

SIPEI

ORIGEN DE UN EPISODIO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. PROCEDIMIENTO ACTUAL	4
3. MODELOS	6
3.1. NOTACIÓN	6
3.2. MODELOS DE HISTÓRICOS	7
3.2.1. Modelo HN1	7
3.2.2. Modelo HN2	8
3.2.3. Modelo HN3	9
3.3. MODELOS DE RATIOS	10
3.3.1. Modelo RS1/RN1	10
3.3.2. Modelo RS2/RN2	12
3.4. MODELOS DE VIENTO	14
3.4.1. Modelo VN1	14
3.4.2. Modelo VN2	15
3.5. MODELOS MIXTOS	17
3.5.1. Modelo XN1	17
3.5.2. Modelo XN2.1/XN2.2	19
3.6. MODELOS FUNCIONALES	21
3.6.1. Modelo FN1	21
4. ESQUEMAS	22
4.1. ESQUEMA ACTUAL	22
4.2. ESQUEMA PROPUESTO 1A	23
4.3. ESQUEMA PROPUESTO 1B	24
4.4. ESQUEMA PROPUESTO 2A	25
4.5. ESQUEMA PROPUESTO 2B	26
ANEXO I: CÓDIGO DE PREDESTADMIN()	27
ANEXO II: CÓDIGO DE ORIGEN()	28
ANEXO III: CÓDIGO DE MAPA.VB	30

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se realiza un análisis del procedimiento que se utiliza para calcular el origen de un episodio en la actualidad y se plantean ideas para modificarlo.

En este análisis se han tomado como base las siguientes versiones de los procesos y la aplicación:

- Conexion_2007-v.01.00
- Prediccion_2007-v.01.09
- VPR_INM_2007-v.3.0.0.0

Donde 2007 hace referencia al año de la aplicación de visualización e indica en los procesos de conexión y predicción que están desarrollados para esa aplicación (aunque no necesariamente en ese año).

2. PROCEDIMIENTO ACTUAL

El cálculo del origen de un episodio se hace utilizando la función **origen()**, definida en *Fuente_episodio.R*, que es llamada desde la función *predESTADmin()*, definida en *pred_medas_min.R*.

Además, para el cálculo se utiliza información histórica del NO_x de fondo de cada una de las estaciones de inmisión.

Esta información está almacenada en el archivo *NOx_FONDO.RData*, donde actualmente se puede encontrar el objeto *NOx_2006* con los datos de NO_x.

Se trata de una matriz de 17 columnas (una por cada estación) y 128.540 filas (datos comprendidos entre el 02/01/2006 11:26 horas y el 29/12/2006 23:34 horas). Estos son datos del año 2006 filtrados para los que se han eliminado instantes en los que se habían producido episodios o fenómenos anormales.

Lo que se hace en ***predESTADmin()*** es lo siguiente:

- Se almacena en la variable *NOx_2006* la mediana y la desviación típica de los datos de NO_x de cada estación obtenidos de *NOx_FONDO.RData*.
- Después, cada minuto se comprueba si hay datos nuevos en las estaciones y, en cada una en que los hubiese, se comprueba si existe o no alarma.
- Finalmente, en función de si hay alarma para SO₂ y NO_x, solo para SO₂ o solo para NO_x se llama a la función ***origen()*** para calcular la probabilidad de que el origen del episodio que motivó la alarma esté en la actividad de la central térmica.

Aunque hay que tener en cuenta que cuando hay alarma para ambos se procede de igual forma que cuando la hay solo para SO₂ (se le da preferencia en la clasificación).

Los datos que se utilizan son el último de media horaria de inmisión y los 120 últimos minutales de emisión.

Lo que se hace en ***origen()*** es lo siguiente:

- Se simula una distribución Normal con media igual a la mediana de *NOx_2006* y desviación típica la de *NOx_2006*, almacenando estos valores de NO_x de fondo en una nueva variable (bootstrap paramétrico).

En caso de resultar algún valor inferior a 2 se cambia y se pone 2.

- Se resta de los valores reales de NO_x en inmisión este valor de fondo.
En caso de resultar algún valor inferior a 2 se cambia y se pone 2.
- Se calculan los ratios de inmisión para SO_2 y NO_x tanto para los datos reales actuales como sin el de fondo de NO_x . Y esto en función de si lo que interesa es uno u otro (SO_2/NO_x o NO_x/SO_2).
- Se calcula el ratio de emisión de la central térmica (SO_2/NO_x o NO_x/SO_2).
- Se estiman de manera no paramétrica las densidades para el ratio de inmisión sin fondo y de emisión de la central térmica.
- Se asigna la probabilidad de que el origen del episodio esté en la central térmica en función de lo próximas que estén estas densidades: a mayor proximidad mayor probabilidad.

Si \hat{f}_{-F} y \hat{f}_{CT} son, respectivamente, las funciones de densidad estimadas para los ratios de inmisión sin fondo y de emisión de la central térmica, se trata de obtener

$$\hat{p}_{CT} = \min_{p \in A} \sum_{i=1}^I \left(\hat{f}_{-F}(x_i) - p \hat{f}_{CT}(x_i) \right)^2$$

donde I es el número de puntos estimados para las densidades y $A = \left\{ \frac{j}{J} : j = 0, \dots, J \right\}$. En particular, se toma $I = 512$ y $J = 1000$.

Lo que se hace en la **visualización** es lo siguiente:

- Se mira en cada instante cual es la estación que tiene el valor más alto de predicción de SO_2 y cual de NO_x .
- En función de las alarmas se selecciona la estación:
 - Si hay alarma de SO_2 y NO_x se toma aquella en la que el valor de predicción es mayor entre ellos.
 - Si hay alarma solo de SO_2 se toma la que tiene el valor más alto de predicción de SO_2 .
 - Si hay alarma solo de NO_x se toma la que tiene el valor más alto de predicción de NO_x .
- Se consulta la probabilidad de que el origen del episodio esté en la central térmica que figura para la estación que haya resultado seleccionada y éste es el valor que se muestra.
- También está contemplado mostrar una probabilidad para la central de ciclo combinado, pero actualmente no se está calculando (aunque aparece en pantalla "Prob. Ciclo:" sin que se ponga valor alguno).

3. MODELOS

3.1. NOTACIÓN

En la descripción de los modelos se utilizarán criterios de notación como los siguientes:

- Se utilizarán minúsculas para datos de inmisión y mayúsculas para datos de emisión.
- Se utilizará letra normal para variables escalares y letra negrita para variables vectoriales.
- Se utilizará el símbolo de enfatizado $\hat{}$ para indicar que se trata de una estimación.
- Se utilizará el superíndice $*$ para indicar que se trata de una muestra artificial.
- Se utilizarán las letras S , N y R para denotar al SO_2 , NO_x y ratios, respectivamente.
- Se utilizarán los subíndices F , CT y CC para denotar al fondo, la Central Térmica y el Ciclo Combinado, respectivamente. Los totales figurarán sin subíndices.

Así, por ejemplo, se tendrá para los datos de inmisión que:

s , s_F , s_{CT} y s_{CC} son los niveles de SO_2 ,

n , n_F , n_{CT} y n_{CC} son los niveles de NO_x ,

r^s , r_F^s , r_{CT}^s y r_{CC}^s son los ratios de SO_2 ($r^s = \frac{s}{n}$),

r^n , r_F^n , r_{CT}^n y r_{CC}^n son los ratios de NO_x ($r^n = \frac{n}{s}$)

totales, de fondo, de la Central Térmica y del Ciclo Combinado, respectivamente y en cada caso.

3.2. MODELOS DE HISTÓRICOS

3.2.1. Modelo HN1

Es el modelo inicial de generación de muestras artificiales del NO_x de fondo a partir de los datos históricos.

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera \mathbf{n}_F^h , datos históricos del NO_x de fondo en una estación e .
- Se calcula la mediana \tilde{n}_F y la desviación típica σ_F de estos datos.
- Se simulan K valores de una distribución Normal con media \tilde{n}_F y desviación típica σ_F .
- Se obtiene la muestra $\mathbf{n}_F^* = (n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*)$, siendo $n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*$ los K valores obtenidos para la distribución $N(\tilde{n}_F, \sigma_F)$.

3.2.2. Modelo HN2

Es una evolución del modelo inicial de generación de muestras artificiales del NO_x de fondo a partir de los datos históricos.

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera \mathbf{n}_F^h , datos históricos del NO_x de fondo en una estación e .
- Se calcula la mediana \tilde{n}_F y la desviación mediana absoluta corregida $\tilde{\sigma}_F$ de estos datos, donde

$$\tilde{\sigma}_F = \frac{1}{\Phi^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)} \text{Mediana}(|\mathbf{n}_F^h - \tilde{n}_F|)$$

donde Φ es la función de distribución normal estándar. El factor de corrección se utiliza para garantizar la consistencia.

- Se simulan K valores de una distribución Normal con media \tilde{n}_F y desviación típica $\tilde{\sigma}_F$.
- Se obtiene la muestra $\mathbf{n}_F^* = (n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*)$, siendo $n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*$ los K valores obtenidos para la distribución $N(\tilde{n}_F, \tilde{\sigma}_F)$.

3.2.3. Modelo HN3

Es un modelo de generación de muestras artificiales del NO_x de fondo a partir de los datos históricos utilizando una estimación no paramétrica de la densidad.

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera \mathbf{n}_F^h , datos históricos del NO_x de fondo en una estación e .
- Se estima de manera no paramétrica \hat{f}_F^h , densidad de los datos.
- Se simulan K valores de una distribución con función de densidad \hat{f}_F^h .
- Se obtiene la muestra $\mathbf{n}_F^* = (n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*)$, siendo $n_{F,1}^*, \dots, n_{F,K}^*$ los K valores obtenidos para la distribución con función de densidad \hat{f}_F^h .

3.3. MODELOS DE RATIOS

3.3.1. Modelo RS1/RN1

Es el modelo inicial de ratios en el que se considera el NO_x de fondo.

Es igual tanto para el SO₂ (modelo RS1) como para el NO_x (modelo RN1).

Se utiliza para realizar estimaciones para la Central Térmica.

Permite obtener \hat{p}_{CT}^s y \hat{p}_{CT}^n , probabilidades estimadas de que el origen del SO₂ y NO_x, respectivamente, sea la Central Térmica.

Se asume que no hay presencia de niveles ni de SO₂ ni de NO_x imputables al Ciclo Combinado y, por tanto, sus probabilidades son nulas. Es decir

$$s_{CC} = n_{CC} = 0 \quad \text{y} \quad p_{CC}^s = p_{CC}^n = 0$$

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se consideran s y n , niveles (media horaria) de inmisión de SO₂ y NO_x en una estación e en un instante t .
- Se consideran S_{CT} y N_{CT} , niveles de emisión de SO₂ y NO_x de la Central Térmica en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicial convenientemente seleccionado.
- Se considera n_F^* , muestra artificial del NO_x de fondo en la estación e . Si alguno de los valores de n_F^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.
- Se calculan los ratios de inmisión sin el NO_x de fondo r_{-F}^* y de emisión de la Central Térmica R_{CT} , donde

$$r_{-F}^* = r_{-F}^{S*} = \frac{s}{n - n_F^*} \quad \text{o} \quad r_{-F}^* = r_{-F}^{n*} = \frac{n - n_F^*}{s}$$

$$R_{CT} = R_{CT}^S = \frac{S_{CT}}{N_{CT}} \quad \text{o} \quad R_{CT} = R_{CT}^N = \frac{N_{CT}}{S_{CT}}$$

teniendo en cuenta que si alguno de los valores de $n - n_F^*$ es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

- Se estiman \hat{f}_{-F} y \hat{f}_{CT} , densidades de los ratios calculados r_{-F}^* y R_{CT} , respectivamente y según el caso.

- Se asigna la probabilidad de que el origen esté en la Central Térmica a partir de la comparación de las densidades estimadas

$$\hat{p}_{CT} = \min_{p \in A} \sum_{i=1}^I (\hat{f}_{-F}(x_i) - p \hat{f}_{CT}(x_i))^2$$

donde I es el número de puntos estimados para las densidades y $A = \left\{ \frac{j}{J} : j = 0, \dots, J \right\}$, con J suficientemente grande.

3.3.2. Modelo RS2/RN2

Es una evolución del modelo inicial de ratios en el que además del NO_x de fondo se considera el del Ciclo Combinado.

Es igual tanto para el SO₂ (modelo RS2) como para el NO_x (modelo RN2).

Se utiliza para realizar estimaciones para la Central Térmica.

Permite obtener \hat{p}_{CT}^s y \hat{p}_{CT}^n , probabilidades estimadas de que el origen del SO₂ y NO_x, respectivamente, sea la Central Térmica.

Se asume que no hay presencia de niveles de SO₂ imputables al Ciclo Combinado y, por tanto, su probabilidad es nula. Es decir

$$s_{CC} = 0 \quad \text{y} \quad p_{CC}^s = 0$$

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se consideran s y n , niveles (media horaria) de inmisión de SO₂ y NO_x en una estación e en un instante t .
- Se consideran S_{CT} y N_{CT} , niveles de emisión de SO₂ y NO_x de la Central Térmica en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicialmente convenientemente seleccionado.
- Se considera n_F^* , muestra artificial del NO_x de fondo en la estación e . Si alguno de los valores de n_F^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.
- Se considera n_{CC}^* , muestra artificial del NO_x correspondiente al Ciclo Combinado en la estación e . Si alguno de los valores de n_{CC}^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.
- Se calculan los ratios de inmisión sin el NO_x de fondo ni del Ciclo Combinado r_{-F-CC}^* y de emisión de la Central Térmica R_{CT} , donde

$$r_{-F-CC}^* = r_{-F-CC}^{S*} = \frac{s}{n - n_F^* - n_{CC}^*} \quad \text{o} \quad r_{-F-CC}^* = r_{-F-CC}^{n*} = \frac{n - n_F^* - n_{CC}^*}{s}$$

$$R_{CT} = R_{CT}^S = \frac{S_{CT}}{N_{CT}} \quad \text{o} \quad R_{CT} = R_{CT}^N = \frac{N_{CT}}{S_{CT}}$$

teniendo en cuenta que si alguno de los valores de $n - \mathbf{n}_F^* - \mathbf{n}_{CC}^*$ es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

- Se estiman \hat{f}_{-F-CC} y \hat{f}_{CT} , densidades de los ratios calculados \mathbf{r}_{-F-CC}^* y \mathbf{R}_{CT} , respectivamente y según el caso.
- Se asigna la probabilidad de que el origen esté en la Central Térmica a partir de la comparación de las densidades estimadas

$$\hat{p}_{CT} = \min_{p \in A} \sum_{i=1}^I \left(\hat{f}_{-F-CC}(x_i) - p \hat{f}_{CT}(x_i) \right)^2$$

donde I es el número de puntos estimados para las densidades y $A = \left\{ \frac{j}{J} : j = 0, \dots, J \right\}$, con J suficientemente grande.

3.4. MODELOS DE VIENTO

3.4.1. Modelo VN1

Es un modelo para la estimación del NO_x en el que se usan la dirección y velocidad del viento y la distancia.

Se utilizan para realizar estimaciones para el Ciclo Combinado.

Permite obtener \hat{p}_V , probabilidad estimada de que las emisiones del Ciclo Combinado puedan incidir en una estación en función del viento.

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera d_{CC} , distancia de la estación e al Ciclo Combinado.
- Se consideran $\mathbf{D}_V = (D_{V,1}, \dots, D_{V,T})$ y $\mathbf{V}_V = (V_{V,1}, \dots, V_{V,T})$, dirección y velocidad del viento en el Ciclo Combinado en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicial convenientemente seleccionado.
- Se generan T sectores circulares con origen en el Ciclo Combinado para cada una de las direcciones de \mathbf{D}_V y con ángulos de amplitud $\boldsymbol{\theta}_V = (\theta_{V,1}, \dots, \theta_{V,T})$.
- Se calcula \hat{p}_V , probabilidad de incidencia en la estación e , como

$$\hat{p}_V = \frac{\text{n}^\circ \text{ de sectores que contienen a } e}{T}$$

3.4.2. Modelo VN2

Es un modelo para la estimación del NO_x en el que se usan la dirección y velocidad del viento y la distancia.

Se utilizan para realizar estimaciones para el Ciclo Combinado.

Permite obtener \hat{p}_V , probabilidad estimada de que las emisiones del Ciclo Combinado puedan incidir en una estación en función del viento.

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera d_{CC} , distancia de la estación e al Ciclo Combinado.
- Se consideran $\mathbf{D}_V = (D_{V,1}, \dots, D_{V,T})$ y $\mathbf{V}_V = (V_{V,1}, \dots, V_{V,T})$, dirección y velocidad del viento en el Ciclo Combinado en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicial convenientemente seleccionado.
- Se generan T sectores circulares con origen en el Ciclo Combinado para cada una de las direcciones de \mathbf{D}_V y con ángulos de amplitud $\theta_V = (\theta_{V,1}, \dots, \theta_{V,T})$.
- Se obtiene el conjunto de sectores que contienen a la estación e . Es decir, si D_e es la dirección en que se encuentra la estación e , se obtienen aquellos $i \in I = \{1, \dots, T\}$ en que

$$D_{V,i} - \frac{\theta_{V,i}}{2} \leq D_e \leq D_{V,i} + \frac{\theta_{V,i}}{2}$$

$$\text{Sea } I_e = \left\{ i \in I : D_{V,i} - \frac{\theta_{V,i}}{2} \leq D_e \leq D_{V,i} + \frac{\theta_{V,i}}{2} \right\}.$$

- Para cada $i \in I_e$ se genera una distribución Ji-Cuadrado $\chi_{m_i}^2$ sobre la dirección D_e , siendo los grados de libertad

$$m_i = c \ln(e^{2/c} + V_{V,i})$$

con c constante convenientemente seleccionada.

- Para cada $i \in I$ se calcula

$$\rho_i = \begin{cases} \frac{f_i(d_{CC})}{f_i(m_i - 2)} & i \in I_e \\ 0 & i \in I \setminus I_e \end{cases}$$

donde f_i es la función de densidad correspondiente a la distribución $\chi_{m_i}^2$.

- Se calcula \hat{p}_v , probabilidad de incidencia en la estación e , como

$$\hat{p}_v = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \rho_i$$

3.5. MODELOS MIXTOS

3.5.1. Modelo XN1

Es un modelo mixto para la estimación del NO_x en el que se usan ratios y proporciones.

Se utilizan para realizar estimaciones tanto para la Central Térmica como para el Ciclo Combinado.

Permite obtener \hat{p}_{CT}^n y \hat{p}_{CC}^n , probabilidades estimadas de que el origen del NO_x sean la Central Térmica y el Ciclo Combinado, respectivamente.

Se asume que no hay presencia de niveles de SO_2 imputables al Ciclo Combinado y, por tanto, su probabilidad es nula. Es decir

$$s_{CC} = 0 \quad \text{y} \quad p_{CC}^s = 0$$

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se consideran s y n , niveles (media horaria) de inmisión de SO_2 y NO_x en una estación e en un instante t .
- Se consideran S_{CT} y N_{CT} , niveles de emisión de SO_2 y NO_x de la Central Térmica en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicial convenientemente seleccionado.
- Se considera n_F^* , muestra artificial del NO_x de fondo en la estación e . Si alguno de los valores de n_F^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.
- Se considera una descomposición del NO_x en la estación e del tipo

$$n = n_F + n_{CT} + n_{CC}$$

- Bajo las hipótesis de que los ratios de emisión e inmisión correspondientes a la Central Térmica coinciden y de que el nivel de SO_2 en inmisión es debido exclusivamente a ésta, es decir $s = s_{CT}$, se podrían plantear una serie de equivalencias del tipo

$$\frac{S_{CT}}{N_{CT}} = R_{CT}^S = r_{CT}^s = \frac{S_{CT}}{n_{CT}} = \frac{s}{n_{CT}}$$

Se obtiene así una muestra artificial del NO_x correspondiente a la Central Térmica

$$n_{CT}^* = \frac{S}{R_{CT}^S}$$

Si alguno de los valores de n_{CT}^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

- Con las muestras artificiales del NO_x de fondo y de la Central Térmica se obtiene la del Ciclo Combinado

$$n_{CC}^* = n - n_F^* - n_{CT}^*$$

Si alguno de los valores de n_{CC}^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

- Se asigna la probabilidad de que el origen esté en la Central Térmica o el Ciclo Combinado a partir de las proporciones

$$\hat{p}_{CT}^n = \text{Mediana} \left(\frac{n_{CT}^*}{n} \right)$$

$$\hat{p}_{CC}^n = \text{Mediana} \left(\frac{n_{CC}^*}{n} \right)$$

3.5.2. Modelo XN2.1/XN2.2

Es un modelo mixto de dos etapas para la estimación del NO_x en el que se usan ratios y proporciones.

Se utilizan para realizar estimaciones tanto para la Central Térmica como para el Ciclo Combinado.

Permite obtener \hat{p}_{CT}^n y \hat{p}_{CC}^n , probabilidades estimadas de que el origen del NO_x sean la Central Térmica y el Ciclo Combinado, respectivamente.

Se asume que no hay presencia de niveles de SO_2 imputables al Ciclo Combinado y, por tanto, su probabilidad es nula. Es decir

$$s_{CC} = 0 \quad \text{y} \quad p_{CC}^s = 0$$

Lo que se hace es lo siguiente:

XN2.1

- Se consideran s y n , niveles (media horaria) de inmisión de SO_2 y NO_x en una estación e en un instante t .
- Se consideran S_{CT} y N_{CT} , niveles de emisión de SO_2 y NO_x de la Central Térmica en T instantes de tiempo anteriores a t , tomados a partir de un instante t_0 inicial convenientemente seleccionado.
- Se considera n_F^* , muestra artificial del NO_x de fondo en la estación e . Si alguno de los valores de n_F^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.
- Se considera una descomposición del NO_x en la estación e del tipo

$$n = n_F + n_{CT} + n_{CC} + n_{OF}$$

donde n_{OF} representa el NO_x atribuible a otros posibles focos.

- Bajo las hipótesis de que los ratios de emisión e inmisión correspondientes a la Central Térmica coinciden y de que el nivel de SO_2 en inmisión es debido exclusivamente a ésta, es decir $s = s_{CT}$, se podrían plantear una serie de equivalencias del tipo

$$\frac{S_{CT}}{N_{CT}} = R_{CT}^S = r_{CT}^s = \frac{S_{CT}}{n_{CT}} = \frac{s}{n_{CT}}$$

Se obtiene así una muestra artificial del NO_x correspondiente a la Central Térmica

$$n_{CT}^* = \frac{S}{R_{CT}^S}$$

Si alguno de los valores de n_{CT}^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

- Con las muestras artificiales del NO_x de fondo y de la Central Térmica se obtiene

$$n_{CC+OF}^* = n_{-F-CT}^* = n - n_F^* - n_{CT}^*$$

Si alguno de los valores de n_{CC+OF}^* es inferior a n_{min} , valor mínimo prefijado, se cambia y se pone éste.

XN2.2

- Se considera n_{CT}^* , muestra artificial del NO_x correspondiente a la Central Térmica.
- Se considera n_{CC+OF}^* , muestra del NO_x conjunto del Ciclo Combinado y otros posibles focos.
- Se considera \hat{p}_V , probabilidad estimada de que las emisiones del Ciclo Combinado puedan incidir en la estación e en función del viento.
- Se obtiene

$$n_{CC}^* = \hat{p}_V n_{CC+OF}^*$$

- Se asigna la probabilidad de que el origen esté en la Central Térmica o el Ciclo Combinado a partir de las proporciones

$$\hat{p}_{CT}^n = \text{Mediana} \left(\frac{n_{CT}^*}{n} \right)$$

$$\hat{p}_{CC}^n = \text{Mediana} \left(\frac{n_{CC}^*}{n} \right)$$

3.6. MODELOS FUNCIONALES

3.6.1. Modelo FN1

Es un modelo para la estimación del NO_x en el que se usan datos funcionales.

Se utilizan para realizar estimaciones para el Ciclo Combinado.

Permite obtener \hat{p}_{CC}^n , probabilidad estimada de que el origen del NO_x sea el Ciclo Combinado.

Se asume que no hay presencia de niveles ni de SO₂ ni de NO_x imputables a la Central Térmica ni de SO₂ imputables al Ciclo Combinado y, por tanto, sus probabilidades son nulas. Es decir

$$s_{CT} = n_{CT} = s_{CC} = 0 \quad y \quad p_{CT}^s = p_{CT}^n = p_{CC}^s = 0$$

Lo que se hace es lo siguiente:

- Se considera \mathbf{n}_F^{fh} , datos funcionales históricos del NO_x de fondo en una estación e .
- Se considera \mathbf{n}^f , dato funcional del NO_x en la estación e correspondiente a un intervalo de tiempo $[t_1, t]$, con t_1 convenientemente seleccionado.
- Se extrae de \mathbf{n}_F^{fh} una muestra restringida a $[t_1, t]$ para poder compararla con \mathbf{n}^f .
- Se asigna la probabilidad de que el origen esté en el Ciclo Combinado en función de una medida de profundidad δ^f , convenientemente seleccionada, de \mathbf{n}^f en la muestra considerada

$$\hat{p}_{CC}^n = \frac{\delta_1^f}{\delta_1^f + \delta_2^f}$$

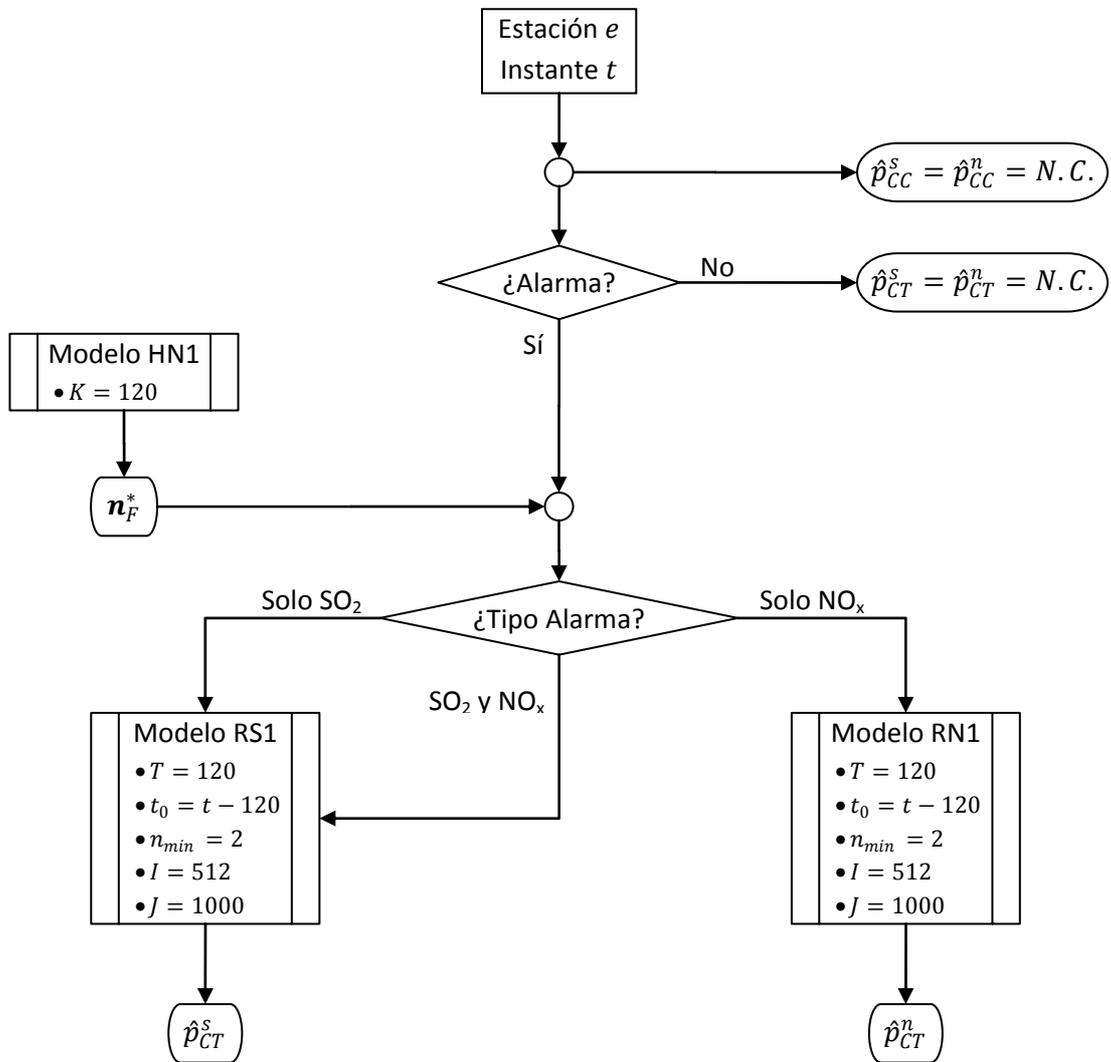
siendo

$$\delta_1^f = \delta^f(\mathbf{n}^f, 95\% \text{ más cercano de } \mathbf{n}_F^{fh})$$

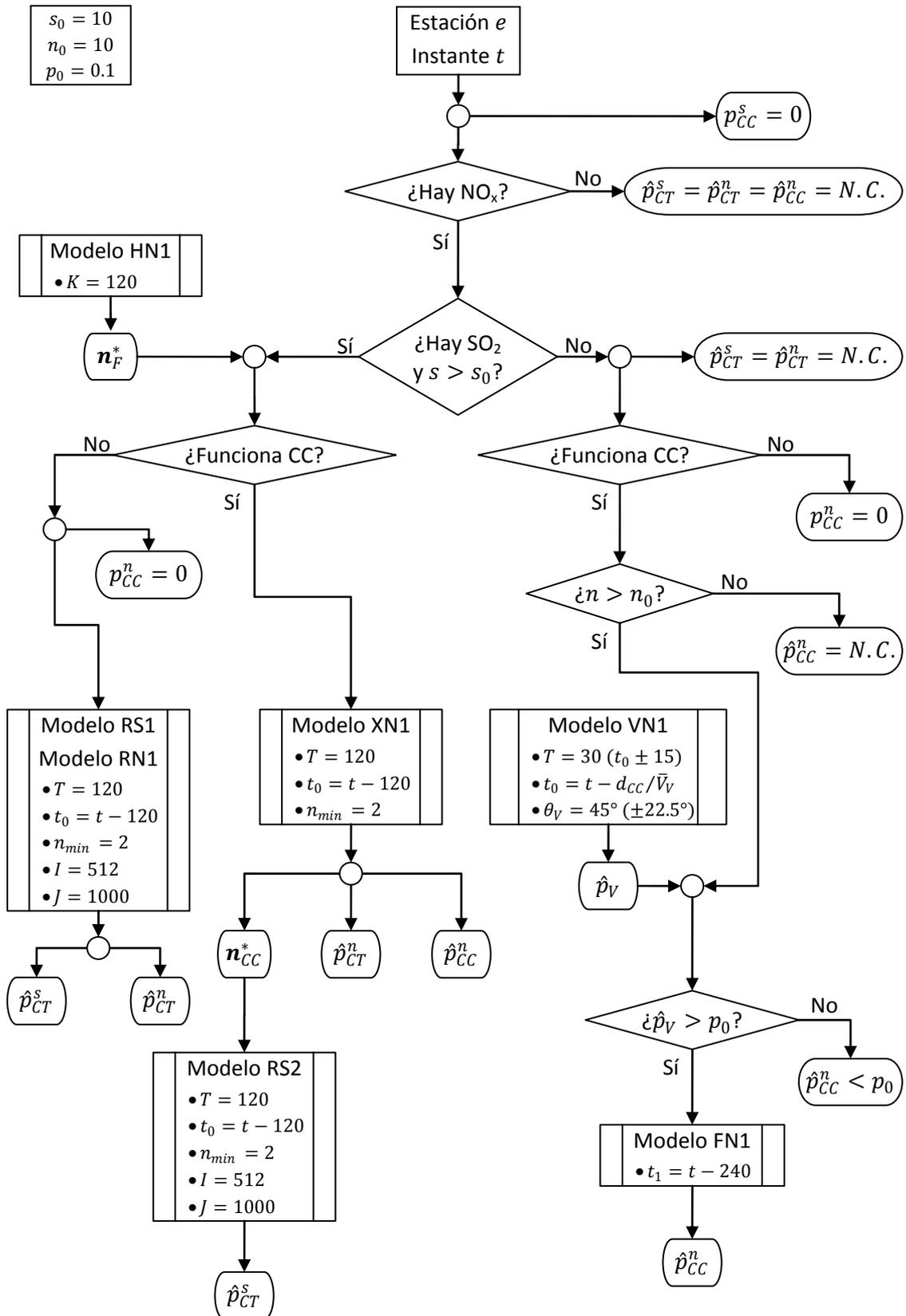
$$\delta_2^f = \delta^f(95\% \text{ más cercano de } \mathbf{n}_F^{fh}, \text{ más profundo de } \mathbf{n}_F^{fh})$$

4. ESQUEMAS

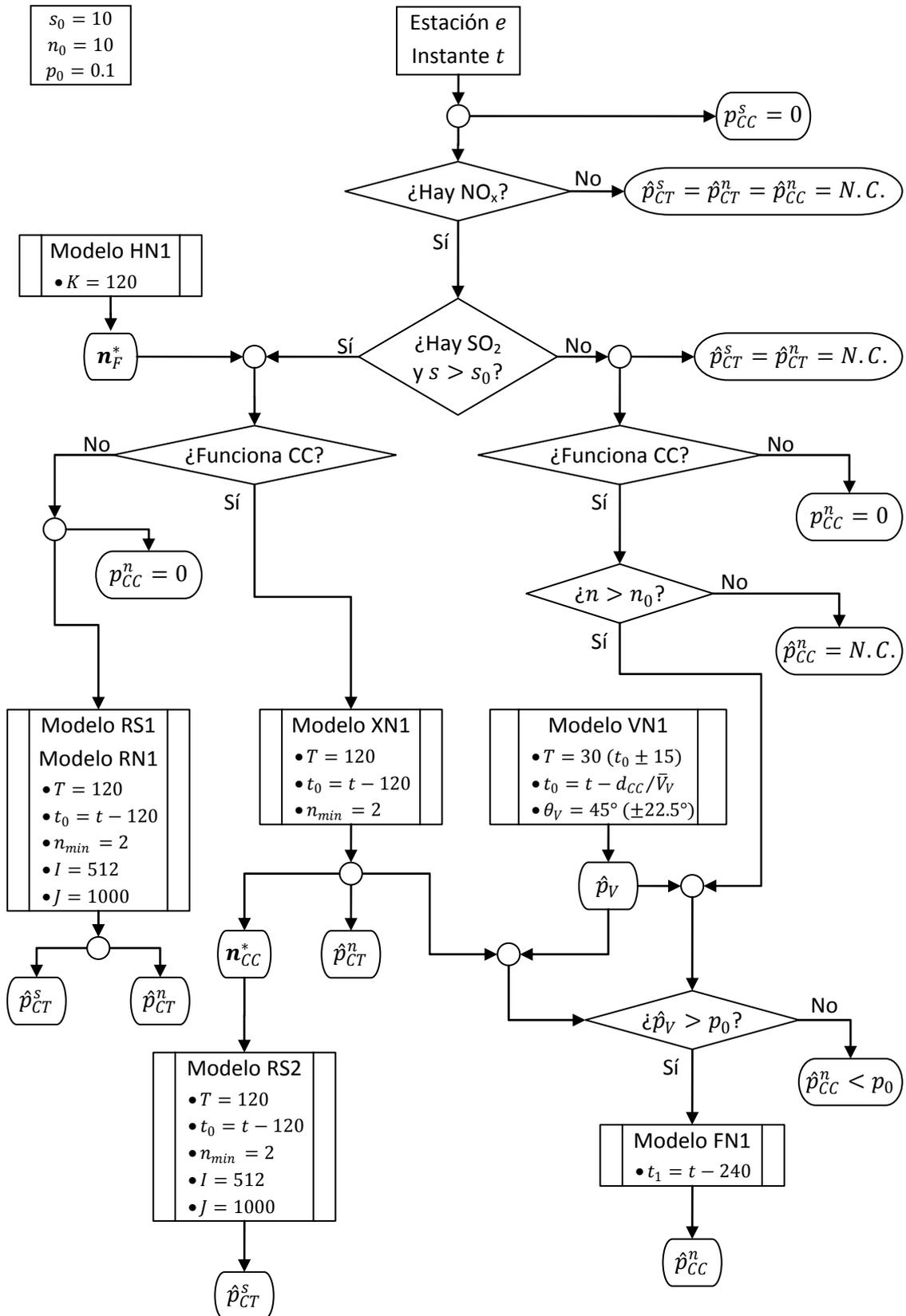
4.1. ESQUEMA ACTUAL



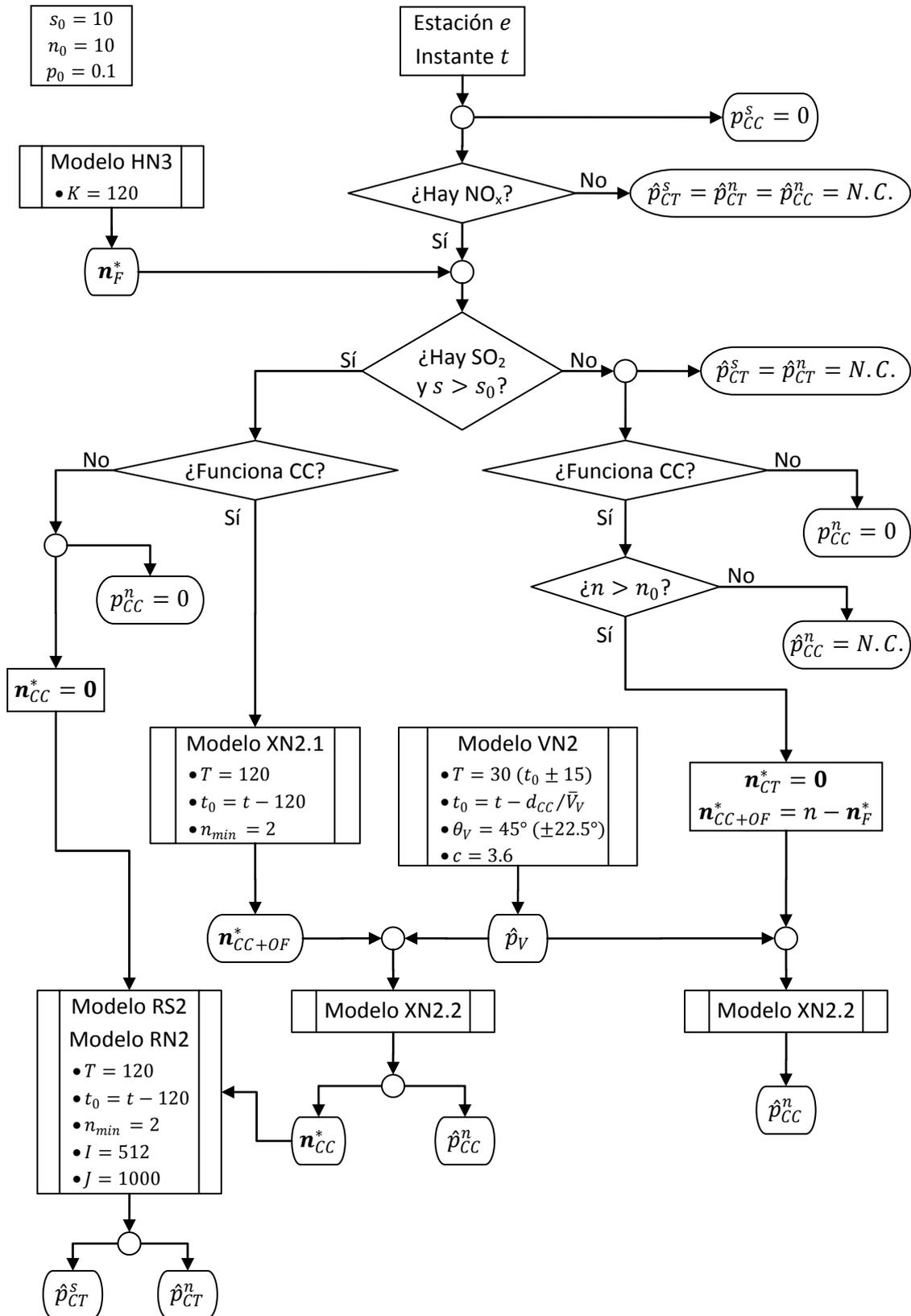
4.2. ESQUEMA PROPUESTO 1A



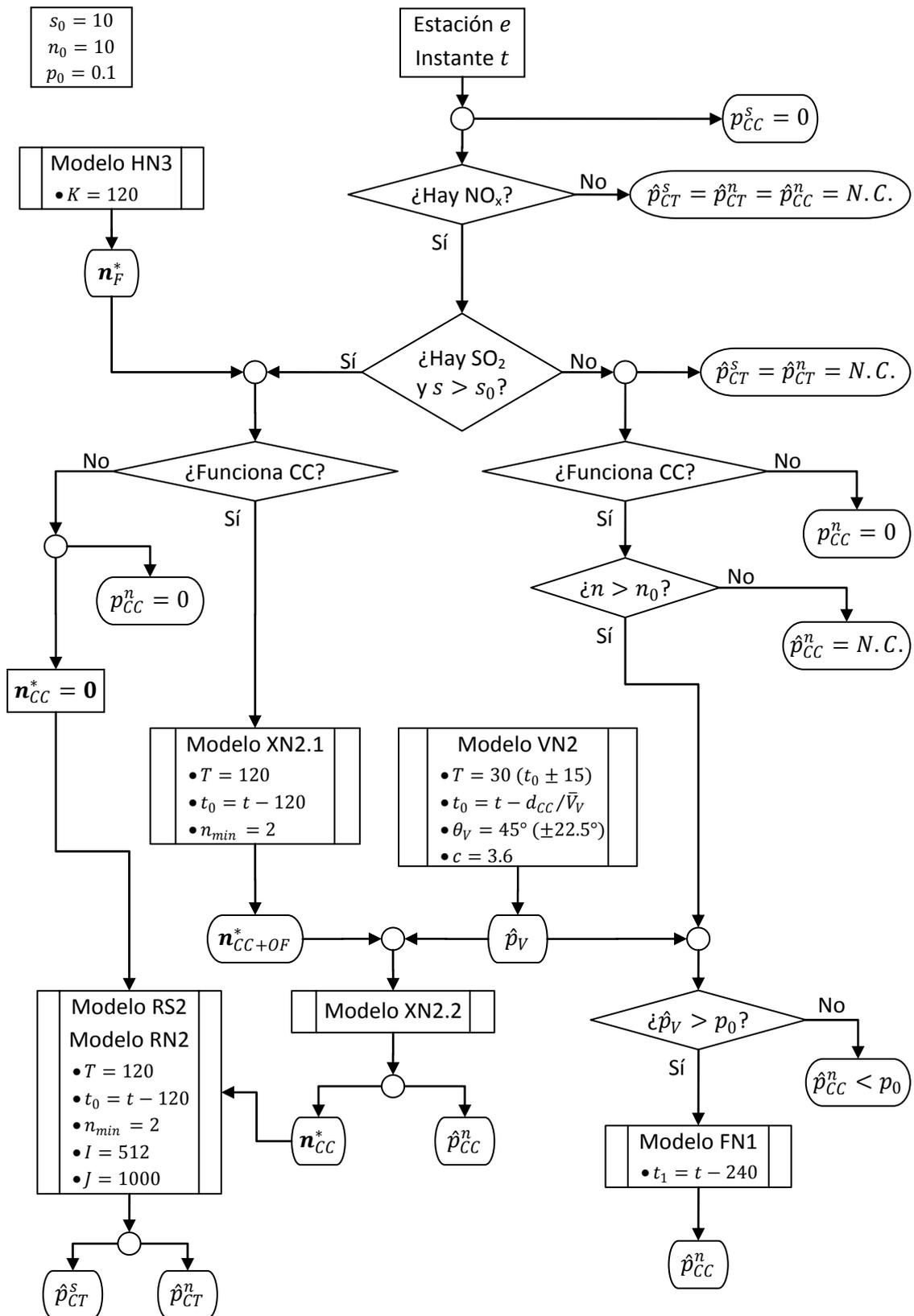
4.3. ESQUEMA PROPUESTO 1B



4.4. ESQUEMA PROPUESTO 2A



4.5. ESQUEMA PROPUESTO 2B



ANEXO I: CÓDIGO DE PREDESTADMIN()

...

Datos para clasificación: NOx de fondo

```
load("C:\\fprimag\\Endesa\\Entornos\\2007\\Desarrollo\\Prediccion\\programas\\x_medas\\conf\\NOx_FONDO.RData")
```

```
NOx_2006=rbind(apply(NOx_2006,2,median,na.rm=T),apply(NOx_2006,2,sd,na.rm=T))
```

```
dimnames(NOx_2006)[[1]]=c("Median","SD")
```

...

#Calcular el origen de un episodio

```
if(length(ind)!=0){
```

```
  for (i in ind){
```

```
    if (mensaje[n_long+n_pred,1,i]>1 & mensaje[n_long+n_pred,2,i]>1){
```

```
      porcentaje[1,1,i]=origen(i,"SO2_MH",120,inmi_medH[n_long,1:2,i],350,emi_real[(n_long-119):n_long,1:2,],NOx_2006)}
```

```
    else{
```

```
      if (mensaje[n_long+n_pred,1,i]>1){
```

```
        porcentaje[1,1,i]=origen(i,"SO2_MH",120,inmi_medH[n_long,1:2,i],350,emi_real[(n_long-119):n_long,1:2,],NOx_2006)}
```

```
      else{
```

```
        if (mensaje[n_long+n_pred,2,i]>1){
```

```
          porcentaje[1,1,i]=origen(i,"NOx_MH",120,inmi_medH[n_long,1:2,i],200,emi_real[(n_long-119):n_long,1:2,],NOx_2006)}
```

```
        else {porcentaje[1,1,i]=-1}}
```

```
      fporcentaje[1,1,i]=formato(porcentaje[1,1,i],9,2)}
```

...

ANEXO II: CÓDIGO DE ORIGEN()

```
# ----- #
# ----- Rutina para calcular ----- #
# ----- el origen de un episodio ----- #
# ----- #

origen=function(est,variable,ndatos,datos_inmi,lim_var,datos_emi_ct,NOx_2006){
#####
  # Estación que nos interesa (onde está a ocorrer o episodio)
  #est
  # Variable que nos interesa (SO2_MH se o episodio é de SO2, NOx_MH se é de NOx)
  #variable
  # Número de datos cos que se van facer os cálculos (en principio 120)
  #ndatos
  # Datos de inmisión (vector cos valores actuales de SO2 e NOx)
  #datos_inmi
  # Límites para a variable que nos interesa
  #lim_var
  # Datos de emisión da CT (array con 2ª dim SO2 e NOx, e 3ª dim os catro grupos)
  #datos_emi_ct
#####
  #Reducir información a cocientes
  nome=ifelse(variable=="SO2_MH","SO2/NOx","NOx/SO2")
  #Inmisión
  datos_inmi[datos_inmi<=0]=NA
  #Simulación de inmisión de NOx de fondo: bootstrap paramétrico (normal)
  NOxF=rnorm(ndatos,NOx_2006[1,est],NOx_2006[2,est])
  NOxF[NOxF<2]=2
  NOx_sinF=datos_inmi[2]-NOxF #NOx_actual-NOx_fondo
  NOx_sinF[NOx_sinF<2]=2
  #Ratios
  if (variable=="SO2_MH"){
    ratio_inmi=datos_inmi[1]/datos_inmi[2] #SO2_actual/NOx_actual
    ratio_inmi_sinF=datos_inmi[1]/NOx_sinF #SO2_actual/NOx_sin_fondo
  } else{
    ratio_inmi=datos_inmi[2]/datos_inmi[1]
    ratio_inmi_sinF=NOx_sinF/datos_inmi[1]}
}
```

#Emisión

```
datos_emi_ct[datos_emi_ct<=0]=NA
aux=apply(datos_emi_ct,c(1,2),sum,na.rm=T)
aux[aux==0]=NA
if (variable=="SO2_MH"){
  ratio_emi_ct=aux[,1]/aux[,2] #SO2/NOx
} else{
  ratio_emi_ct=aux[,2]/aux[,1] #NOx/SO2
}
```

#Densidades

```
auxp=seq(0,1,l=1000)
limx=range(c(ratio_inmi,ratio_inmi_sinF,ratio_emi_ct),na.rm=T)
```

##Necesitamos al menos dos datos de emisión y dos de inmisión

```
if(length(ratio_emi_ct[!is.na(ratio_emi_ct)])>1 &
length(ratio_inmi_sinF[!is.na(ratio_inmi_sinF)])>1){
```

```
  # Densidad de emisión
```

```
    dens_emi_ct=density(ratio_emi_ct,from=limx[1],to=limx[2],na.rm=T)$y
```

```
  # Densidad de inmisión
```

```
    dens_inmi=density(ratio_inmi_sinF,from=limx[1],to=limx[2],na.rm=T)$y
```

```
  # Cálculo de probabilidad de CT
```

```
    aux=dens_inmi
```

```
    aux=apply((aux-outer(dens_emi_ct,auxp,"*"))^2,2,sum)
```

```
    p_ct=auxp[min(which(min(aux)==aux))]*100}
```

```
else{p_ct=-1}
```

```
return(p_ct)}
```

ANEXO III: CÓDIGO DE MAPA.VB

...

```

'Calcular las estaciones con los máximos para clasificación
'para SO2
aux = 0
For I = 0 To n_est
    If matriz_prediccion(I, n_min_real + 30, 0) > aux Then
        aux = matriz_prediccion(I, n_min_real + 30, 0)
        indice_max_clasificacion(0) = I
    End If
Next I
'para el NOx
aux = 0
For I = 0 To n_est
    If matriz_prediccion(I, n_min_real + 30, 1) > aux Then
        aux = matriz_prediccion(I, n_min_real + 30, 1)
        indice_max_clasificacion(1) = I
    End If
Next I

'Probabilidad de origen de episodio
If Trim(mensaje(0)) <> "No hay alarma" Then
    If Trim(mensaje(1)) <> "No hay alarma" Then
        If matriz_prediccion(indice_max_clasificacion(0),
n_min_pred, 0) < matriz_prediccion(indice_max_clasificacion(1),
n_min_pred, 1) Then
            I = indice_max_clasificacion(1)
        Else
            I = indice_max_clasificacion(0)
        End If
    Else
        I = indice_max_clasificacion(0)
    End If
Else
    If Trim(mensaje(1)) <> "No hay alarma" Then
        I = indice_max_clasificacion(1)
    Else
        I = -1
    End If
End If

```

...

```

.....
'Leer clasificación de origen de episodio
.....
Private Sub lee_clasificacion()
    Dim I, J As Integer

```

```
Dim fichero As String
Dim basura As String
Dim aux As Double
fichero = directorio & "\clasificacion.dat"
'Valores por defecto para los datos y los mensajes de alarma
For I = 0 To n_est
    For J = 0 To 1
        clasif(I, J) = -1
    Next J
Next I
If Not IO.File.Exists(fichero) Then
    MsgBox("No se ha encontrado el fichero " & fichero & ".")
Else
    Try
        Using sr As IO.StreamReader = New
IO.StreamReader(fichero)
            basura = sr.ReadLine() 'linea de títulos
            'lectura estaciones
            For I = 0 To n_est
                basura = sr.ReadLine()
                For J = 0 To 1
                    aux = Val(Mid(basura, 6 + (9 * J), 6))
                    If aux > -1 And aux < 101 Then
                        clasif(I, J) = aux
                    End If
                Next J
            Next I
            sr.Close()
        End Using
        Catch e As Exception
            MsgBox("Error en la lectura del fichero " & fichero &
"." & e.Message)
        End Try
    End If
End Sub
```