de referencia internacionales, ITRFs con un suficiente grado de aproximación.

Las diferencias de este nuevo marco respecto al anterior en las estaciones GNSS son, por lo general, de unos 2-3 cm en coordenadas planimétricas (a excepción de la estación FRON, que supera esta cifra debido a movimientos asociados a volcanismo) y de unos 5-6 cm en altimetría como máximo, con algunas excepciones (AGUI, ARGU, EH01, FRON, GRAF, HRIA y YAIZ), en los que las diferencias en altura con respecto a las coordenadas anteriores pueden ser más notables.

En definitiva, el nuevo marco REGCAN95 para las estaciones permanentes GNSS de GRAFCAN e IGN garantizan una coherencia interna de la máxima precisión, es homogéneo en ambas redes, consistente con REGENTE y trabajos anteriores y será fácil de actualizar y controlar en el futuro.

## 7. Nuevas coordenadas REGCAN95

Estación/ Dome number	Coordenadas cartesianas 3D (m)			Coordenadas UTM Este y Norte huso 28 y altura elipsódica (m)		
AGUI 31322M001	5437265.794	-1502353.315	2967249.576	456125.200	3086634.088	329.127
ALAJ 19410M111	5380068.800	-1669637.320	2983170.254	279749.914	3106298.234	899.147
ALDE 31323M001	5424185.423	-1532872.888	2975072.433	423269.447	3095760.479	122.424
ANTI 19307M111	5446736.679	-1359429.341	3017994.739	596575.245	3144491.120	316.031
ARGU 19308M111	5437937.555	-1526630.584	2953126.643	432854.993	3070914.505	67.841
EH01 81702M001	5372017.924	-1737491.195	2958784.240	212048.341	3080163.723	800.939
FRON 19328M111	5371961.397	-1746590.969	2952502.441	203207.160	3073530.484	308.507
FUER 31330M001	5446290.997	-1343780.007	3025244.037	611577.436	3152997.185	76.827
GOM1 15004M002	5382011.043	-1656575.522	2985115.417	292849.380	3108722.954	48.792
GOME 15004M001	5381903.079	-1655665.259	2985950.776	293703.372	3109620.023	114.942
GRAF 31327M001	5387360.660	-1572097.195	3020886.001	375858.921	3148132.732	138.499
HRIA 31324M001	5421588.281	-1300118.397	3088124.926	647352.284	3225024.042	319.786
IZAN 31309M002	5390243.507	-1596630.323	3007752.547	352959.651	3132241.730	2417.440
LALA 81710M001	5455457.237	-1375390.896	2994541.336	583421.217	3117897.705	62.271
LP01 81703M001	5340751.165	-1719721.155	3024325.596	221128.152	3154406.391	675.249
LPAL 81701M001	5326646.350	-1719826.433	3052043.532	217438.030	3185260.427	2199.233
LRES 81707M001	5378241.439	-1745330.049	2941312.883	206043.476	3060947.166	51.184
LZ01 31334M001	5417987.532	-1295971.711	3095575.946	650432.324	3233747.198	52.658
LZ02 31335M001	5429402.644	-1306242.244	3071337.782	643465.220	3205917.287	58.004
MASP 31303M001	5439189.131	-1522054.813	2953464.260	437598.603	3071201.673	198.743
MAZO 19344M111	5336685.943	-1711304.591	3035861.523	228209.058	3167463.013	526.226
MORJ 19347M111	5457088.573	-1397044.620	2981594.365	562933.270	3103099.879	57.671
OLIV 19351M111	5439104.543	-1348931.941	3036195.196	604738.727	3165293.445	270.493
SNMG 31319M001	5396115.089	-1610235.355	2986234.463	341295.671	3108942.286	625.137
STEI 31325M001	5380678.005	-1626111.447	3006063.620	321971.393	3131518.363	988.656
TARA 19364M111	5455788.925	-1371934.061	2995511.115	586845.350	3119023.398	59.941
TERR 31321M001	5427042.084	-1509987.592	2982634.818	446111.596	3103919.364	648.773
TIAS 31320M001	5427772.550	-1318560.311	3069385.169	631140.173	3203427.925	258.763
TN01 31314M001	5386836.457	-1569217.601	3023118.890	378502.937	3150691.658	51.782
TN02 31315M001	5381262.037	-1599192.508	3017377.748	348105.060	3144514.229	54.432
TN03 31316M001	5395193.076	-1620537.022	2981146.504	331089.729	3103618.088	58.511
ULP2 31317M002	5428727.499	-1501064.656	2983480.087	455160.788	3104985.362	375.094
YAIZ 31326M001	5425196.115	-1329094.126	3069344.490	620299.491	3203277.277	233.427