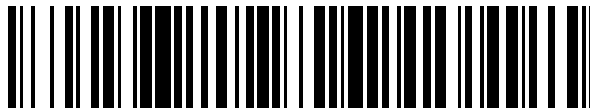


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 473**

51 Int. Cl.:

G01W 1/10 (2006.01)

G06Q 10/04 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2013 PCT/IB2013/054780**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2013 E 13744820 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2859389**

54 Título: **Sistema de pronóstico de temperatura de corto y largo plazo para la producción, la gestión y la venta de recursos energéticos**

30 Prioridad:

12.06.2012 IT MI20121023

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.03.2018

73 Titular/es:

**ENI S.P.A. (100.0%)
Piazzale E. Mattei 1
00144 Rome, IT**

72 Inventor/es:

**GIUNTA, GIUSEPPE y
SALERNO, RAFFAELE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 657 473 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de pronóstico de temperatura de corto y largo plazo para la producción, la gestión y la venta de recursos energéticos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de pronóstico meteorológico-climático continuo de la temperatura, de corto a largo plazo, que puede ser usado, en particular, pero no exclusivamente, para gestionar recursos energéticos y para la planificación logística y la construcción de sitios y plantas industriales.

10 Los modelos numéricos de pronóstico meteorológico-climático a largo plazo (60-90 días) a una escala regional o global proporcionan una alternativa a los sistemas estadísticos derivados del análisis de datos históricos. Estos modelos se basan en un enfoque dinámico del pronóstico de la temperatura, la lluvia y otras variables meteorológicas-climáticas. Los modelos numéricos se han usado durante muchos años principalmente para el pronóstico meteorológico a corto plazo (1-5 días) con un grado creciente de fiabilidad.

15 Para los propósitos ilustrados en la presente memoria, la escala regional se define como entre aproximadamente 10^4 km² y aproximadamente 10^7 km². El límite superior (aproximadamente 10^7 km²) es la escala subcontinental a la cual la falta de homogeneidad climática puede ser difundida en diversas partes del mundo. Lo que ocurre más allá de este límite superior, es decir, a una escala planetaria, está dominado por procesos e interacciones conectadas a la circulación general. El límite inferior (aproximadamente 10^4 km²), por el contrario, representa el límite entre las escalas regional y local. En años más recientes, se ha demostrado que estos modelos tienen también una cierta capacidad predictiva a escalas temporales del orden de las estaciones (3-6 meses) (Kumar et al., 1996; Zwiers, 1996; Barnston et al., 1999; Mason et al., 1999; Goddard et al., 2001; Palmer et al., 2004). Los pronósticos estacionales de naturaleza experimental se han producido desde los años noventa del siglo pasado en diversas instituciones internacionales.

20

25 Para una aplicación efectiva de los pronósticos de naturaleza estacional, se requiere que haya disponible información significativa a una escala regional y local. Se conoce también que los modelos son el principal instrumento para el análisis de los cambios climáticos y el progreso de los escenarios futuros. Estos modelos ofrecen simulaciones por ordenador del clima que incluyen características básicas de la física y la dinámica de la atmósfera y tienen en cuenta las interacciones entre los diferentes componentes (atmósfera, océanos, tierra, hielo, biosfera). Los sistemas más avanzados hasta la fecha simulan el clima en todo el planeta, acoplando la atmósfera con lo que sucede en los océanos (modelos de circulación general atmósfera-océano, Atmosphere-Ocean General Circulation Models, AOGCM).

30 La resolución horizontal, es decir, la distancia entre los puntos en los que el modelo realiza sus cálculos, está comprendida típicamente entre 50 y 250 km. En estos modelos, los procesos físicos que tienen lugar a una escala espacial más pequeña con respecto a la resolución del modelo son tratados mediante algoritmos adecuados, generalmente denominados parametrizaciones.

35 Los AOGCMs proporcionan una buena descripción del clima a escalas espaciales más amplias que su resolución horizontal, pero no pueden proporcionar una descripción detallada de las variables climáticas bajo las condiciones actuales, ni tampoco proyecciones detalladas relacionadas con variaciones a la misma escala o a escalas más pequeñas que la propia resolución. En los últimos años, un aumento de la resolución de los modelos a escala global ha permitido también una disponibilidad de información a escala regional. A pesar de esto, la mayoría de los modelos usados en los pronósticos estacionales todavía tienen una deficiencia en la resolución espacial, que no permite obtener valores realistas de las variables meteorológicas-climáticas. En particular, la pronosticabilidad de la temperatura puede ser limitada, ya que esta variable es particularmente sensible a la complejidad del territorio y al detalle con el que se describe.

40

45 En los últimos años, los modelos a escala regional o con un área limitada se han usado para pronósticos a largo plazo, insertándolos en modelos globales para producir información meteorológica-climática regional y local. Estos modelos pueden tener en cuenta importantes factores locales, tales como, por ejemplo, la influencia de la orografía. De esta manera, son consistentes y son capaces de proporcionar respuestas significativas a una amplia gama de parámetros físicos. Estos modelos se basan en los mismos fundamentos que los modelos de alta resolución para pronósticos meteorológicos, tales como los proporcionados por el Epson Meteo Center (CEM). Los modelos de alta resolución se han usado en el CEM durante los últimos 15 años para producir información meteorológica a escala global. En 2002, se lanzó una actividad experimental para la producción de pronósticos estacionales basados en un enfoque denominado de dos niveles. Este enfoque está caracterizado por que las condiciones de contorno, tales como la temperatura de la superficie del mar (Sea-Surface Temperature, SST), son pronosticadas y usadas como un elemento de forzado de la atmósfera sobre la misma. La SST puede ser obtenida a partir de las temperaturas climatológicas en base a la anomalía presente en el momento inicial, y predicho completamente también por un modelo AOGCM.

55

Puede encontrarse una descripción de las simulaciones regionales en los documentos siguientes:

Dietrich Heimann et al: "Statistical-dynamical downscaling", 19 de Abril de 2002, páginas 1-7;

U. Fuentes et al: "An Improved Statistical-Dynamical Downscaling Scheme and its Application to the Alpine Precipitation Climatology", Theoretical and Applied Climatology, 65, 1 de Enero de 2000, páginas 119-135;

5 Udo Busch et al: "Statistical-dynamical extrapolation of a nested regional climate simulation", CLIMATE RESEARCH, Vol. 19, 22 de Noviembre de 2001, páginas 1-13

10 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención se refiere a proporcionar un procedimiento y un sistema de pronóstico meteorológico-climático de la temperatura dentro de un intervalo de tiempo de uno a noventa días, que pueda resolver las principales deficiencias indicadas anteriormente de la técnica conocida de una manera extremadamente simple, económica y particularmente funcional.

Más específicamente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema de pronóstico meteorológico-climático de corto plazo a plazo estacional, que permita la gestión y la evaluación de las reservas de gas natural, además de las fases de adquisición y de venta de las mismas, con interés particular en una escala europea, nacional y macro-regional.

15 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para el pronóstico meteorológico-climático de la temperatura, a corto a largo plazo, que sea capaz de permitir una estimación precisa de la producción de energía eléctrica obtenida mediante el uso de gas natural, con una mejora en la eficiencia energética de las plantas y una reducción en el desequilibrio en la red de transporte generado por la diferencia entre la demanda y la oferta de energía eléctrica en el mercado nacional y europeo ("red inteligente").

20 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para el pronóstico meteorológico-climático de la temperatura, de corto a largo plazo, que permita una gestión optimizada de los procesos de producción industriales, con un pronóstico anticipado de las tendencias del mercado para la producción y el suministro de petróleo, productos refinados y gas natural ("transporte y envío inteligentes").

25 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para el pronóstico meteorológico-climático de la temperatura, de corto a largo plazo, que permita la gestión de la comercialización, el transporte y el almacenamiento de petróleo y productos refinados, con un pronóstico anticipado de los consumos industriales y civiles y de los almacenamientos para la logística de las estaciones de servicio ("estaciones inteligentes").

30 Todavía otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para el pronóstico meteorológico-climático de la temperatura, a corto, medio y largo plazo, que permita una gestión más eficiente de los sitios de trabajo para el transporte de materiales y personal, exploración en zonas de alta mar, la construcción de plantas industriales u oleoductos en cualquier área geográfica.

35 El pronóstico meteorológico-climático estacional debe abordarse como un proceso continuo de corto a largo plazo (concepto de pronóstico uniforme). Un sistema "atmósfera - océanos - tierra - hielo" acoplado muestra una amplia gama de fenómenos físicos y dinámicos asociados con reacciones físicas y bioquímicas. Estos forman una combinación continua en la que se ejerce la variabilidad espacio-tiempo. El límite entre las condiciones climáticas y el clima es completamente artificial y, como tal, tiende a inhibir las interacciones entre los componentes del sistema físico.

40 De hecho, el clima a una escala global influye en el medio ambiente como un todo, a un nivel de micro-escala y meso-escala. A su vez, esta influencia regula el clima atmosférico y el clima local. Además, los procesos a pequeña escala tienen un impacto significativo sobre la evolución de la circulación a gran escala y sobre las interacciones entre los diferentes componentes del sistema climático.

45 Por lo tanto, el punto central del procedimiento y del sistema según la invención consiste en el pronóstico, a una escala espacio-tiempo, de esta "combinación continua" y de las interacciones entre los diferentes componentes del sistema físico. Por lo tanto, el concepto de pronóstico uniforme pasa a ser el paradigma explícito para reconocer la importancia y los beneficios en la convergencia de los procedimientos y las tecnologías usados en el campo del pronóstico meteorológico y climático. Debe dedicarse una consideración particular a la inicialización del sistema climático, ya que cada fenómeno, desde aquellos a una escala horaria hasta aquellos a una escala semanal, se beneficia de una definición precisa de las condiciones iniciales de todo el sistema climático.

50 El desarrollo de un enfoque unificado para el pronóstico, que elimina el hueco entre el pronóstico de un evento meteorológico a corto plazo y las variaciones estacionales, comienza con la unificación de las actividades del

5 pronóstico estacional y los denominados procedimientos de conjunto. La expresión "pronóstico estacional" se refiere a un pronóstico que cubre un período de tiempo de 30 a 90 días (estación). La palabra "conjunto" significa una combinación de simulaciones realizadas por un modelo matemático de pronóstico meteorológico. Cada simulación (ejecución) usa un conjunto de datos que consiste en variables meteorológicas proporcionadas por sistemas de medición de datos atmosféricos a una escala global, por ejemplo, estaciones meteorológicas, satélites, etc. El número de ejecuciones que forman el conjunto varía y es igual al número de perturbaciones aplicadas a los valores iniciales observados, con los que se inicializa el mismo modelo. El enfoque debe incluir un procedimiento que implica el uso de varios modelos matemáticos y/o el uso de varios esquemas físicos y dinámicos (multi-modelo).

10 El enfoque multi-modelo es necesario, ya que los modelos son simplificados e imperfectos y, por lo tanto, el resultado del uso de varios sistemas dinámicos y físicos es superior, en principio, que las perturbaciones de las condiciones iniciales de un único modelo.

15 Por lo tanto, el enfoque multi-modelo representa una manera simple y consistente para perturbar la física y la dinámica en el pronóstico meteorológico. Mediante el enfoque de perturbación multi-modelo del estado inicial, se obtiene un sistema de pronóstico más fuerte y más efectivo. Además, al verificar las hipótesis en más de un modelo, es posible verificar qué resultado es independiente del propio modelo y, por lo tanto, probablemente más fiable.

20 En este contexto, un pronóstico a corto plazo basado en el mismo modelo de conjunto y multi-modelo es insertado en la presente aplicación. El objetivo es usar pronósticos de temperatura para pronosticar los consumos de gas y de electricidad y para pronosticar la producción de electricidad en plantas de energía de ciclo combinado mediante la combustión de gas natural.

25 El pronóstico meteorológico-climático requerido por el mercado eléctrico está orientado al intervalo de uno a diez días. El pronóstico de la temperatura en este período de tiempo puede ser aplicado también al pronóstico de la carga eléctrica en relación a la distribución geográfica y la demanda de energía del operador de la red eléctrica. La planificación de la producción eléctrica en sitios industriales puede usar también pronósticos meteorológicos de medio-largo plazo para planificar las operaciones de mantenimiento.

30 Las interacciones a las diferentes escalas de espacio-tiempo son la característica dominante de todos los aspectos del pronóstico meteorológico-climático. El pronóstico de cualquier anomalía climática en una región solo está completo con la evaluación efectiva de los efectos de los mares, la tierra, la vegetación y los procesos estratosféricos. Además, el pronóstico estacional requiere que los modelos sean capaces de proporcionar una representación realista de las fluctuaciones del clima atmosférico, día a día. Estas fluctuaciones modifican la correlación estadística a una escala local y, por lo tanto, deben tenerse en cuenta en los cambios del sistema que alteran su pronóstico. La combinación del tiempo atmosférico y clima en un único aspecto implica el uso de modelos realistas que incluyen interacciones entre los componentes del sistema meteorológico-climático y los cuales, al mismo tiempo, son capaces de predecir las principales anomalías de los parámetros meteorológicos-climáticos y el tiempo meteorológico, día a día.

35 Incluso si existen razones bien documentadas en la base del uso de varios enfoques entre el tiempo meteorológico y el clima (Barry et al., 2009), la división en un sentido estricto representa una limitación. En un pronóstico a corto plazo, la evolución determinística del tiempo meteorológico es un problema relacionado con los valores usados para inicializar el modelo. Por otra parte, para los marcos de tiempo a una escala climatológica, las estadísticas de los sistemas atmosféricos son el elemento más importante.

40 Sin embargo, en el pronóstico estacional, la interacción entre los diversos componentes del sistema meteorológico-climático representa el elemento fundamental y el paradigma del propio pronóstico, que va de corto a largo plazo. La importancia y el considerable beneficio en la convergencia de los procedimientos usados en los pronósticos meteorológicos y los pronósticos climáticos, puede reconocerse claramente al considerar la combinación de las variabilidades en un proceso continuo dentro de todo el intervalo estacional.

45 Las características y las ventajas de un procedimiento y un sistema de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo que pueden ser usadas en particular, pero no exclusivamente, para la gestión de los recursos energéticos y para la planificación y la construcción de sitios de trabajo y plantas industriales, según la presente invención, parecerá más evidente a partir de la descripción ilustrativa y no limitativa siguiente, que hace referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama ilustrativo que ilustra las interacciones entre los procesos usados para determinar los parámetros meteorológicos en el procedimiento y el sistema de pronóstico meteorológico-climático según la invención;

La Figura 2 es un esquema sintetizado que ilustra el flujo del proceso de interacción entre la escala global y la escala regional con relación al sistema de reducción de escala y de pronóstico de construcción usado en el procedimiento y el sistema de pronóstico meteorológico-climático según la invención;

5 La Figura 3 es un esquema de bloques que ilustra las fases y los componentes principales del procedimiento y del sistema de pronóstico meteorológico-climático según la invención;

La Figura 4 ilustra los procedimientos de un modelo aplicativo que introduce, dentro del dominio final y durante la fase dinámica de reducción de escala, un conjunto de parámetros meteorológicos cerca del suelo, derivados a partir de una escala estadística, en el que estos parámetros meteorológicos son re-asimilados en el modelo o área regional y actúan a una escala compatible con la del propio modelo regional;

10 Las Figuras 5 y 6 son gráficos que muestran dos ejemplos diferentes de pronóstico de la temperatura máxima, obtenidos durante ciertos periodos de tiempo y en ciertas áreas geográficas, en los que los pronósticos obtenidos según el procedimiento de la invención (líneas con rombos) se comparan respectivamente con las temperaturas observadas (líneas con triángulos) y con los promedios climáticos durante 25 años (líneas con cuadrados) además de devolver el intervalo de confianza al 80% (líneas de puntos);

15 La Figura 7 es un gráfico que muestra un ejemplo de un pronóstico estacional de la temperatura promedio obtenido dentro de un período de tiempo determinado y en un área geográfica determinada, en el que los pronósticos obtenidos mediante el procedimiento de la presente invención (líneas y rombos) se comparan respectivamente con las temperaturas observadas realmente (líneas con triángulos), con promedios climáticos durante 25 años (líneas con cuadrados) y con los pronósticos de temperatura obtenidos por el NCEP-NOAA ("National Center for Environmental Prediction-National Oceanic and Atmospheric Administration", centro nacional de pronóstico ambiental-gestión oceánica y atmosférica nacional), mediante el modelo de sistema de pronóstico de clima (líneas con círculos);

20

La Figura 8 muestra el análisis estadístico global durante 3 años del error mensual de los pronósticos de temperatura, obtenidos por medio del procedimiento según la invención, durante un intervalo de tiempo y en diferentes macro-regiones de Italia y Bélgica, con una comparación con el pronóstico del clima a una escala estacional;

25

La Figura 9 es un diagrama que muestra un ejemplo de pronóstico a corto-medio plazo del error absoluto medio diario de los pronósticos de temperatura en función de los datos observados en diferentes tiempos de anticipación, en el que los pronósticos se obtuvieron según el procedimiento de la invención, durante un periodo de un año (2012) y en una ciudad italiana; y

30

La figura 10 muestra el análisis estadístico global para los pronósticos de temperatura a corto plazo en diferentes tiempos de anticipación, del error absoluto medio diario de los pronósticos de temperatura en función de los datos observados, obtenidos mediante el procedimiento según la invención, durante un periodo de un año (2012) y en diferentes ciudades italianas.

35 El procedimiento continuo de pronóstico meteorológico-climático, de corto plazo a plazo estacional, según la invención se basa en la composición de los pronósticos y en la aplicación a las macro-áreas geográficas de interés usando un innovador sistema de reducción de escala. La expresión "reducción de escala" significa un proceso para la determinación de los parámetros meteorológicos locales, partiendo de parámetros disponibles a una escala geográfica mayor. En el procedimiento según la invención, el conjunto de simulaciones es generado a partir de la perturbación de las condiciones atmosféricas iniciales, usando modelos globales y regionales. Esto permite el desarrollo del pronóstico meteorológico-climático en un sentido probabilístico.

40

En resumen, el procedimiento de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo según la invención:

45 – combina sistemas dinámicos y sistemas estadísticos mediante un modelo aplicativo recientemente concebido, que supera cualquier otro sistema actualmente en uso y que añade una escala estadística de los datos para las temperaturas cerca del suelo que, por lo tanto, vuelven a ser asimiladas en el modelo o el área regional como nuevos valores de temperatura cerca del límite físico (el suelo);

– combina la aplicación de la tendencia temporal al pronóstico estacional a una escala global según el enfoque de extremo-a-extremo (observación, pronóstico, aplicación y decisión), que forma uno de los elementos básicos de la invención;

50 – usa un nuevo procedimiento de reducción de escala de conjunto para proporcionar un pronóstico meteorológico-climático a corto, medio y largo plazo (estacional). La expresión reducción de escala de conjunto significa la aplicación del procedimiento de reducción de escala (estadístico y dinámico) a cada

simulación (ejecución) realizada por los modelos a una escala global.

Se implementaron dos fases, y posteriormente se integraron entre sí, para la simulación y el pronóstico meteorológico-climático a una escala regional:

- 5 – la primera fase prevé el uso de modelos con un área limitada, con un tamaño de paso de cuadrícula que varía de 1 km a 20 km y típicamente del orden de 10 km, y las condiciones de contorno proporcionadas por el conjunto a una escala global;
- la segunda fase prevé el uso de modelos empíricos-estadísticos para la conexión entre las características meteorológicas-climáticas locales y las condiciones a una escala regional.

10 Las dos fases se unieron y se aplicaron simultáneamente a los diversos miembros del conjunto, para crear una reducción de escala del conjunto estadístico-dinámico para mantener la continuidad (pronóstico uniforme) en la escala de tiempo de uno a noventa días y en la escala espacial desde el punto único a un macro-área subregional según se especifica más adelante.

15 El clima de una región viene determinado por la interacción entre los procesos y los elementos circulatorios que tienen lugar a una escala global, regional y local respectivamente y dentro de un amplio intervalo de tiempo que varía desde horas hasta semanas (Zhang et. Al., 2006). Los procesos que regulan la circulación general de la atmósfera pertenecen a la escala planetaria. Estos son los elementos que determinan la secuencia y el tipo de eventos-regímenes meteorológicos que caracterizan el clima de una región.

20 Dentro de la escala planetaria, los efectos locales y regionales modulan la estructura espacial y temporal de las señales climáticas regionales, causando efectos que, a su vez, son capaces de condicionar las características de la circulación general. Además, la variabilidad climática de una región puede verse fuertemente influenciada, mediante las denominadas teleconexiones, por anomalías presentes en regiones distantes, lo que complica la evaluación de las variaciones climáticas a una escala regional. Estas anomalías se caracterizan por diferentes escalas de tiempo y altas no linealidades.

25 Según la invención, se prevé el uso de un enfoque multi-escala para determinar los procesos que regulan los cambios en el clima a una escala regional. Al inicio del proceso, está el conjunto de modelos atmósfera-océano, capaz de reproducir el sistema meteorológico-climático con elementos de forzado a una escala planetaria y la variabilidad asociada con las anomalías inducidas a gran escala. La información que puede obtenerse se enriquece mediante el procedimiento de reducción de escala del conjunto estadístico-dinámico de los procesos a una escala regional y local.

30 En el procedimiento de reducción de escala de conjuntos, se aplica un proceso de selección de cada parámetro meteorológico de un super-conjunto, para cada período de tiempo, mediante una medición basada en la distancia entre los valores de referencia seleccionados adecuadamente. Esta medida es usada para excluir todos los valores fuera del intervalo. A continuación, el valor global se vuelve a calcular con los parámetros meteorológicos residuales, mientras el intervalo de confianza se basa en los límites del sub-conjunto obtenido. El término súper-conjunto significa la combinación de las simulaciones obtenidas a partir de dos (o más) modelos de pronóstico meteorológico. En el caso de la presente invención, el súper-conjunto consiste en dos modelos de simulación a escala global y el procedimiento de selección de los resultados se aplica a los mismos, pero puede extenderse a cualquier combinación de modelos disponibles.

De esta manera, es posible:

- 40 – evaluar la variabilidad asociada con eventos climáticos transitorios, en particular, eventos extremos;
- definir la predictibilidad y los límites del pronóstico dentro de una estación;
- definir el intervalo de confianza para determinar el grado de incertidumbre;
- proporcionar un mejor soporte para la toma de decisiones gracias a un sistema de modelización de alta resolución que permite la obtención de un pronóstico meteorológico-climático con continuidad, que
- 45 contiene un procedimiento que asocia los procesos de superficie con los procesos físicos y dinámicos del sistema meteorológico-climático.

50 El papel de los agentes de forzado de alta resolución ha sido demostrado claramente en numerosos estudios (entre los cuales se encuentra Noguer et al., 1998). Estos estudios han demostrado que la capacidad de simulación del componente de meso-escala de la señal climática es solo modestamente sensible a la calidad de los datos fundamentales.

La importancia de las interacciones del suelo y de la superficie en las simulaciones a largo plazo ha sido demostrada también en numerosos trabajos en la literatura. El impacto del uso de variables físicas características del suelo y sus cambios sobre el clima a una escala regional ha sido definido también en diversos estudios realizados en el pasado (entre otros, Pan et al., 1999; Pielke et al. 1999, Chase et al., 2000, Zang X., 2006). Estas características están conectadas directamente con el pronóstico del fenómeno, tal como lo demuestran los estudios realizados en el Epsom Meteo Center en la región de la India y el Himalaya, con respecto a la interacción entre el suelo y la atmósfera.

El pronóstico de la temperatura cerca del suelo, un resultado central del procedimiento según la invención, puede beneficiarse enormemente de la mejora en la descripción de los parámetros de la superficie. Por esta razón, según la invención, se ha previsto la creación de una base de datos avanzada de parámetros climáticos, a la que pueden hacer referencia los parámetros de superficie y las anomalías relativas.

La característica específica del procedimiento según la invención radica en el uso combinado de un modelo global, para la simulación de los efectos a gran escala, y un modelo regional, para tener en cuenta las características a una menor escala, tomando en consideración los elementos de forzamiento en la escala regional e incorporando la representación estadística con un procedimiento innovador.

Las técnicas competitivas, conocidas en la literatura, que usan también procedimientos estadísticos dinámicos de reducción de escala, se aplican normalmente para pronósticos climáticos y no para un período continuo de uno a noventa días. El procedimiento según la invención llena este vacío, uniendo los dos elementos mencionados para el pronóstico estacional mediante un modelo aplicativo concebido específicamente. El procedimiento de reducción de escala dinámico-estadístico está basado normalmente en la suposición de que cualquier situación a una escala regional está asociada a una distribución específica de grupos de clima atmosférico determinados a gran escala. Las distribuciones de las frecuencias de ocurrencia de estos grupos derivan de un análisis durante muchos años de las condiciones climáticas derivadas de simulaciones a gran escala (SG). Las simulaciones a una escala regional se realizan para cada uno de los grupos de clima atmosférico identificados, y pueden ser evaluadas estadísticamente ponderándolas con relación a la frecuencia de ocurrencia, de manera que las situaciones más frecuentes tengan un peso relativo más alto con respecto a los menos comunes. Los modelos regionales requerirían, en sí mismos, información tal como las condiciones de contorno, que dependerían de la misma escala a la que pertenecen y, por lo tanto, los procedimientos de reducción de escala dinámicos (o dinámicos-estadísticos) no satisfacen esta condición.

Con el propósito de reducir esta debilidad de la técnica conocida, el modelo aplicativo en el procedimiento según la invención añade un escalado estadístico de los datos para las temperaturas cerca del suelo que, por lo tanto, son re-asimilados en el modelo o área regional como nuevos valores de temperatura cerca del límite físico (el suelo o la superficie) del área regional. De esta manera, durante la fase de reducción de escala dinámica, se introduce de hecho un intervalo de "pseudo-observaciones", que actúa sobre una escala compatible con la del área regional. Además, la continuidad está garantizada entre el corto, el medio y el largo plazo por los procedimientos introducidos a nivel de los modelos y en el nivel de correlación y de filtro de los resultados para las temperaturas, con el objetivo de ser aplicados a la gestión de los recursos energéticos. Un primer mecanismo de filtrado actúa como un dispositivo que permite el paso de las frecuencias comprendidas en un intervalo asignado y relacionadas con los diversos parámetros meteorológicos de tipo dinámico y térmico. La amplitud del intervalo es determinada automáticamente por la escala regional de la aplicación. Por lo tanto, el filtro está conectado directamente al procedimiento de reducción de escala dinámico-estadístico ya que depende específicamente de la dimensión del escalado estadístico. Un segundo mecanismo de filtrado actúa en base al hecho de que el proceso de reducción de escala debería ser independiente de la dimensión del dominio. El segundo mecanismo de filtrado es aplicado a continuación a las ondas en una escala mayor y a los promedios en esa área.

Por lo tanto, el procedimiento según la invención propone la innovación del procedimiento de reducción de escala de conjunto que combina la técnica estadística con la técnica dinámica a través de una capa de aplicación capaz de proporcionar un pronóstico meteorológico-climático de la temperatura (pronóstico continuo a corto-largo plazo) para su uso directo en el proceso de toma de decisiones, proporcionando también confianza del pronóstico. De esta manera, el usuario final aprovecha la información útil para adoptar acciones relacionadas con los objetivos propuestos, en particular:

- explorar posibles opciones para evaluar decisiones alternativas en base a la probabilidad de eventos climáticos específicos;
- evaluar comparativamente alternativas con relación a los objetivos del negocio.

De esta manera, es posible obtener una evaluación económica del pronóstico meteorológico-climático e identificar situaciones potencialmente anómalas.

Más específicamente, el procedimiento y el sistema de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo según la presente invención propone:

- mejorar la descripción de los elementos físicos en los modelos matemáticos usados en las simulaciones meteorológicas-climáticas, con el propósito de aumentar los rendimientos de los mismos modelos;
- 5 – aplicar procedimientos de conjuntos multi-modelo para optimizar las simulaciones obtenidas a partir de los modelos individuales, de por sí incompletos;
- crear una clasificación estadística de los datos meteorológicos-climáticos registrados en los últimos 30 años de las variables físicas calculadas por los modelos, a fin de refinar el pronóstico de la temperatura a una escala regional.

10 En general, el pronóstico meteorológico-climático debe mejorar la representación estadística de los movimientos a una escala sinóptica y sub-sinóptica, sin límites artificiales entre el pronóstico a corto-medio-largo plazo, y representar la interacción de estos con el sistema climático global. Por otra parte, si el sistema olvida las condiciones iniciales con el tiempo, estas influyen enormemente en los fenómenos a corto y medio plazo (ondulaciones) que normalmente pertenecen a la escala de tiempo del orden de días. Estas ondulaciones de alta
15 frecuencia se propagan también indirectamente en escalas de tiempo más amplias e influyen en lo que sucede a gran escala, revelando el vínculo entre el tiempo atmosférico y el clima.

En el procedimiento según la invención, los modelos regionales se usan para producir dinámicamente un análisis de la atmósfera de alta resolución y para resolver problemas particulares que no pueden resolverse a una gran escala. Con el uso del procedimiento de reducción de escala dinámico, todos los detalles a una escala local son
20 simulados sin un conocimiento de los valores directos dentro del dominio regional (Figura 1). El procedimiento de reducción de escala dinámico mantiene los elementos a gran escala, resueltos por el modelo global, y añade información a una escala reducida que el modelo global no es capaz de resolver.

El modelo regional no debe alterar la solución a gran escala: pueden desarrollarse ondas falsas largas, sin embargo, en el interior debido al efecto de errores sistemáticos. Estas ondas interfieren con las ondas más cortas, distorsionando la circulación regional y con un impacto sobre los procesos físicos al distorsionar los campos de las variables atmosféricas (por ejemplo, la temperatura, la presión, etc.). Numerosos modelos regionales predicen los campos dentro de su dominio sin conocer las características a gran escala resueltas por el modelo global, excepto en el área cerca del límite lateral. Por consiguiente, el interior del dominio a gran escala no tiene conocimiento alguno acerca del dominio de pequeña escala.

30 La información en el límite del dominio de pequeña escala (proporcionada por el modelo a gran escala) se propaga al dominio a gran escala, transfiriendo la información a gran escala al interior. Esto tiene lugar a través de un proceso con etapas consecutivas (Figura 1). Este proceso, sin embargo, crea errores sistemáticos en el dominio regional. Para evitar esto, según la invención, se adopta un procedimiento de "perturbación dinámica". En resumen, tal como se muestra en la Figura 1, el campo o área geográfico en la que se realiza el pronóstico meteorológico es dividido en una parte o área básica, que proviene de la escala global (SG) y en un área o escala regional (SR). Este área o escala regional (SR) se define como la diferencia entre la escala global (SG) y la parte de base. El modelo calcula las tendencias de las variaciones climáticas a escala regional (SR) para cada variable atmosférica como las diferencias entre las tendencias del campo general y las de la parte de base. Gracias a un mecanismo de filtro, también nuevo, las ondas que tienen una mayor longitud con respecto a las de una escala regional (SR), son filtradas para de manera que todo lo que ocurre a mayor escala permanezca inalterado. Este mecanismo de filtro se basa en el hecho de que un proceso de reducción de escala debería ser independiente de la dimensión del dominio y, por lo tanto, el mecanismo de filtro se aplica a las ondas a una escala mayor y a los promedios en el área.

45 En cualquier caso, sin embargo, la física en todas las escalas se mantiene en común para cada escala y, dentro del dominio, las ondas largas son libres de desarrollarse en el modelo regional. Además, no hay un agente de forzado explícito hacia el campo de escala global dentro del dominio regional. En este punto, el modelo regional todavía es susceptible a errores a gran escala. Se aplica un filtro adicional, introducido también por primera vez en el procedimiento según la invención, basado en un procedimiento autocorrectivo selectivo, para reducir el último tipo de error (Figura 2). La autocorrección selectiva insertada en el filtro se basa en la reducción de escala estadística que establece el intervalo de aplicación del procedimiento de selección y actúa como procedimiento de control (punto de referencia) en los parámetros meteorológicos del área regional (SR). Por lo tanto, esto garantiza que los errores a gran escala (SG) sean corregidos, obteniendo una reducción de escala que es independiente de la selección de la posición en el dominio y de los parámetros meteorológicos disponibles en el área geográfica a gran escala (SG).

En la combinación entre reducción de escala estadística y dinámica, la reducción de escala estadística se aplica al campo base, mientras que la reducción de escala dinámica se aplica a las variaciones a una escala regional. De esta manera, la combinación dinámica-estadística respeta las condiciones descritas anteriormente para la correcta evaluación de las ondas con diferentes escalas, indicando la reducción de escala de conjunto como la composición de las posibles ondulaciones a una escala global y regional.

El procedimiento de reducción de escala del procedimiento según la invención es capaz de tener en cuenta el desarrollo de procesos que tienen lugar a una menor escala y durante duraciones de menos de un día, mejorando el pronóstico de la temperatura cerca del suelo, que puede verse influenciado específicamente por la evolución de estas interacciones a una escala espacio-tiempo más pequeña. Por lo tanto, estos efectos se añaden al campo global, integrando algunos aspectos evolutivos con el proceso de particularización de reducción de escala específico como una combinación del campo base, el componente a gran escala del campo total, indicado a una escala regional. Esto permite la adición del componente estadístico, que relaciona los datos del campo a una escala global con la dinámica regional y el resultado final, es decir, la temperatura cerca del suelo.

La combinación entre dinámica y estadística elimina las potenciales debilidades de la reducción de escala estadística individual, debido al hecho de que los informes estadísticos desarrollados en la actualidad tampoco se aplican necesariamente, como tales, al futuro, y al estado incompleto de los datos en ciertas áreas. Por lo tanto, se produce un intervalo de temperaturas escalado en el área de interés, en base a la reducción de escala de conjunto ya ilustrado anteriormente, homogeneizando las diferentes escalas espacio-tiempo, proporcionando continuidad al proceso físico y usando los mismos instrumentos en cada etapa, con un procedimiento innovador con respecto a las técnicas conocidas de reducción de escala dinámicas-estadísticas del conjunto.

El proceso, tal como se muestra en la Figura 3, se organiza partiendo de datos generales a una escala global (SG), es decir, el estado del clima (datos meteorológicos revelados). Estos datos sirven para la construcción del punto de inicio, es decir, el instante de tiempo = 0 (estado inicial a una escala global). El dato construido de esta manera forma la entrada del módulo que genera estados perturbados (proceso de perturbación) a partir del estado inicial. Cada uno de estos estados perturbados (estado 1, estado 2, ..., estado N) forma el punto inicial para cada una de las simulaciones del modelo.

Se produce una simulación a partir de cada perturbación, para cada uno de los estados iniciales usados, que cubre todo el período de referencia. Los resultados se almacenan y se usan contemporáneamente para simulaciones a una escala regional (SR) (almacenamiento de datos ↔ sistema regional) en el nivel base a partir de los datos de control. Los datos de las simulaciones de los N estados almacenados son la entrada de los modelos aplicativos que realizan la reducción de escala del pronóstico estacional, a través del procedimiento descrito a continuación. Los datos del procesamiento almacenados diariamente en los días anteriores, junto con los del día actual, se usan como un conjunto para construir un conjunto que consiste en cientos de elementos. Al final, se produce un pronóstico global para los diversos grupos de escalas de tiempo, para el uso actual según los requisitos del usuario, en el pronóstico a largo plazo y en el pronóstico normal a corto y medio plazo.

El procedimiento de reducción de escala responde a la necesidad de proporcionar información adicional a partir del pronóstico global. Los modelos de escala regional han sido usados frecuentemente para reducir la escala a un nivel climático (por ejemplo, para estudiar los cambios climáticos), pero rara vez se han aplicado al pronóstico estacional. El procedimiento según la invención es capaz de superar cualquier procedimiento aplicado anteriormente, realizando una reducción de escala a partir del pronóstico global mediante el uso combinado de modelos regionales y reducción de escala estadística. Esta última se basa en un modelo matemático y una aplicación que usa correlaciones construidas sobre una base histórica, permitiendo de esta manera que el modelo sea vinculado al dominio regional preseleccionado. El modelo regional realiza la reducción de escala para cada uno de los períodos de pronóstico estacional. Cada período consiste en diferentes predicciones realizadas en el mismo período, construyendo de esta manera conjuntos que consisten en cientos de elementos que combinan las propiedades estadísticas-dinámicas del sistema.

Los resultados muestran que la combinación entre el súper-conjunto global, la reducción de escala dinámica-estadística y la inclusión de la tendencia del conjunto general durante un período de tiempo específico, combinada a través de una capa de aplicación que construye los valores promedio, el intervalo de confianza y la variabilidad, forma un sistema único e innovador, capaz de proporcionar un pronóstico continuo durante todo el período estacional, de uno a noventa días (Figura 3).

A continuación, se proporciona una serie de ejemplos aplicativos del procedimiento de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo según la invención. En las economías occidentales, alrededor del 20% del producto interior bruto "PIB" puede estar influenciado directamente por las condiciones meteorológicas-climáticas y los ingresos de cualquier industria en las industrias agrícola, energética, de la construcción, transporte y turismo depende de la tendencia de las variables meteorológicas, en particular de la temperatura, en la que se focaliza el

procedimiento según la invención. Las condiciones meteorológicas influyen directamente en los volúmenes, los usos y los precios de ciertos bienes. Un invierno excepcionalmente cálido, por ejemplo, puede dejar a las compañías de energía con un exceso de reservas de combustible o, por el contrario, un invierno más frío crea la necesidad de adquirir reservas a precios extremadamente altos. Aunque el precio cambia en relación con la demanda, los ajustes de precio no compensan las posibles pérdidas que se derivan de una tendencia anómala de las condiciones meteorológicas-climáticas. El procedimiento según la invención determina el pronóstico de la temperatura y la confianza a corto, medio y largo plazo, permitiendo la gestión de los riesgos intrínsecos de la tendencia meteorológica.

Un primer ejemplo de aplicación es el siguiente. La Figura 5 representa el pronóstico producido por el procedimiento según la invención para el mes de agosto de 2011 para el norte de Italia. El pronóstico de la Figura 5 fue generado durante el mes anterior. Tal como puede observarse a partir del gráfico, hay una fuerte anomalía térmica positiva después de los primeros diez días del mes que el procedimiento de pronóstico fue capaz de reproducir con precisión, con una diferencia promedio del orden de 1°C con respecto al pronóstico del clima, que, por otra parte, tiene una diferencia promedio de 3°C con respecto al valor final.

Un segundo ejemplo de aplicación del procedimiento se indica en la Figura 6 para el pronóstico de la temperatura máxima en el sur de Italia, excluyendo las islas, para los meses de Diciembre de 2009 y Enero de 2010. El pronóstico se realizó en base a los procesos descritos anteriormente y la base de los datos procesados se refiere al final de Noviembre de 2009. El procedimiento de pronóstico reproduce correctamente el comportamiento de la temperatura revelada en el sur de Italia. La varianza promedio es de 1°C, mientras que la diferencia con respecto al valor climático usado como valor comparativo es de 2,9°C. Por lo tanto, el procedimiento proporcionó un pronóstico mejorado de 1,9°C con respecto al pronóstico basado en los valores climáticos. En ambos ejemplos aplicativos, las anomalías climáticas en el orden de 2°C se predijeron correctamente.

Con un conocimiento de la tendencia meteorológica-climática por adelantado, puede obtenerse una ventaja económica considerable en términos tanto de precio como de volúmenes de gas. Al conocer la tendencia de la temperatura de un área geográfica determinada en el tiempo, de hecho, y prestando atención particular a las tendencias anómalas, es posible mejorar la planificación de las reservas de almacenamiento, la venta y el suministro de gas.

Otro ejemplo de aplicación del procedimiento según la invención se refiere al pronóstico de la demanda de gas, efectuada sobre la composición de las demandas residenciales, comerciales, industriales y la producción de energía eléctrica. La demanda de energía está estrictamente correlacionada con la tendencia meteorológica-climática estacional y, en particular, se usa la expresión día de grado de calentamiento (HDD) o día de grado de enfriamiento (CDD), dependiendo de si hace referencia a calentamiento o a acondicionamiento. Los problemas relacionados con el almacenamiento y las reservas de gas dependen también de la demanda. El equilibrio entre las reservas y la demanda minimiza el riesgo de aumentos de precio repentinos. De hecho, los precios altos corresponden a picos, tal como en ciertos inviernos fríos, cuando la demanda excede la suma de la producción más lo que se ha acumulado en el almacenamiento. Las propias reservas desempeñan un papel fundamental para satisfacer una demanda creciente. Sin embargo, una planificación económica equilibrada requiere una optimización de las cantidades de gas natural a almacenar. Los excesos son costosos, mientras que, por el contrario, una estimación a la baja representa un riesgo considerable.

Con el fin de evaluar el ejemplo de aplicación a este problema de un conocimiento preciso del pronóstico meteorológico-climático y su impacto, debe evaluarse la dependencia de cada elemento de la demanda en los grados/día y su desviación con respecto a la climatología. En estudios realizados, la dependencia de los grados/día de los cuatro términos de la demanda (producción residencial, comercial, industrial y de electricidad) muestra una insensibilidad relativa a las condiciones meteorológicas de la demanda industrial, una débil dependencia de la demanda comercial y una considerable dependencia de la demanda asociada con los servicios públicos y la demanda residencial. En particular, suponiendo una relación lineal directa entre la demanda de gas natural y HDD (día de grado de calentamiento) en el período de invierno (Noviembre-Marzo), el peso en la dependencia de la demanda, en el caso de una variación hipotética de 2°C (véase la Figura 3) con respecto al valor climatológico, causaría:

- un aumento en la demanda comercial y residencial de aproximadamente el 20%;
- un aumento en la demanda industrial de aproximadamente el 8%; y
- ningún aumento en la demanda de servicios públicos,

para una variación global del orden de 10 ÷ 15% con respecto a la demanda global.

De la misma manera, suponiendo una relación directa entre el CDD (día de grado de enfriamiento) y la demanda de gas natural vinculada a la producción de energía eléctrica (servicios públicos) en el período de verano, con una variación de un grado respecto al valor climatológico, puede estimarse una variación en la demanda global de aproximadamente el 7%.

5 Otro ejemplo de aplicación del procedimiento según la invención se refiere al pronóstico de temperatura a corto plazo. El pronóstico de la temperatura ambiente es extremadamente importante para predecir la disponibilidad de producción de las plantas de energía termoeléctrica de ciclo combinado alimentadas con gas natural. El sistema estimó que la mejora en el pronóstico de la temperatura ambiente desde el día D+1 hasta el día D+5 fue de aproximadamente 0,5°C por hora promedio. De hecho, para una planta de energía de ciclo combinado de 390 MW
10 la temperatura ambiente tiene un impacto en la capacidad de producción de energía eléctrica de aproximadamente 2 MWh por cada grado centígrado. Al mejorar la temperatura pronosticada en 0,5°C, es posible aumentar la disponibilidad de energía para cada ciclo combinado en aproximadamente 1 MW (0,3%) para todas las horas de funcionamiento. Además, una mejor planificación de la producción de las unidades productivas tiene un impacto económico significativo con respecto a la limitación de los costos relacionados con el pago de los costes de desequilibrio generados por la diferencia entre la venta de energía eléctrica en el mercado eléctrico nacional y su
15 producción real.

Desde el punto de vista de la aplicación del pronóstico meteorológico-climático a corto plazo y su impacto sobre el mercado del gas, un mejor pronóstico de la temperatura desde el día D+1 al día D+5 permite una reducción del error cometido en la fase de planificación de las extracciones de gas, tanto para propósitos de nominación por hora/día como para propósitos de planificación semanal para los transportistas. En particular, una mejora de 0,5°C
20 reduce el desequilibrio diario de las extracciones de gas (diferencia entre los volúmenes planificados y las extracciones reales), con relación a los usuarios civiles y, por consiguiente, una reducción en la carga relativa asociada, de aproximadamente el 3%.

Además, un error de pronóstico de temperatura reducido permite también gestionar posibles desequilibrios, con una consiguiente reducción de las penalizaciones por exceder la capacidad, que pueden generarse en el mercado europeo en el que opera la empresa. Por consiguiente, se mejoran las actividades de operación y la flexibilidad en el mercado del gas natural para oportunidades de arbitraje (actividades infra-mes - capacidad no usada) y de comercio. Una variación esperada en la temperatura, por ejemplo, puede causar un aumento o una disminución esperados en los precios del gas natural en los puntos de suministro centrales.
25

30 De esta manera, puede verse que el procedimiento y sistema de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo según la presente invención consigue los objetivos indicados anteriormente.

El procedimiento y el sistema de pronóstico meteorológico-climático a corto-medio-largo plazo concebidos de esta manera pueden ser sometidos, en todo caso, a numerosas modificaciones y variantes, todas incluidas en el mismo concepto inventivo. Por lo tanto, el alcance de la protección de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.
35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para un pronóstico meteorológico de la temperatura, desde un corto plazo de aproximadamente 1 día a un largo plazo de aproximadamente 90 días, para:

- 5 – gestionar el comercio, el transporte y el almacenamiento de los recursos energéticos tales como gas natural, energía eléctrica, petróleo y productos refinados;
- estimar la producción de energía eléctrica obtenida mediante la combustión de gas natural en plantas de energía de ciclo combinado, mejorando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental;
- reducir el desequilibrio en las redes de transporte y de distribución de gas y de electricidad;
- 10 – pronosticar los consumos industriales y civiles para gestionar el almacenamiento de petróleo y productos refinados, y optimizar la logística de las estaciones de servicio;
- gestionar la logística de los materiales y del personal en sitios de trabajo remotos relacionados con las operaciones de exploración y de producción, construcción de plantas industriales u oleoductos, en cualquier área geográfica;
- 15 – optimizar el suministro de petróleo y los procesos petroquímicos industriales conducidos por las tendencias del mercado,
- en el que el procedimiento comprende las etapas de:
 - adquirir parámetros meteorológicos de un área geográfica a gran escala (SG) que tiene una extensión predefinida;
 - 20 – descomponer el área geográfica a gran escala (SG) en un área de base, que se deriva del área geográfica a gran escala (SG), y en un área regional (SR), en el que el área regional (SR) se define como la diferencia entre el área geográfica a gran escala (SG) y el área de base;
 - determinar la temperatura cerca de la superficie del suelo del área de base, a partir de los parámetros disponibles en el área geográfica a gran escala (SG), usando un modelo empírico-estadístico que es una reducción de escala estadística;
 - 25 – determinar las tendencias de los parámetros meteorológicos en el área regional (SR), a partir de los parámetros meteorológicos disponibles en el área geográfica a gran escala (SG), usando un modelo numérico dinámico que es una reducción de escala dinámica;
 - en el que procedimiento está **caracterizado por que** comprende la etapa adicional de:
 - 30 – realizar, a través de un modelo aplicativo, un conjunto de reducciones de escala, que es una combinación del modelo empírico-estadístico y del modelo numérico dinámico, para obtener de manera continua, desde el corto plazo de aproximadamente 1 día hasta el largo plazo de aproximadamente 90 días, el pronóstico de la temperatura cerca de la superficie del suelo,
 - en el que dicho modelo aplicativo añade un escalado estadístico de los datos para las temperaturas cerca de la superficie que, por lo tanto, son re-asimilados en el área regional (SR) como nuevos valores de temperatura
 - 35 cerca de la superficie del suelo del área regional (SR), introduciendo, durante la fase de reducción dinámica de escala, un intervalo de pseudo-observaciones, que actúan apropiadamente en el área regional (SR).
- 40 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las tendencias de la variación de los parámetros meteorológicos del área regional (SR), para cada parámetro meteorológico, se calculan como las diferencias entre las tendencias de los parámetros meteorológicos del área geográfica a gran escala (SG) y las tendencias de los parámetros meteorológicos del área de base.
- 45 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende también una etapa de filtrado, basada en un procedimiento de auto-corrección selectiva que, a través del modelo empírico-estadístico, define el intervalo de aplicación de un procedimiento selectivo y actúa como un procedimiento de control o punto de referencia sobre los parámetros del área regional (SR), asegurando de esta manera que se corrijan los errores en el área geográfica a gran escala (SG) y obteniendo una reducción de escala que es independiente de la elección de la posición del área y de los parámetros meteorológicos disponibles en el área geográfica a gran escala (SG).
- 4. Procedimiento según la reivindicación 3, que comprende también una etapa o un procedimiento de selección,

para cada tiempo, de la temperatura disponible en el área geográfica a gran escala (SG) a través de una medición basada en la distancia entre valores de referencia seleccionados adecuadamente, en el que dicha medición se usa para excluir todos los valores fuera del intervalo.

- 5 5. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende también una etapa de cálculo adicional del valor global en los intervalos de temperatura.
- 10 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende la etapa preliminar de determinar los parámetros meteorológicos adecuados para construir el instante de tiempo inicial en el área geográfica a gran escala (SG), que forma la entrada del módulo que genera una pluralidad de estados meteorológicos perturbados (estado 1, estado 2, ..., estado N) comenzando en el instante de tiempo inicial, en el que cada uno de dichos estados meteorológicos perturbados (estado 1, estado 2, ..., estado N) representa el punto de partida para la combinación, o reducción de escala de conjunto, del modelo empírico-estadístico y del modelo numérico dinámico para determinar la temperatura cerca de la superficie.
- 15 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que para cada uno de los estados meteorológicos perturbados (estado 1, estado 2, ..., estado N) se produce una simulación global, que es agregada y que cubre todo el período de referencia gracias al procedimiento de autocorrección selectiva.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que los resultados de la simulación se almacenan en una base de datos y se usan simultáneamente para simulaciones en el área regional (SR) en el nivel base a partir de los datos de control, en el que dichos resultados forman la entrada del modelo empírico-estadístico y/o del modelo numérico dinámico para obtener el pronóstico de la temperatura cerca de la superficie.
- 20 9. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la parte del área geográfica a gran escala (SG) que se determina como una variación de los parámetros meteorológicos en el área regional (SR) tiene un tamaño de paso de rejilla que varía de 1 km a 20 km, típicamente del orden de 10 km.
- 25 10. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el parámetro meteorológico es un valor de temperatura cerca de la superficie que puede ser usado para gestionar o comercializar recursos energéticos tales como gas natural, energía eléctrica, petróleo y productos refinados y la producción de electricidad en plantas de energía de ciclo combinado, la logística de operaciones de exploración y de producción, y la construcción de plantas industriales u oleoductos, en cualquier área geográfica.

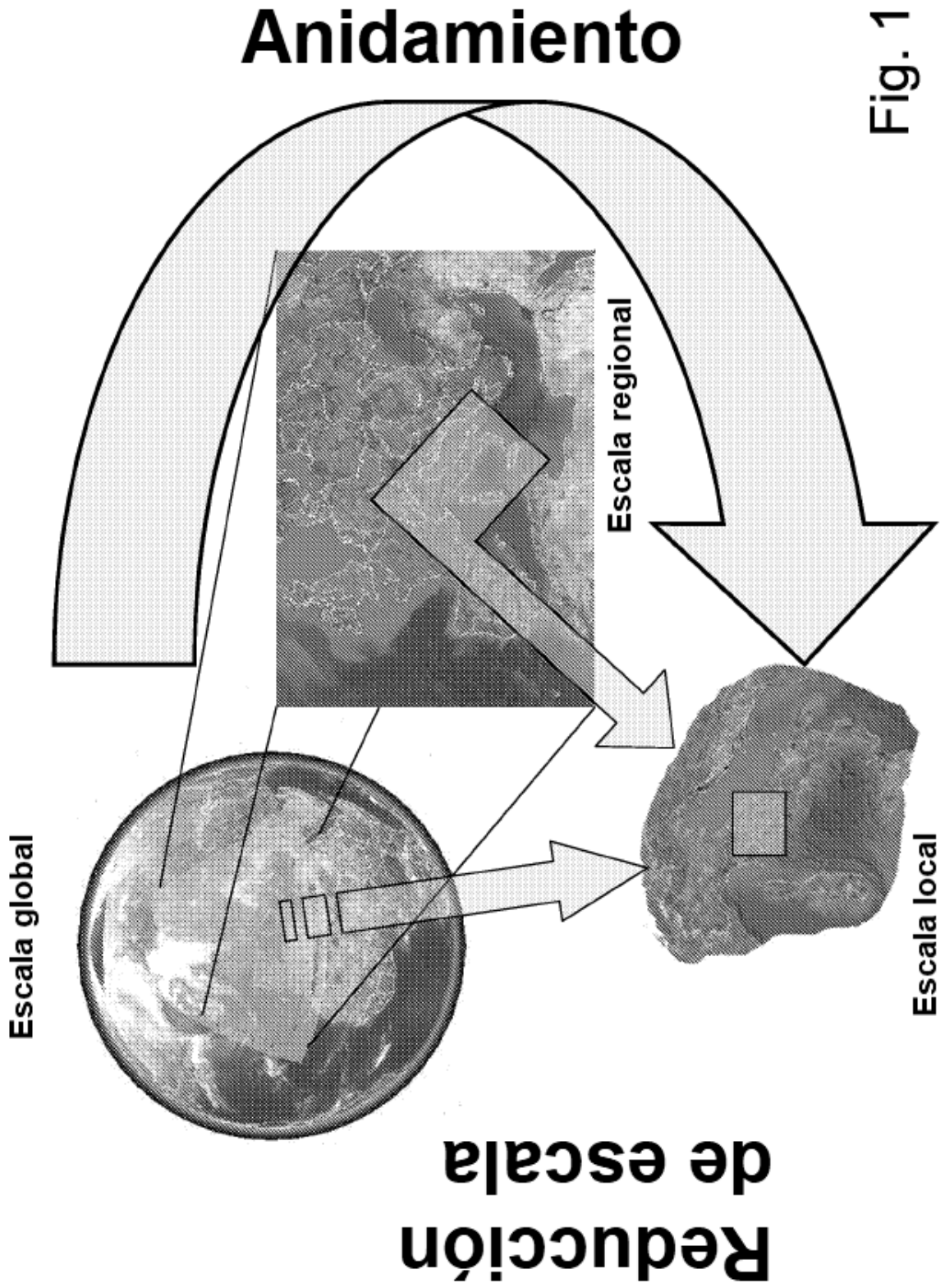


Fig. 1

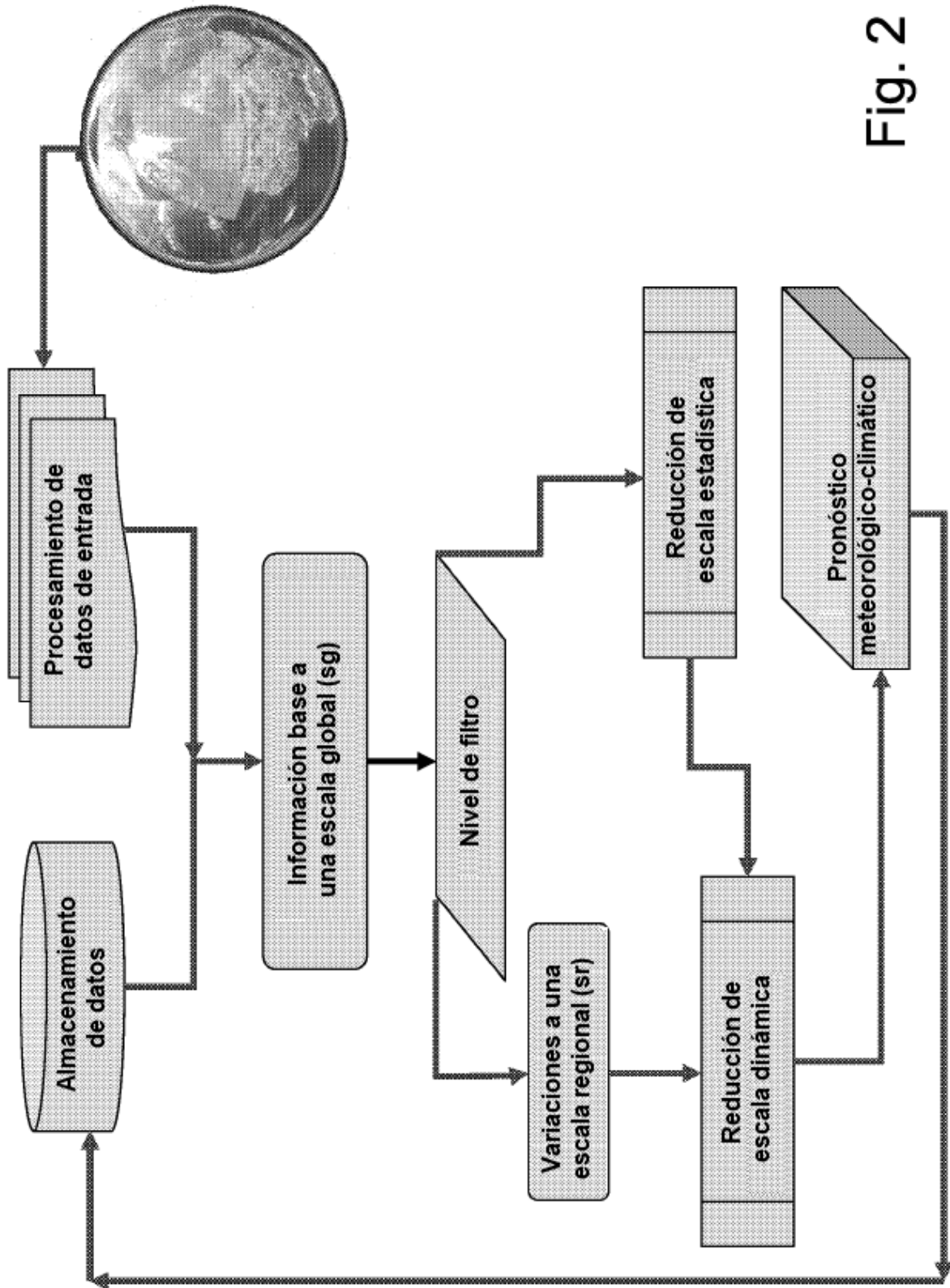


Fig. 2

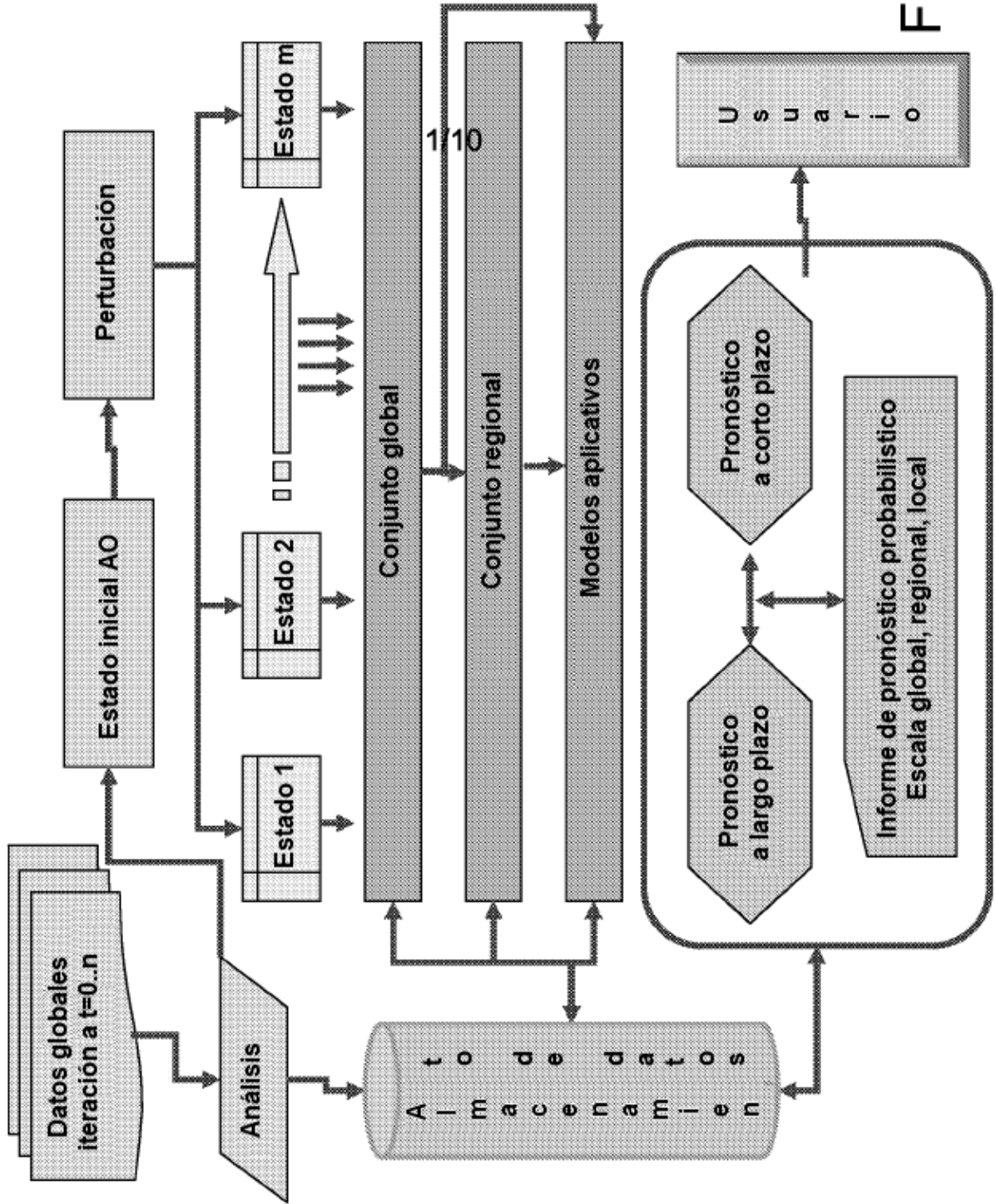


Fig. 3

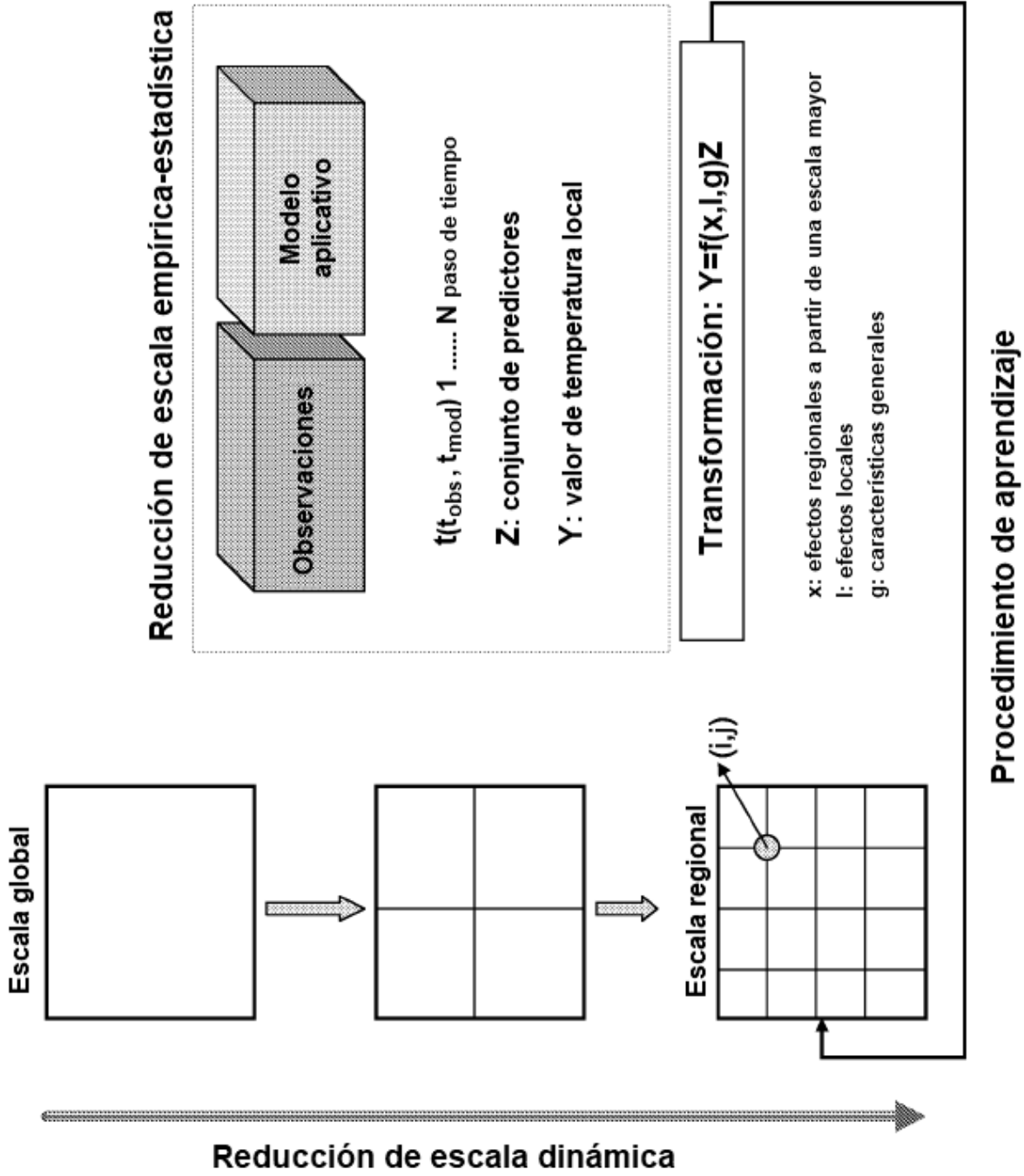


Fig. 4

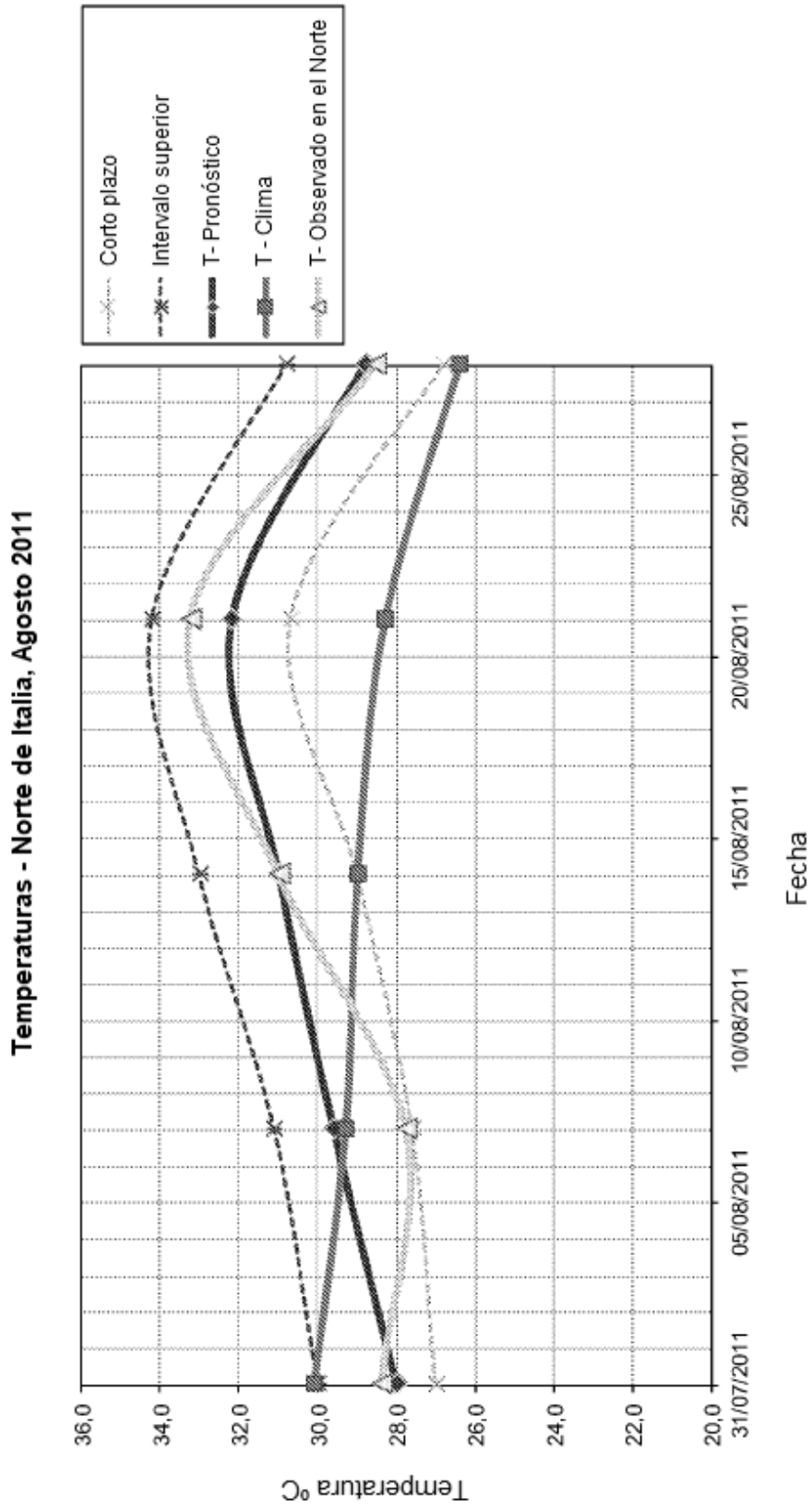


Fig. 5

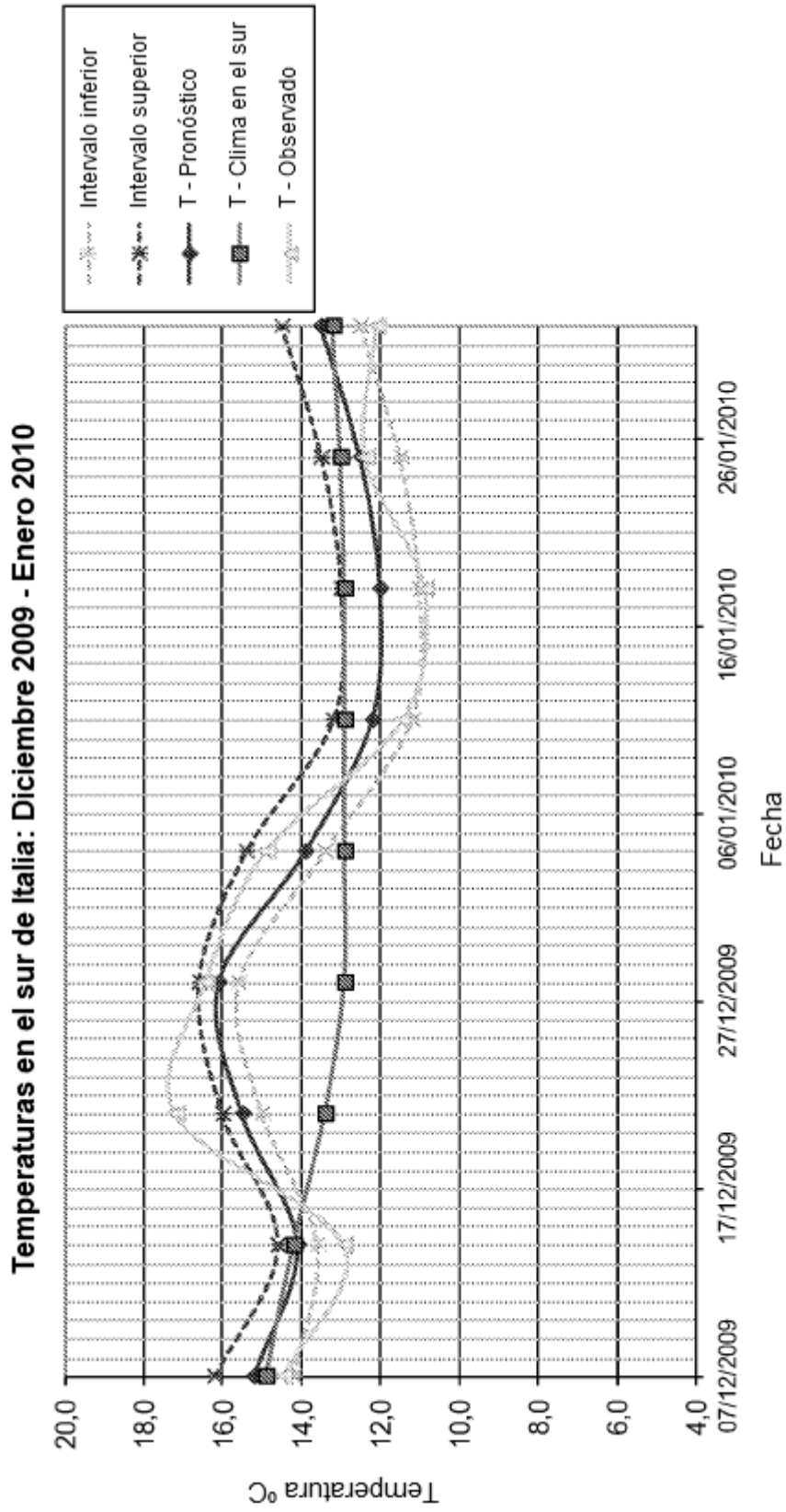


Fig. 6

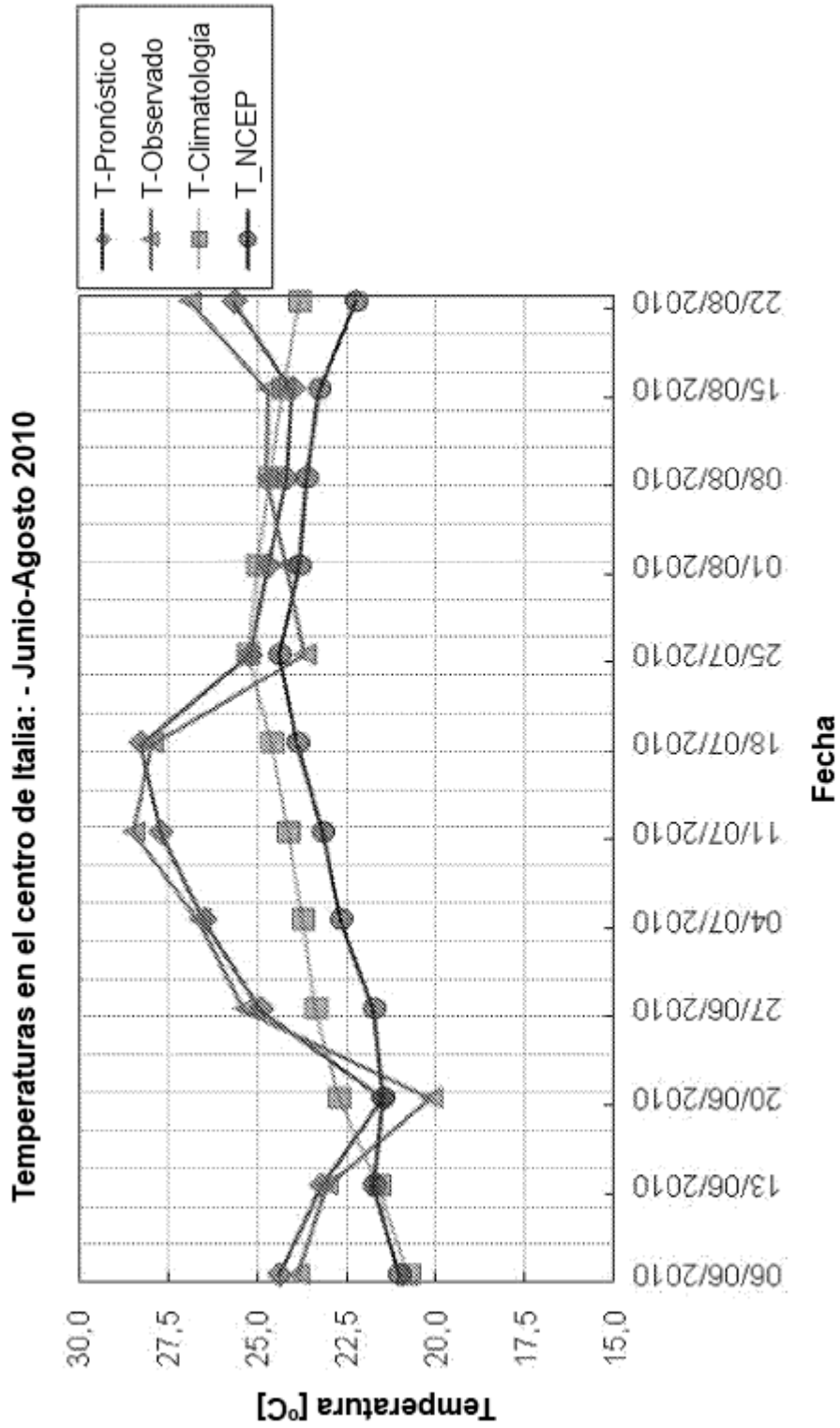


Fig. 7

Error mensual del pronóstico de temperatura (°C)				
Área geográfica	Italia			Bélgica
Mes del pronóstico	Norte	Centro	Sur	
1^{er} mes	0,85	0,85	1,10	1,45
2^o mes	1,90	1,65	1,50	2,17
3^{er} mes	1,65	1,70	1,50	1,83
Promedio estacional	1,47	1,4	1,37	1,82
Promedio pronóstico climático	2,33	2,34	2,37	2,55

Fig. 8

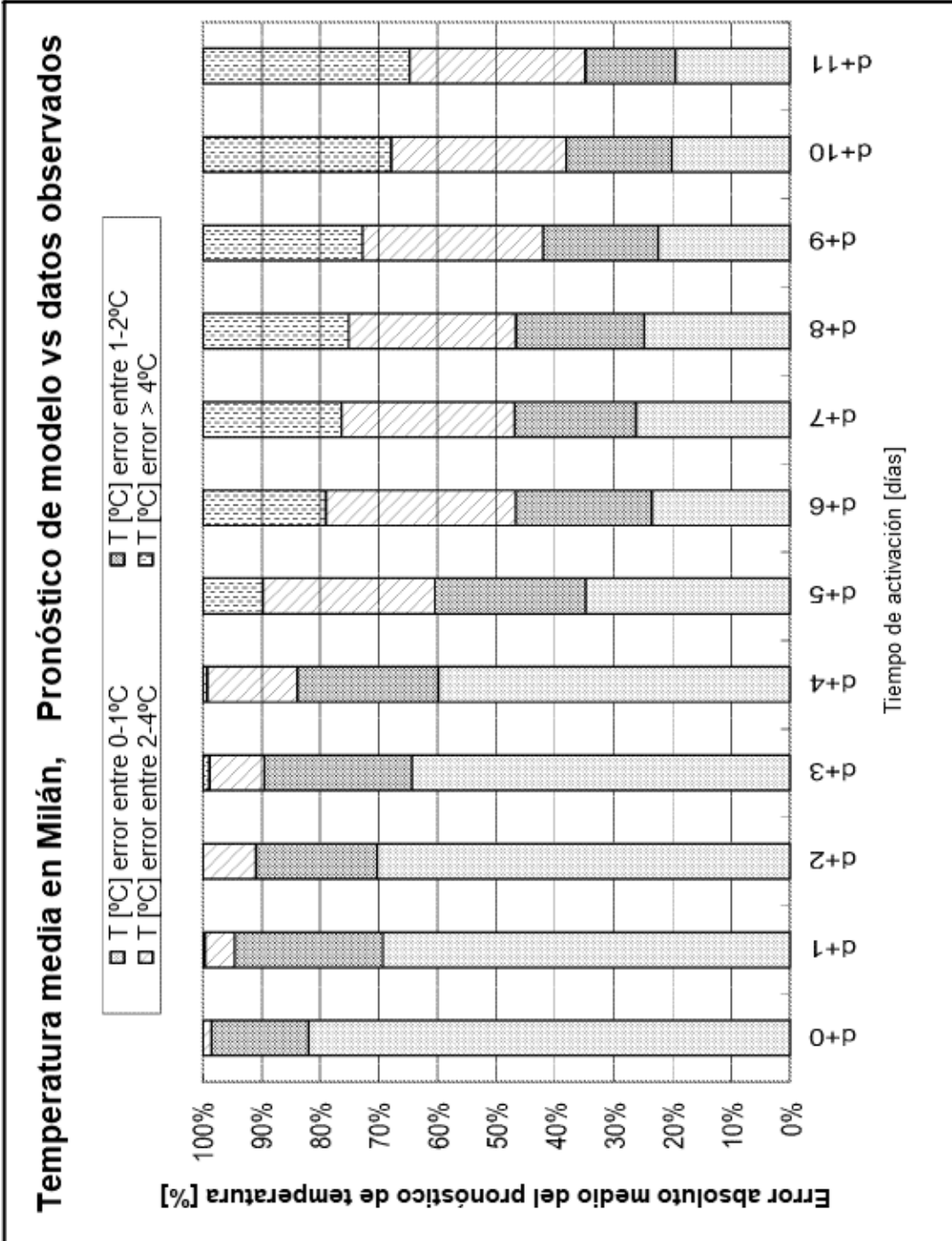


Fig. 9

Pronóstico del modelo vs datos de temperatura observados en ciudades diferentes	Milán				
	Día + 1	Día + 2	Día + 3	Día + 4	Día + 5
Horizonte de pronóstico (día)					
Error absoluto medio (MAE) [°C]	0,85	0,87	1,00	1,12	1,96
Error cuadrático medio (RMSE) [°C]	1,11	1,14	1,32	1,47	2,54
Error medio (ME) [°C]	0,27	0,06	0,41	0,46	0,19
	Firencia				
Error absoluto medio (MAE) [°C]	1,02	1,09	1,24	1,35	2,35
Error cuadrático medio (RMSE) [°C]	1,30	1,39	1,60	1,69	2,95
Error medio (ME) [°C]	0,29	0,30	0,58	0,58	0,28
	Roma				
Error absoluto medio (MAE) [°C]	0,88	0,97	1,02	1,12	1,92
Error cuadrático medio (RMSE) [°C]	1,13	1,23	1,26	1,44	2,52
Error medio (ME) [°C]	-0,28	-0,21	0,17	0,16	-0,09
	Nápoles				
Error absolute medio (MAE) [°C]	1,05	1,05	1,04	1,08	1,81
Error cuadrático medio (RMSE) [°C]	1,28	1,31	1,33	1,39	2,34
Error medio (ME) [°C]	-0,66	-0,63	-0,36	-0,35	-0,58

Fig. 10