

## Declinación geomagnética peninsular

por C. GAIBAR-PUERTAS

### RESUMEN

Se pretende en este trabajo actualizar el valor de la declinación magnética a partir de los datos publicados en 1963, completados con los obtenidos en los observatorios de Logroño, Ebro, Coimbra, y Toledo para la región septentrional y para la mitad meridional por las de Almería y San Fernando, y se establece la variación secular previsible entre el año 1960 y 1980 en nuestra Península, cuyos resultados se expresan en el mapa adjunto.

### RÉSUMÉ

Sur ce travail, il s'agit d'actualiser la valeur de la déclinaison magnétique à partir des données publiées en 1963, complétées avec celles obtenues aux observatoires de Logroño, Ebre, Coimbra et Tolède pour la région septentrionale et celles d'Almería et de San Fernando valables pour la moitié méridionale. On établit la variation séculaire prévisible entre 1960 et 1980 sur notre Péninsule dont les résultats sont exprimés sur la carte ci-jointe.

Es bien conocido el hecho de que el extraordinario progreso actualmente alcanzado por los métodos de observación e interpretación geológica se deben muy esencialmente al desarrollo de las microtécnicas aplicadas al estudio de las facies y estructuras. Este hecho hace tanto más incomprensible que resulte lícito dudar de que, en el momento actual, sean muchos los geólogos que interpreten adecuadamente los valores suministrados por sus brújulas a la hora de definir el arrumbamiento de los estratos; naturalmente, nos referimos a la indispensable corrección que, por efecto de la declinación geomagnética, debe ser introducida en todos y cada uno de los valores leídos en las brújulas de campo.

En modo alguno se trata de retener mentalmente un determinado valor que, con más o menos precisión, nos fue comunicado en determinada ocasión; el problema requiere importantes precisiones y actualizaciones cuya necesaria divulgación nos ha aconsejado la redacción de la presente nota donde intentaremos la vigencia de tales precisiones durante los lustros más inmediatos.

*Las variaciones espaciales.* — Análogamente a las litofacies y biofacies, en la distribución superficial del campo geomagnético y de sus variaciones se advier-

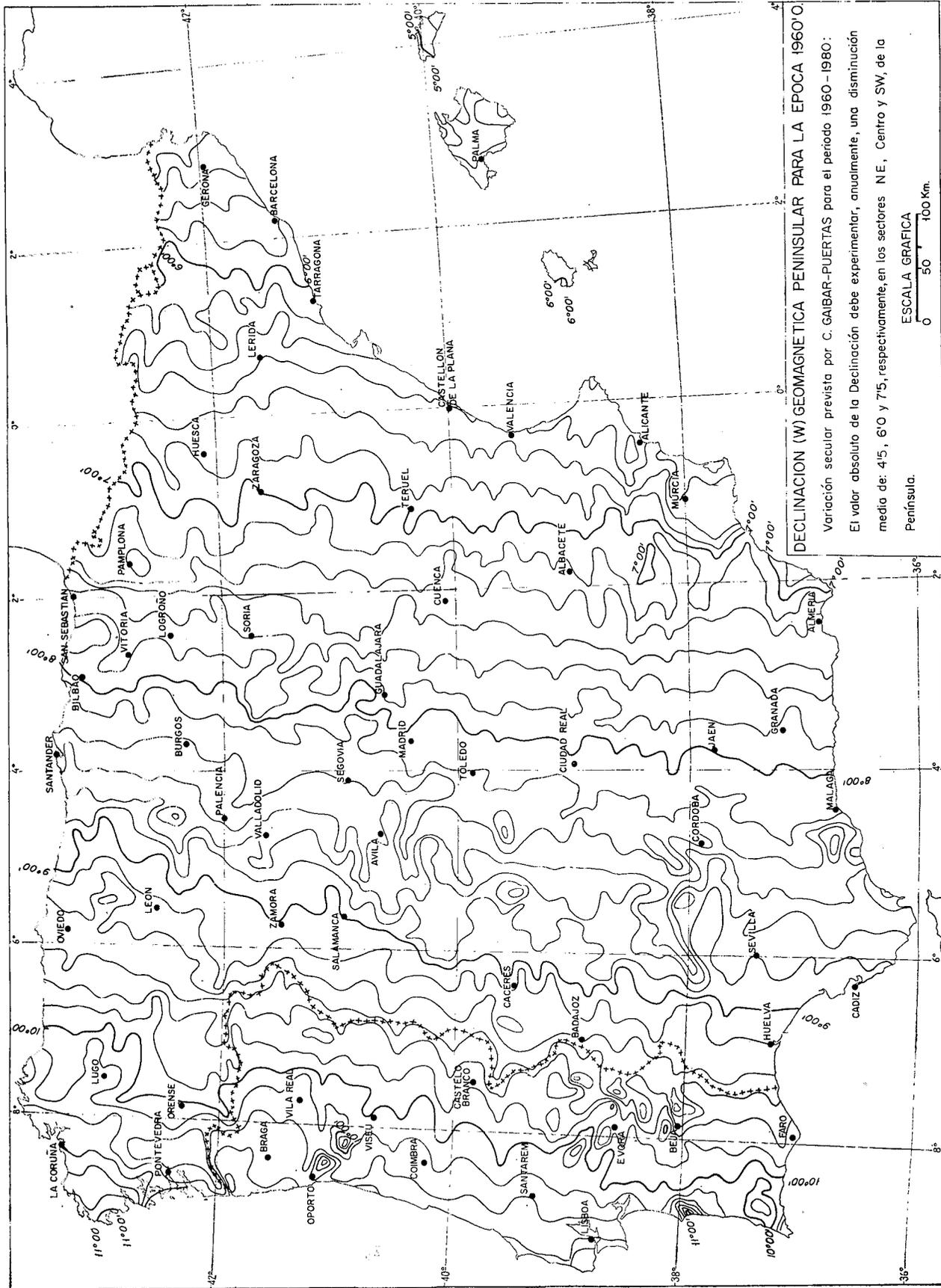
ten progresivos e importantes cambios laterales. En este sentido bastará recordar que el valor absoluto de la declinación geomagnética llega a alcanzar una discrepancia próxima a los 6° entre Menorca y la costa occidental de la península; para que pueda juzgarse sobre la importancia realmente entrañada por tal diferencia, recordaremos que el valor absoluto de la declinación resulta muy próximo al de aquella discrepancia puesto que, actualmente, fluctúa entre los 4° y los 10° W.

Debe retenerse que esta visión es meramente esquemática puesto que, al igual que en los cambios laterales de facies, se advierten frecuentes e importantes irregularidades equiparables, en cierto modo, a las acuñaciones e indentaciones advertidas en las litofacies y biofacies. En suma, muy lejos de mostrar trazas lineares u homogéneas, las isógonas dibujan importantes invaginaciones e irregularidades frecuentemente extendidas sobre áreas que ocupan cientos de kilómetros cuadrados.

Consecuentemente, muy lejos de bastar la retención de aquellos valores extremos y su discrepancia media, resulta indispensable conocer con precisión el valor absoluto de la declinación a la luz de la traza mostrada por las isógonas en el concreto sector donde haya de efectuarse un levantamiento geológico.

De todo lo precedente se colige la indispensable utilización de los mapas geomagnéticos o, cuando menos, del relativo a la componente (declinación) que más nos interesa entre las seis definidoras de la magnitud y orientación espacial, atribuibles, en cada punto, a la fuerza geomagnética total. Por lo demás, aquella utilización resulta tanto más aconsejable cuando — cual sucede en nuestro actual caso — resulta posible disponer de una cartografía geomagnética de precisión que, lógicamente, ha sido lograda a costa de los grandes esfuerzos y dificultades de toda índole que lleva aparejados una tal empresa.

*Las variaciones cronológicas.* — Amén de las variaciones o cambios laterales en los sentidos horizontales, los geólogos estamos a menudo a observar en las secuencias estratigráficas importantísimas variaciones verticales de las litofacies y biofacies delatorias de los cambios que, en el decurso de los tiempos



**DECLINACION (W) GEOMAGNETICA PENINSULAR PARA LA EPOCA 1960'O**

Variación secular prevista por C. GAIBAR-PUERTAS para el periodo 1960 - 1980:  
 El valor absoluto de la Declinación debe experimentar, anualmente, una disminución  
 media de: 4'5", 6'0" y 7'5", respectivamente, en los sectores NE, Centro y SW, de la  
 Península.

ESCALA GRAFICA  
 0 50 100 Km.

geológicos, experimentaron las condiciones o los caracteres del ámbito sedimentario. También sabemos que estas variaciones cronológicas de las facies pueden ser bastante rápidas e importantes; por ejemplo, sin salirnos de la parte central de la época liásica, recordaremos que mientras nuestro Pliensbaquiense suele ser eminentemente calizo, el Toarciense es de naturaleza esencialmente margosa y que, concomitantemente, mientras los *Amaltheus* y *Pleuroceras* constituyen biofacies típicas de los más altos niveles pliensbaquienses, en los inmediatamente suprayacentes horizontes del Toarciense inferior aquellas biofacies aparecen reemplazadas por las pléyades de *Dactyloceras*, *Peronoceras*, *Harporceras*, *Hildoceras*, *Grammoceras*, *Phymatoceras*, *Pleydellia*, etc.

Pues bien, todavía son muchísimo más rápidas, importantes y anárquicas las modificaciones que, por efecto de la variación secular, experimentan las "facies geomagnéticas" ya que basta el transcurso de muy pocos lustros para que los mapas geomagnéticos deban considerarse totalmente caducados o inservibles; por sí solos, los grandes esfuerzos exigidos por estos levantamientos bastarían para justificar y subrayar el interés entrañado por la investigación de las leyes espaciales y temporales que presiden el fenómeno de la variación secular geomagnética.

*Cartografía geomagnética peninsular.* — El primer levantamiento geomagnético peninsular fue realizado en 1857 por el profesor Lamont de la Universidad de Baviera; constó de 27 estaciones que fueron reducidas a la época de 1858,0 en el mapa de isógonas publicado por aquel investigador. Lógicamente, aquellas 27 estaciones eran totalmente insuficientes para permitir una visión, siquiera esquemática, sobre la distribución superficial del campo de isógonas; su verosimilitud podría ser homologada con la conferible a un mapa geológico peninsular cuyos contornos hubiesen quedado apoyados sobre los resultados de las observaciones efectuadas en 27 puntos y, en consecuencia, únicamente resulta estimable como reliquia histórica.

Conocida la mencionada caducidad de los mapas geomagnéticos y un tanto espoleado por aquella primera aportación extranjera al conocimiento del magnetismo peninsular, nuestro insigne marino Pardo de Figueroa decidió efectuar, 35 años después, un nuevo levantamiento geomagnético, empresa en la que — jálón para la antigüedad de nuestros males — encontró todo género de resistencias más o menos discretas frente a las que, como buen marino español, supo reaccionar virilmente llevando a cabo su proyecto contra viento y marea. Realizó 24 nuevas estaciones reducidas a la época de 1893,0 en su cartografía, publicada en 1895 "a costa de sus herederos" según hace constar literalmente en la primera página de su trabajo.

Naturalmente que este segundo mapa de isógonas

resultó tan impreciso como el de Lamont puesto que, en ambos casos, las isolíneas resultaron tan insuficientemente apoyadas cual, por ejemplo, quedarían las isopacas peninsulares apoyadas en el escaso número de columnas litoestratigráficas actualmente conocidas. Es evidente que estos trabajos entrañan quiméricas extrapolaciones e interpolaciones, razón por la cual únicamente pueden ser concebidos en el marco de un imprudente idealismo animado por un tan loable como prematuro afán cartográfico; por otra parte, estos géneros de cartografía tampoco pueden ser útiles ni aun a título de meras "hipótesis de trabajo", pues resulta fácilmente colegible el pernicioso influjo que, unos y otros gráficos apriorísticos o idealistas, pueden ejercer sobre las mentes más acomodaticias y sobre los investigadores carentes de suficiente garra analítica a la hora del necesario enjuiciamiento crítico constructivo. Resumiendo, el interés de un mapa de isopacas peninsulares trazado actualmente quedaría limitado al de una recopilación de las relativamente escasas columnas litoestratigráficas utilizables con tal finalidad y, análogamente, de los mapas de isógonas trazados por Lamont y Pardo de Figueroa, únicamente pueden ser retenidos sus valores puntuales obtenidos en las estaciones efectuadas, pues, a modo de jalones en el pasado, pueden ayudarnos a precisar la evolución secular del geomagnetismo peninsular.

Pasado el primer decenio de nuestro siglo, el Instituto Geográfico y Estadístico no solamente sintió la necesidad de volver a actualizar nuestros mapas geomagnéticos, pues, con muy buen criterio, también intentó soslayar en lo posible los errores e imprecisiones dimanados de aquella escasez de estaciones de observación o puntos de apoyo para el ulterior trazado de las isolíneas.

El nuevo levantamiento fue iniciado en mayo de 1912 y concluido en octubre de 1915, luego de haber sido realizadas cuatro nuevas campañas durante las que, respectivamente, fueron efectuadas 37, 32, 25 y 23 estaciones totalizando las 117 entrañadas en este levantamiento. Lógicamente, el aumento del número de estaciones implica la consiguiente dilatación del período requerido por los trabajos de campo lo que, de rechazo, incrementa progresivamente las dificultades implicadas por las insoslayables correcciones que es preciso introducir en los valores observados con objeto de lograr su homogeneización o comparabilidad refiriéndolos a una época común. Dado que había sido efectuado a lo largo de 4 años, en el nuevo levantamiento se intentó reducir en lo posible las imprecisiones previsibles a la hora de introducir las correcciones por variación secular; en este sentido fue elegida la época de 1914,0, pues, al ocupar una situación central en el período de trabajos de campo, limitaba obviamente la magnitud de las correcciones. Estas dificultades sugirieron la necesidad de crear un nuevo Observatorio Geomagnético permanente, pues,

amén de coadyuvar al conocimiento y control de la variación diaria, permitiría incrementar considerablemente la precisión de las correcciones por efecto de las variaciones de mayor período (anual y secular) experimentadas por los elementos geomagnéticos.

Las isolíneas interpoladas en este tercer levantamiento, reducido a la época de 1914,0, muestran una precisión similar a la conferible a los contornos mostrados por los mapas geológicos nacionales correspondientes a aquella época; aquellas isolíneas y estos contornos estaban apoyados sobre un número claramente insuficiente de estaciones u observaciones puntuales que, en consecuencia, continuaban entrañando un soporte excesivamente frágil a la hora de interpolar las isolíneas por todo el ámbito peninsular.

Consecuentemente, nuestro Instituto Geográfico y Catastral decidió la prosecución de las campañas de observaciones realizando nuevas estaciones hasta alcanzarse el número de las 286 integradas en el cuarto levantamiento geomagnético que fue reducido a la época de 1924,0. Caducada la vigencia de este mapa se intentó soslayar su inevitable desactualización mediante un meritorio transporte hasta la época de 1939,5 y, posteriormente, a la de 1942,5. Sobre la precisión conferible a las isógonas dibujadas en el cuarto (1924,0), quinto (1939,5) y sexto (1942,5) mapas geomagnéticos, puede decirse que continuó resultando parangonable a la mostrada por los contornos conferidos a las formaciones geológicas en los mapas nacionales correspondientes a estas mismas épocas.

Puede afirmarse que a partir de 1950 volvimos a carecer de mapa geomagnético, cuya necesidad se hizo sentir hasta el extremo de que nuestro Instituto Geográfico decidió planear y ejecutar una vez más tan ardua y engorrosa tarea cuyos resultados alcanzarían una precisión muy superior por diversas razones. En efecto, por una parte los magnetómetros habían alcanzado una gran perfección traducida en la mayor precisión y rapidez de sus determinaciones y, de otro lado, la rapidez también había de resultar favorecida por las facilidades de desplazamiento dimanadas tanto del progreso de los vehículos motorizados como del considerable incremento experimentado por la densidad y viabilidad de nuestra red de carreteras y caminos; en suma, los trabajos de campo podían ser realizados con una precisión y rapidez sin precedentes. Finalmente, tanto el considerable progreso de nuestros conocimientos sobre las leyes que presiden la variación secular geomagnética como el perfeccionamiento del control de las variaciones diaria y anual (gracias a disponer de una tupida red de observatorios geomagnéticos) hacían previsible la facilitación de una exactitud jamás alcanzada, a la hora de introducir las indispensables correcciones en los valores observados.

*El nuevo levantamiento geomagnético referido a la época de 1960,0.* — A la hora de planear la realización del nuevo levantamiento se proyectó, con muy

buen acuerdo, efectuarlo simultáneamente que Portugal cuyos mapas geomagnéticos también habían perdido su vigencia. Esta simultaneización de los trabajos de campo había de permitir, por vez primera, la extensión de las isolíneas por todo el ámbito peninsular; es decir que, en lugar de resultar jalonada por la brusca interrupción de las isolíneas, la frontera luso-española debía constituir un sólido nexo para la necesaria anastomosis de las isolíneas portuguesas y españolas.

Para las correcciones por variación diaria y Anual se disponía de una tupida red de Observatorios permanentes peninsulares: Ebro, Logroño, Coimbra, Toledo, Almería y San Fernando, cuyos registros continuos permitirían el correcto apoyo de aquellas variaciones dóciles por la regularidad o uniformidad que caracterizan su distribución regional. No podía preverse otro tanto con la variación secular cuya mayor rebeldía no podía dominarse a base de los promedios anuales suministrados por aquellos 6 observatorios permanentes; ello fue la causa de la creación de 40 estaciones de variación secular, que, cuidadosamente esparcidas sobre todo el ámbito peninsular, habían de facilitar la introducción de las correcciones seculares puesto que, por término medio, cada una de estas estaciones solamente cubría una superficie media de 15.700 km<sup>2</sup>.

Aceptado el proyecto conjunto por el Servicio Meteorológico Nacional de Portugal y por nuestro Instituto Geográfico y Catastral, los trabajos de campo fueron iniciados en 1953 (Portugal) y 1954 (España), concluyéndose en 1958 (Portugal) y 1959 (España), realizándose un total de 2.400 estaciones que entrañan una red sumamente tupida ya que cada estación cubre una superficie media de 247 km<sup>2</sup>. Introduciendo las oportunas correcciones, los valores obtenidos fueron transportados a la época de 1960,0 y, traducidos en los correspondientes mapas peninsulares, fueron publicados en 1963; entre estos mapas nos interesa esencialmente el relativo a la declinación geomagnética que acompañamos a esta nota, tanto en razón de su indiscutible e importante interés para los trabajos geológicos como por no ser bastante conocido.

*Predicción de la declinación geomagnética peninsular hasta 1980.* — Acabamos de ver que, no obstante la gran rapidez de las determinaciones instrumentales y la mayor agilidad en los desplazamientos, los trabajos de campo requeridos por el quinto y más reciente levantamiento ocuparon 7 años (1953 a 1959) y que, transportados a la época de 1960, 0, no se vieron publicados hasta 1963; es decir, 10 años después de haber sido efectuada la primera campaña de observaciones. Ciertamente que, sabiéndola inevitable, se ha procurado mitigar esta desactualización mediante el perfeccionamiento de las correcciones; pero, con todo, resulta verdaderamente lamentable que un tra-

bajo de tal envergadura deje de rendir un servicio actualizado apenas transcurrido un lustro a partir del momento de su publicación. Actualmente han transcurrido 5 años a partir del momento de su publicación, 8 años a partir de la época a la que fueron reducidos los mapas, y 15 años a partir de la época en que fue efectuada la primera campaña de determinaciones; ello quiere decir que tan ingentes esfuerzos y dispendios, así como tan preciosa colaboración internacional, están a punto de quedar inservibles cuando apenas han comenzado a rendir su utilidad.

Por estas razones y aun confesando que no tenemos la menor noticia en el sentido de que, hasta el momento presente, haya sido osada la *predicción geomagnética*, hemos pensado ensayar una predicción para la variación secular de la declinación geomagnética peninsular hasta la época de 1980; para ello, nos apoyaremos en los valores registrados por nuestros observatorios y en las conclusiones obtenidas en nuestros trabajos precedentes acerca de esta variación.

Desde 1953 hasta el presente, el valor absoluto de la declinación ha disminuido  $1^{\circ} 39'$  en la mitad septentrional de la península, juzgando por las variaciones registradas en los observatorios de Logroño, Ebro, Coimbra y Toledo; en la mitad meridional de la península, aquella disminución global se eleva hasta  $1^{\circ} 55'$  según revelan las variaciones registradas, durante el mismo período, por los observatorios de Almería y San Fernando.

Algunos de nuestros precedentes trabajos permiten colegir la ulterior evolución de esta Variación

secular, resultando razonablemente previsible que, entre 1960 y 1980, el valor absoluto (occidental) de la declinación geomagnética debe continuar disminuyendo, en toda la península, al ritmo medio anual de:

4'5 en el tercio nordoriental (NE de la línea Bilbao-Castellón).

6'0 en el tercio central (entre las líneas Bilbao-Castellón y Salamanca-Cabo de Gata).

7'5 en el tercio suroccidental (SW de la línea Salamanca-Cabo de Gata).

En el bien entendido de que estos valores entrañan promedios anuales para el conjunto del período 1960-1980. Si se nos pide mayor precisión, podemos añadir nuestra estimación de que los gradientes anuales deben experimentar una disminución progresiva; es decir, consideramos probable que durante el decenio 1970-1980 los promedios anuales resulten sensiblemente inferiores (algunas décimas de minuto) respecto a los inherentes al decenio 1960-1970.

En conclusión, para lo sucesivo y en cualquier localidad peninsular, en los trabajos de campo podrá conocerse con bastante precisión el valor absoluto atribuible a la declinación geomagnética o, lo que es igual, la corrección negativa que debe introducirse en las lecturas de arrumbamientos suministradas por las brújulas. Para ello, bastará interpolar el valor correspondiente a la localidad (mapa anexo) y restar el múltiplo de la corrección prevista teniendo presentes el sector peninsular y la época en que se esté realizando el trabajo.