

MATERIA  
Transporte e Territorio

TITULACIÓN  
Grao en Enxeñaría Civil

unidade  
didáctica  
**18**

# Metodoloxías e procesos na xestión do tráfico en situacións de vialidade invernal e emerxencias

David Cota Mascuñana  
Pedro Tomás Martínez  
Ramiro Martínez Rodríguez  
Alberto Blanco Rivas  
Alberte Castro Ponte  
Constantino Castro Campos

Enxeñaría e Infraestruturas dos Transportes  
Escola Politécnica Superior

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Ensinanzas Técnicas

**DESCATALOGADO**

Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2015

**Deseño e maquetación**

J. M. Gairí

**Edita**

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico  
da Universidade de Santiago de Compostela  
[usc.es/publicacions](http://usc.es/publicacions)

ISBN

978-84-16533-21-3

DOI

<http://dx.doi.org/10.15304/9788416533213>



**MATERIA:** Enxeñaría do Transporte  
**TITULACIÓN:** Grao en Enxeñaría Civil  
**PROGRAMA XERAL DO CURSO**

**MÓDULO I: Enxeñaría do Transporte**

- Unidade 01. Introducción ao transporte
- Unidade 02. A planificación do transporte. Conceptos xerais
- Unidade 03. O transporte por estrada
- Unidade 04. O transporte ferroviario. Alta velocidade ferroviaria
- Unidade 05. O transporte aéreo
- Unidade 06. O transporte marítimo
- Unidade 07. O transporte metropolitano e mobilidade sostible. O Plan de Mobilidade Urbana Sostible (PMUS) como elemento estruturador das cidades
- Unidade 08. Políticas e Estratexias europeas e españolas para a mobilidade sostible
- Unidade 09. O transporte por cable
- Unidade 10. O transporte por tubaxe
- Unidade 11. Factores estratéxicos de competitividade nas cadeas de transporte: Intermodalidade e Loxística
- Unidade 12. Xestión dos Servizos Públicos no sector do transporte
- Unidade 13. Financiamento nacional e internacional da construción e xestión de infraestruturas de transporte. As Institucións Financeiras Internacionais (IFI)
- Unidade 14. Contratos FIDIC. Unha aproximación xeral
- Unidade 15. Inglés técnico na enxeñaría do transporte

**MÓDULO II: OS SISTEMAS INTELIXENTES DE TRANSPORTE (SIT OU ITS) APLICADOS Á XESTIÓN DO TRÁFICO POR ESTRADA**

- Unidade 16. Novas tecnoloxías e sistemas aplicados á xestión do tráfico
- Unidade 17. A toma de datos na planificación do transporte: Estudos de tráfico e análise da demanda
- Unidade 18. Metodoloxías e procesos na xestión do tráfico en situacións de vialidade invernal e emerxencias
- Unidade 19. Sistemas tecnolóxicos para a detección de infraccións e cumprimento da normativa de tráfico



## ÍNDICE

---

### PRESENTACIÓN

### OS OBXECTIVOS

### OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

### ACTIVIDADES PROPOSTAS

### OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Vialidade invernal
  - 1.1. Introducción: Fenómenos meteorolóxicos
    - 1.1.1. Néboa
    - 1.1.2. Choiva
    - 1.1.3. Choiva xeadada
    - 1.1.4. Neve
    - 1.1.5. Sarabia
    - 1.1.6. Microrráfagas
  - 1.2. Técnicas empregadas para combater os efectos da neve e o xeo
    - 1.2.1. Campañas de Vialidade Invernal
    - 1.2.2. Técnicas de actuación
  - 1.3. Plan de actuacións de Xestión do Tráfico en caso de nevadas
    - 1.3.1. Definición dos niveis de circulación
    - 1.3.2. Medidas de actuación
  - 1.4. Medios de previsión e alerta dos fenómenos meteorolóxicos
    - 1.4.1. Información da Axencia Estatal de Meteoroloxía (AEMET)
    - 1.4.2. Estacións meteorolóxicas da DXT
2. Introducción á xestión do risco no ámbito da xestión do tráfico
3. A xestión de riscos e o sistema de transporte por estrada
4. Clasificación e descrición dos riscos principais na xestión do tráfico en España
  - 4.1. Riscos naturais
  - 4.2. Riscos producidos polo home
5. O contexto estratéxico e o papel da DXT
6. Clasificación de emerxencias na estrada



7. Plans de xestión do tráfico para emerxencias
  - 7.1. Identificación de escenarios estratéxicos
  - 7.2. Medidas operativas de xestión do tráfico en emerxencias
  - 7.3. Metodoloxía de elaboración de Plans de Xestión do Tráfico en situacións de emerxencia

#### **AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA**

#### **BIBLIOGRAFÍA**



## PRESENTACIÓN

---

Esta Unidade didáctica forma parte da programación da materia optativa “Transporte e Territorio”, do terceiro curso do Grao en Enxeñaría Civil.

A programación docente da materia divídese en dous grandes módulos. O primeiro módulo, *Enxeñaría do transporte* (16 unidades didácticas) dedícase a presentar os aspectos fundamentais relacionados con cada un dos diferentes modos de transportes e aspectos vinculados cos modos de financiamento e explotación dos mesmos.

Os temas do primeiro módulo son os seguintes:

- **Unidade 01. Introducción ao transporte:** nesta unidade realízase unha primeira aproximación a que é o transporte e a súa importancia en termos económicos e sociais.
- **Unidade 02. A planificación do transporte. Conceptos xerais:** nesta unidade indícase a importancia do proceso de planificación no transporte e preséntase algunha metodoloxía xenérica de planificación.
- **Unidade 03. O transporte por estrada:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte
- **Unidade 04. O transporte ferroviario. Alta velocidade ferroviaria:** Alta velocidade ferroviaria: nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 05. O transporte aéreo:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 06. O transporte marítimo:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 07. O transporte metropolitano e mobilidade sostible: O Plan de Mobilidade Urbana Sostible (PMUS) como elemento estruturador das cidades:** nesta unidade abórdanse as particularidades do transporte metropolitano e urbano, a tipoloxía e clasificación de vehículos e infraestruturas e os modelos de xestión do transporte. Asimemso, tamén se presenta a ferramenta PMUS como aproximación metodolóxica para a solución de problemas de mobilidade e seguridade viaria en contornas urbanas. Finalmente, amósase a importancia desta ferramenta co obxectivo de crear e estruturar cidades.
- **Unidade 08. Políticas e Estratexias europeas e españolas para a mobilidade sostible:** nesta unidade preséntase as diversas iniciativas que existen a nivel europeo e que promoven a mobilidade sostible, ecomobilidade e aspectos de vital importancia como son a seguridade viaria.
- **Unidade 09. O transporte por cable:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre o vehículo, a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.



- **Unidade 10. O transporte por tubaxe:** nesta unidade abórdanse aspectos básicos e avanzados sobre a infraestrutura, lexislación, modelos de xestión e importancia en España e no mundo deste modo de transporte.
- **Unidade 11. Factores estratéxicos de competitividade nas cadeas de transporte: Intermodalidade e Loxística:** nesta unidade estúdanse os principais factores estratéxicos chave para acadar un alto índice de satisfacción dos clientes e competitividade nas cadeas de transporte, como son a intermodalidade e a loxística.
- **Unidade 12. Xestión dos servizos públicos no sector do transporte:** nesta unidade explícanse as diferentes modalidades que existen en España para xestionar os Servizos Públicos de Transporte.
- **Unidade 13. Financiamento nacional e internacional da construción e xestión de infraestruturas de transporte. As Institucións Financeiras Internacionais (IFI):** esta unidade, de vital importancia, aborda as diferentes fontes e mecanismos de financiamento de infraestruturas e servizos de transporte. Tamén se explican qué son as Institucións Financeiras Internacionais (IFI) e cal é o seu rol no financiamento de infraestruturas e servizos de transporte.
- **Unidade 14. Contratos FIDIC. Unha aproximación xeral:** nesta unidade preséntanse e defínense qué son os contratos rexidos polas regras FIDIC, xa que se converteron no modelo de contrato de construción máis utilizado a nivel internacional en contornas e países de baixa seguridade xurídica, política e económica.
- **Unidade 15. Inglés técnico na enxeñaría do transporte:** nesta Unidade preséntase vocabulario técnico de interese vinculado ao sector das infraestruturas do transporte e a súa xestión.

No segundo dos módulos abórdanse interesantes aspectos das novas tecnoloxías aplicadas á xestión do transporte denominadas Sistemas Intelixentes do Transporte (SIT) ou Intelligent Transport Systems (ITS) en inglés.

- **Unidade 16. Novas tecnoloxías e sistemas aplicados á xestión do tráfico:** nesta unidade didáctica estúdanse os sistemas tecnolóxicos que existen actualmente para supervisar e xestionar-lo tráfico..
- **Unidade 17. A toma de datos na planificación do transporte: Estudos de tráfico e análise da demanda:** nesta unidade estúdanse as tecnoloxías que existen actualmente para a toma de datos vinculados cos estudos de tráfico, así como a información que soe formar parte deles.
- **Unidade 18. Metodoloxías e procesos na xestión do tráfico en situacións de vialidade invernal e emerxencias:** nesta unidade estúdanse os principios básicos de situacións de emerxencia e o modelo de xestión de situacións de emerxencia aplicado á xestión do tráfico promovido polas Administracións competentes nesta materia.
- **Unidade 19. Sistemas tecnolóxicos para a detección de infraccións e cumprimento da normativa de tráfico:** nesta unidade estúdanse as tecnoloxías existentes no ámbito do enforcement ou, como facer aplicable o cumprimento dunha lei ou norma a través de tecnoloxías con capacidade sancionadora segundo a lexislación actual.



A presente Unidade didáctica impártese en 2 h de case expositiva de xeito presencial.

Ademais dos alumnos do terceiro curso do Grao en Enxeñaría Civil, os contidos presentados poden ser de interese para outros docentes ou profesionais do sector que desenvolvan a súa actividade no ámbito da explotación e do deseño destas tipoloxías de infraestruturas do transporte.

### **OS OBXECTIVOS**

---

- Importancia da vialidade invernal como emerxencia na xestión do tráfico
  - o ¿Que fenómenos meteorolóxicos se asocian á vialidade invernal?
  - o ¿Que técnicas se empregan para combater os efectos da vialidade invernal?
  - o ¿Que son e como funcionan os Plans de xestión de Tráfico en vialidade invernal?
  - o ¿Como difunde a información aos condutores e resto de cidadáns?
- As situacións de emerxencia xenéricas na xestión do tráfico
- ¿Cal é o contexto e o papel estratéxico da DGT en España?
- ¿Como se clasifican os riscos no transporte por estrada e cales son as tipoloxías destes?
- ¿Que son e como funcionan os Plans de xestión de Tráfico en emerxencias?

### **OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS**

---

- Os principios teóricos e os contidos fundamentais expóranse nas clases expositivas. Para iso, o profesor empregará os medios audiovisuais da aula para a realización de presentacións.
- O alumno elaborará ao finalizar cada sesión presencial un resumo dos contidos traballados, no que se recollan as súas reflexións sobre a temática abordada.

### **ACTIVIDADES PROPOSTAS**

---

Como ampliación e aplicación dos contidos teóricos traballados nas sesións expositivas, propónse a suposición de un caso de emerxencia por meteoroloxía, accidente ou similar e organizar un protocolo de actuación en base a mesma.





## OS CONTIDOS BÁSICOS

---

### 1. Vialidade invernal

Calquera dos fenómenos meteorolóxicos ten influencia directa na seguridade dos desprazamentos e a capacidade das infraestruturas viarias. Neste senso, o inverno é a época do ano que soe ser máis problemática. A xestión orientada á realización das operacións precisas para manter a estrada en boas condicións de circulación cando as condicións climatolóxicas son adversas denomínase vialidade invernal.

#### 1.1. Introducción: Fenómenos meteorolóxicos

##### 1.1.1. Néboa

Os tres tipos de néboas que existen poden afectar á vialidade invernal: néboa de irradiación, de advección e orográfica.

A **néboa de irradiación** en realidade é a formación de nubes próxima ao chan. Este tipo de néboa é a máis común e chámase así porque é consecuencia do arrefriamento do chan por irradiación. Sucede pola noite ou primeiras horas da mañá, cando a calor absorbida pola superficie da terra durante o día irradia de novo á atmosfera, arrefriándose a superficie. Ao arrefriarse, provoca condensación nas capas inmediatamente superiores ao nivel do chan. Se só existe unha delgada capa de aire húmido, a auga sobrante transfórmase en orballo. Se a capa é máis grossa, haberá posibilidades de formación de néboa. Por iso é posible que exista orballo sen néboa, pero non é posible que haxa néboa sen orballo. A néboa normalmente disípase coas primeiras horas de sol pero, se algunha nube media se sitúa por enriba da néboa, é posible que a néboa de irradiación se manteña todo o día.

A **néboa de advección** a miúdo ten o mesmo aspecto que a néboa de irradiación pero no seu caso a condensación non a causa a diminución da temperatura local senón o movemento do aire a zonas máis frías. Por iso esta néboa distínguese visualmente da anterior porque ten un movemento horizontal. Son néboas de advección as que se forman nas proximidades da costa e nos vales.

Por último as **néboas orográficas** prodúcense porque se obriga ao aire húmido a subir pola ladeira dunha montaña ata alcanzar o nivel de condensación.



Figura 1.1: Néboa en estrada



### 1.1.2. Choiva

A choiva defínese como unha precipitación que alcanza o chan en forma líquida. A precipitación prodúcese cando parte dos millóns de gotículas de auga ou cristais de xeo que forman unha nube e crecen o suficiente para caer sobre a Terra por efecto da gravidade. Ás veces, as gotículas de auga ou cristais de xeo que caen evapóranse polo camiño. Isto crea un efecto visual en forma de cortina que colga da base da nube e ocorre cando hai unha grosa capa de aire seco ou unha máis fina de aire extremadamente seco por debaixo da nube.

A choiva que si chega ao chan pode clasificarse de diferentes maneiras e de cara á xestión da mobilidade segura ten importantes repercusións. A precipitación con pingas de menos de 0,065 mm de diámetro que caen preto unhas doutras defínese como orballo, que á vez se pode definir como débil, moderado ou forte dependendo da visibilidade. As pingas máis grandes, ou as pingas máis pequenas pero máis separadas, considéranse choiva.

Aínda que este sistema é preciso, é difícil para un simple observador poder usalo. Así que existe unha distinción máis simple e práctica que define a precipitación atendendo ao tipo de nube que a produce. Segundo este sistema, a precipitación líquida clasifícase como choiva ou chuvasco. Considérase choiva as precipitacións de nubes estratiformes. Estas nubes cobren unha ampla área, de modo que a choiva destas nubes adoita abarcar grandes zonas e ter unha longa duración. Os chuvascos pola súa banda, son as precipitacións das nubes cumuliformes. Estas precipitacións adoitan estar localizadas e ás veces só duran uns minutos. Con todo, algúns chuvascos poden ser fortes, especialmente cando acompañan ás tormentas. Os intervalos secos entre chuvascos normalmente duran moito máis que os propios chuvascos.



Non obstante, se hai moitas nubes, poden producirse numerosos chuvascos con intervalos de separación moi curtos.

As perigosas balsas de auga, que é onde adoita producirse o aquaplaning, pódense deber tanto á choiva de nubes estratiformes como aos chuvascos das nubes cumuliformes. O uso de asfalto drenante adoita evitar as balsas de auga das nubes estratiformes pero non garante nada contra os efectos das nubes cumuliformes.

**Figura 1.2: Choiva na estrada**



### 1.1.3. Choiva xeadada

Non é moi típico nas latitudes españolas. No inverno, cando as temperaturas no nivel das nubes son negativas, as pingas de auga que caen das nubes están sobrearrefriadas. Isto fai que, con moita probabilidade, se conxelen cando cheguen a unha capa de aire máis fría ou a unha superficie que estea baixo cero. A precipitación que se conxela de calquera destas dúas maneiras chámase choiva xeadada. Non debe confundirse a choiva xeadada coa auga neve ou o corisco, que dan nome ao proceso oposto, é dicir, a precipitación de neve parcialmente fundida.

A efectos da mobilidade segura, o problema das grandes pingas sobrearrefriadas é que cando chegan a un chan que estea a temperatura baixo cero, tenden a estenderse no momento do impacto antes de conxelarse, recubriendo a superficie cunha capa de xeo transparente perigosísimo. Se as pingas sobrearrefriadas non son tan grandes, tenden a conxelarse no momento do impacto, capturando burbullas de aire creando unha capa de xeo opaca e granulada menos perigosa para o tráfico porque é visible e rugosa.

### 1.1.4. Neve

A neve empeza en forma de cristais de xeo que forman unha nube cando o vapor de auga se conxela ao redor de diminutas partículas sólidas nos niveis medios



e altos onde as temperaturas son inferiores a 0°C. Os cristais de xeo vanse unindo uns a outros e forman as folerpas de neve. Cando estas folerpas de neve teñen suficiente peso para contrarrestar calquera corrente ascendente, caen ao chan.

A miúdo, a neve que cae se derrete no descenso e leva forma de choiva. Non obstante, para derreterse extrae calor latente do aire, facendo que a temperatura do aire baixe e aumente a probabilidade de que nevadas posteriores alcancen o chan.

**Figura 1.3: Neve na estrada**



Resulta curioso que as condicións ideais para unha grande nevada sexan temperaturas en torno ao momento de conxelación, pero non máis frías. Isto débese a que, cando menos fría está a neve, máis humidade contén e máis grandes poden ser as folerpas. Ademais, unha temperatura próxima a 0°C permite que a neve se funda, se volva conxelar e se recompoña en folerpas máis grandes. O resultado é que a diferenza entre neve e choiva depende só de cambios mínimos de temperatura, o que fai difícil a previsión. Doutra banda, a famosa neve po que tanto gusta aos esquiadores provén de nevadas con temperaturas moi por baixo de 0°C que xera esas pequenas folerpas.

A efectos de mobilidade segura son moito máis perigosas as xistras, chuvias fortes con vento, xa que producen baixa visibilidade e que se dan por unha combinación de intensas nevadas, baixas temperaturas e ventos fortes.

#### 1.1.5. Sarabia

A sarabia fórmase cando as gotículas de auga sobrearrefriadas non acaban na súa primeira viaxe no chan senón que volven subir debido ás correntes ascendentes. Estas correntes ascendentes danse polo xeral nun cumulonimbo, a nube de tormenta, no que ao pasar a través de área de diferentes temperatura e grao de humidade, acumúlanse nelas distintos tipos de xeo.



Nas zonas onde a temperatura está xusto por baixo do punto de conxelación e hai moitas gotículas de auga sobreenfriada, fórmanse capas de xeo transparente. Nas partes máis frías da nube, onde son menos e máis pequenas as gotículas de auga, a conxelación é tan rápida que quedan atrapadas burbullas de aire e fórmase xeo opaco. A esta formación de capas engádese que o xeo se derrete e conxela sucesivamente segundo cambia a temperatura do aire.

**Figura 1.4: Sarabia na estrada**



Polo xeral, as pedras de sarabia son do tamaño aproximado dun chícharo, aínda que ás veces, se o cumulonimbo é moi potente, chegan ao tamaño dunha pelota de golf e mesmo dunha laranxa. O tamaño e número de capas depende do tempo que permanece no interior da tormenta habéndose rexistrado pedras de sarabia de ata 25 capas.

A sarabia finalmente cae da nube cando adquire demasiado peso para que as correntes ascendentes o manteñan no aire, se estas se debilitan, ou se é lanzado fóra da zona na que actúan.

#### 1.1.6. Microrráfagas

O vento en xeral non é bo compañeiro de viaxe, dificulta a condución e obriga a unha actitude proactiva do condutor, ocasionando maior fatiga da necesaria. Ademais, un vento forte sostido obriga a extremar as precaucións porque se este é lateral, obriga ao condutor a corrixir a traxectoria e, se este vento se detén momentaneamente pola aparición dun obstáculo que se interpón (edificio, camión ao que se adianta,...), e o condutor non está atento e move o volante, pode modificar a súa traxectoria.



Por outra banda, unha microrráfaga é un breve refacho de vento forte que parece irradiar dun punto central do chan. Prodúcea unha violenta corrente de aire descendente que se forma na parte central dun cúmulo ordinario ou dun cumulonimbo.

Hai dous tipos diferentes de microrráfagas: secas e de choiva. As secas prodúcense en condicións de ausencia de humidade, cando unha columna de aire cae nunha capa de aire seco por baixo da nube, e inmediatamente empeza a evaporarse. Como a evaporación provoca un arrefriado, acelérase o movemento descendente da columna de aire, o que crea un forte refacho de vento descendente da columna de aire que, ao alcanzar o chan, esténdese en todas as direccións. A microrráfaga húmida xérase de xeito equivalente á seca pero, neste caso, a choiva chega ao chan

**Figura 1.5: Vento na estrada**



## **1.2. Técnicas empregadas para combater os efectos da neve e o xeo**

### **1.2.1. Campañas de Vialidade Invernal**

A organización das campañas de vialidade invernal varía dunha zona a outra dependendo de diversos factores como son: o titular da vía, orzamento, medios dispoñibles, número de centros de operacións, persoal, etc. Non obstante pódense establecer uns criterios xerais que permiten definir as funcións que se realizan, variando na intensidade destas, así como o “cando” e “como” hai que levarlas a cabo.

As devanditas funcións aplicables a calquera organización, pódense clasificar do seguinte modo:

#### **a) Actuacións preventivas e/ou encamiñadas á preparación da temporada invernal:**

Moitos problemas de vialidade invernal pódense reducir, ou mesmo eliminar, se se teñen en conta ao redactarse o proxecto de construción ou mellora da estrada. Por exemplo: tratando de evitar zonas de sombra así como a orientación de ladeiras ao norte e os noiros nos desmontes que poidan producir rachas de vento, procurando que a calzada estea o máis





soleada posible, que exista unha boa drenaxe superficial e subterránea, que exista unha sinalización e balizamento adecuados, que se habiliten aparcadoiros de emerxencia e zonas para a colocación e retirada de cadeas, etc.

Outras actuacións previas de grande importancia son:

- Eliminar as árbores próximas á estrada que produzan sombra, xa que se pode formar xeo por baixa insolación.
- Evitar as vías ou cursos de auga que poidan discorrer pola calzada, canalizándoas e conducíndoas ás drenaxes e ás obras de fábrica para o seu desaugadoiro transversal.
- Evitar a formación de acumulacións de auga sobre a calzada.
- Eliminar sempre que sexa posible, os obstáculos que existan nas marxes da estrada, xa que poden producir acumulacións de neve.

As tarefas de mantemento invernal deben comezar moito antes que o inicio da tempada de neves e ten por obxecto asegurar que os medios adscritos ao Centro de Operacións estean en perfectas condicións de funcionamento ao comezo do período invernal. A actividade máis importante é a referente á revisión, entretemento e reparación da maquinaria que vai a someterse a grandes esforzos mecánicos a moi baixas temperaturas, así como exposta a riscos de corrosión por efecto de fundentes.

**b) Funcións que se deben realizar durante a tempada invernal:**

- Vixilancia : Previsión e alerta.
- Realización de tratamentos preventivos e curativos.
- Limpeza e eliminación da neve.
- Información ao usuario.
- Conservación, mantemento e reparación, no seu caso, das instalacións, maquinaria e equipamentos auxiliares.

### 1.2.2. Técnicas de actuación

O método tradicional de control contra a neve e xeo de esperar a que a neve caia e, a continuación, enviar os camións de sal ou area e quitaneves para limpar as estradas é completamente ineficaz polas seguintes razóns:

- É máis difícil limpar a neve e xeo unha vez que se adheriron ao pavimento que evitar que dita adhesión se produza inicialmente.
- Frecuentemente, prodúcese unha demora entre o momento de comezar unha xistra e o momento en que os equipos de conservación poden responder.
- Os equipos de conservación non dispoñen de suficiente información acerca da intensidade da xistra, provocando que traten a calzada con demasiado ou con insuficiente fundente.

O tratamento preventivo é a mellor estratexia na vialidade invernal para evitar unha forte unión entre neve compactada e/ou xeo e o pavimento por medio da aplicación dun produto químico antes de que poida formarse xeo. Isto non soamente nos leva



a unhas condicións de circulación máis seguras, senón que tamén aforra tempo e diñeiro ao simplificar os paseos seguintes das máquinas quitaneves.

**Figura 1.6: Tratamento preventivo**



As vantaxes dos traballos preventivos, cando son realizados axeitadamente, son as seguintes:

- Menor gasto de man de obra e utilización de produtos químicos.
- Traballos máis sinxelos e rápidos coas máquinas quitaneves, cando posteriormente estas son necesarias.
- Impactos ambientais máis reducidos debido á menor cantidade de aplicacións químicas.
- Mellor nivel de servizo de circulación

En canto ao mantemento invernal propiamente dito, debe terse en conta que un dos aspectos fundamentais para a eficacia e actuar a tempo, o que actualmente pode conseguirse mediante o coñecemento das previsións meteorolóxicas con suficiente antelación, de forma que se poida ter a información sobre o tipo de incidencia que se vai presentar e así decidir as operacións de mantemento invernal se debe levar a cabo. Así mesmo, en tempo presente, a información recibida das espiras de tráfico, as estacións meteorolóxicas e as cámaras de televisión resultan de vital importancia para a anticipación e garantías do Nivel de Servizo de circulación na vía, para a sucesiva adopción de medidas de control, regulación do tráfico e mobilidade, e mesmo, finalmente para a previsión e anticipación a situacións de alto risco ou accidentes de tráfico.





Pero a ferramenta última e máis eficaz é a información a pé de estrada dos operarios de conservación, que serve para confirmar a veracidade dos datos achegados polas estacións meteorolóxicas e a precisión da previsión meteorolóxica.

### 1.2.2.1. *Limpeza da neve*

Na loita contra a neve poden seguirse tres sistemas:

- **Tratamento en negro con quitaneves:** Consiste en conseguir que a neve non permaneza na calzada, retirándoa cando empece a caer. Este sistema emprégase na rede de estradas máis importante do país.
- **Tratamento en negro con fundentes:** Consiste en conseguir que a neve non permaneza na calzada, espallando previamente á nevada, fundentes de maneira que os primeiros copos caídos sexan contrarrestados polo fundente existente na calzada. Este sistema emprégase na rede de estradas máis importante do país e é posible a condición de que a nevada non veña precedida de episodios de choivas que eliminaría todo tratamento preventivo aplicado previamente. Á hora da retirada da neve é necesario que exista un certo espesor de neve na calzada antes de tratala mediante follas quitaneves, xa que de non ser así, a fricción producida danaría tanto o firme como as follas quitaneves
- **Tratamento en branco:** En vías de menor intensidade de tráfico, admítase que exista unha capa de neve transitible sobre a calzada. Neste caso, para poder circular é preciso que os vehículos vaian equipados con cadeas, pneumáticos especiais para a neve ou con cravos.

**Figura 1.7: Limpeza de neve**



É necesario e de grande importancia para a correcta e efectiva xestión dun episodio de nevadas actuar de xeito preventivo estendendo fundentes, de modo que cando caia a neve sobre a calzada non se adhira e sexa máis doada a súa retirada. Unha



vez comezou a nevar, a loita contra a neve está baseada en tratamentos curativos. Non obstante, as máquinas quitaneves non limpan totalmente esa neve precipitada na superficie da calzada e mesmo compactada nas zonas do carril con rodeiras polo paso dos vehículos, quedando unha capa de pequeno espesor que é preciso eliminar mediante o emprego de fundentes.

### 1.2.2.2. Eliminación do xeo

O xeo non só é un fenómeno que incide dun modo moi negativo na seguridade viaria, senón que tamén inflúe na deterioración dos firmes e pavimentos polos procesos de xeo-desxeo que se producen nestes. Para loitar contra o xeo tense que actuar preventivamente mediante o estendido de fundentes, tratando de que non se forme sobre a calzada, e curativamente, se se formou, tratando de eliminalo con dosificacións de fundente máis significativas que nas actuacións preventivas.

Un tratamento preventivo contra o xeo require que os responsables de vialidade invernal controlen moi de preto a información recollida sobre as condicións climáticas e do pavimento. Cando as devanditas condicións indican que pronto se formará xeo na calzada, os equipos de conservación han de saír a estender fundentes sobre esta, o que evitará a unión entre o pavimento e o xeo, así cando empece a caer a choiva xeadada ou neve, o pavimento xa está cuberto de materiais que evitarán a formación de xeo e que a neve compactada se adhira á superficie.

A realización dos tratamentos curativos con fundentes esixirá unha axeitada vixilancia da estrada para poder detectar cando e onde se produce xeo e actuar rapidamente. Polo tanto é necesario dispoñer de medios de previsión e alerta.

### 1.2.2.3. Maquinaria

As máquinas normalmente utilizadas no mantemento invernal das estradas poden clasificarse do modo seguinte:

#### a) **Dinámicas:** Turbinas, fresas e turbofresas:

- Empréganse en estradas de alta montaña para espesores de neve que cobren totalmente a estrada (máis de 1m)
- As turbinas traballan penetrando na neve por presión, o que esixe maior potencia do vehículo tractor. En xeral son adecuadas para neve branda. Estas máquinas avanza lentamente e lanzan a neve fóra da plataforma da estrada, a distancias comprendidas entre os 15 e 50 metros, regulables segundo necesidades.
- As fresas atacan á neve absorbéndoa en sentido lonxitudinal e desprazándoa lateralmente debido á disposición das tobeiras, o que provoca unhas notables perdas de rendemento. É a maquinaria máis axeitada para neve dura. Lanzan a neve a unha distancia inferior á das turbinas.
- As turbofresas son unha combinación dos dous tipos anteriores. O seu deseño é máis racional para traballar con calquera tipo de neve, xa



que aproveita as vantaxes da fresa para atacar a fronte e da turbina de lanzamento.

- b) **De empuxe:** Follas, planas ou curvas, de ángulo fixo ou variable, adaptadas ao equipo tractor, normalmente un camión de potencia superior aos 170CV. As follas planas, acoplables a un vehículo, son láminas planas de ataque frontal, as follas curvas son láminas en forma curva que poden inclinarse a dereita ou esquerda. As cuñas poden ser de ángulo fixo ou variable. As principais vantaxes das cuñas son que poden lanzar neve fóra dos bordos da estrada, poden traballar con espesores de neve de ata 1,50m, o seu emprego é simple e resisten ben os pequenos bloques.

Sobre as máquinas quitaneves de empuxe móntanse equipos de estendido de fundentes. Así, o conxunto camión-espallador-folla quitaneves conforma o equipo máis habitual que podemos ver nas distintas redes de estradas.

**b.1. Camións:** Adoitan ser camións ríxidos do tipo dumper (ou de obra) de dúas ou tres eixos, e con tracción 4x4, 6x4 ou 6x6. É importante que o camión teña suficiente potencia para ser capaz de manexarse con soltura cando vai totalmente cargado de fundente e coa folla quitaneves implementada.

**Figura 1.8: Folla quitaneves en camión**



**b.2. Espallador de fundentes:** Os espalladores de fundentes móntanse sobre a parte traseira do camión e pódense clasificar, segundo o tipo de fundente que levan:

- **Fundente líquido:** adoitan ser salmoiras de cloruro sódico ou de cloruro cálcico. Son uns depósitos de fibra cunha capacidade de entre 6 e 16 m<sup>3</sup>. O espaxado realízase mediante un sistema de electroválvulas e unha rampla de regado que abarca un ancho de entre 3 e

16 m. Pulveriza a presión o fundente líquido sobre a estrada e o seu accionamento pode ser mediante un motor auxiliar ou mediante un sistema de toma de forza a través dun circuíto hidráulico.

**Figura 1.9: Mecanismo espallador de fundente líquido**



- **Fundente sólido:** Trátase dunhas moegas metálicas que na súa parte inferior ten un mecanismo de arrastre (cinta de goma, parafuso infinidade ou cadea metálica) de fundente cara ao disco de espaxado, que é o que reparte o fundente sobre a calzada. Todos os equipos de espaxado de fundentes sólidos teñen nos laterais uns pequenos depósitos para fundente líquido que se mestura no disco para humidificar o fundente sólido. Deste xeito conséguese dotar de maior peso ás partículas de fundente sólido e diminuír o rexeitamento ao entrar en contacto coa calzada. O accionamento do disco de espaxado pode ser mediante un motor auxiliar, mediante un sistema de toma de forza a través dun circuíto hidráulico ou mecánico a través dunha roda de apoio que transmite a rotación ao disco.

Figura 1.10: Mecanismo espallador de fundente sólido



**b.3. Combis:** é unha combinación dos dous sistemas anteriores que fai do conxunto un equipo totalmente versátil.

Figura 1.11: Combi equipado con fundente líquido e sólido



- c) **Máquinas auxiliares:** Motoniveladoras, pas cargadoras e tractores con follas de empuxe. Dentro do grupo de máquinas auxiliares englábanse aquelas que, non estando especificamente deseñadas para realizar traballos de mantemento invernal, polas súas características poden levar a cabo este tipo de tarefas como complemento das máquinas específicas. Trátase en xeral de máquinas de obras públicas e tractores.



#### 1.2.2.4. Fundentes

Os fundentes son produtos, naturais ou non que teñen a propiedade de impedir que se forme xeo, baixando o punto de conxelación da auga a temperaturas inferiores a 0°C, ou de fundilo no caso de que se tivese formado. Precisamente debido a esta propiedade, os fundentes químicos son susceptibles de emprego tanto en tratamentos preventivos como curativos contra a neve e o xeo.

**Figura 1.12: Lanzamento de fundente na estrada**



Os produtos que ata a data foron utilizados como fundentes no mantemento invernal das estradas, son os seguintes: Cloruro de Sodio, Cloruro de Calcio, Cloruro de Magnesio, Urea, Alcohois e Glicois e Acetato de calcio magnésico (C.M.A).

É importante destacar o efecto negativo dos fundentes sobre as obras de fábrica e formigón. Os fundentes empeoran a conservación dos elementos estruturais debido á corrosión das armaduras do formigón.

Os sales empregados, unha vez fundido o xeo, quedan disoltos na auga, contaminando as augas superficiais e subterráneas. As investigacións demostraron que aínda que se produce certa contaminación, a concentración de sal adoita estar moi por debaixo dos límites permitidos nos países da Unión Europea. A tendencia é tratar de reducir o consumo de fundentes, pero sen esquecer que son imprescindibles para a seguridade dos usuarios de estradas durante o período invernal.

Os fundentes máis empregados hoxe en día son o cloruro sódico e en menor medida o cloruro cálcico. O cloruro sódico (ou sal común) é o fundente por excelencia pola súa eficacia e baixo custo, e é efectivo para combater a formación de xeo ata temperaturas de 7°C. A partir desta temperatura recoméndase engadir como fundente o cloruro cálcico. No proceso de fusión do xeo ou a neve, o cloruro



sódico produce unha reacción endotérmica (absorbe calor da contorna), mentres que o cloruro cálcico produce unha reacción exotérmica (desprende calor no proceso de fusión).

Tomando como exemplo os fundentes máis empregados poderíamos poñer estes exemplos de tratamentos:

Cando a previsión de temperaturas próxima aos 3°C, e decrecendo, efectúase un tratamento preventivo con fundente sólido, líquido ou combinación de ambos en función de:

- Humidade relativa do aire
- Grao de humidade da calzada
- Previsión meteorolóxica a 6h vista

A dosificación oscilará entre os 5 e os 15 gramos/m<sup>2</sup> de sal en pista (ben sexa en forma sólida ou diluída en forma de salmoira).

As dosificacións empregadas móstranse no cadro seguinte:

**Táboa 1.1: Táboa de dosificación de fundentes**

ESTADO DA CALZADA		FUNDENTE	DOTACIÓNS (gr/m <sup>2</sup> )
CALZADA SECA	Humidade relativa do aire <75%	Salmoira ClNa + ClNa Sólido	5-10
	Humidade relativa do aire >75%	Salmoira ClNa + ClNa Sólido (> 50%)	5-10
CALZADA LIXEIRAMENTE HÚMIDA		Salmoira ClNa (<25%) + ClNa Sólido (> 75%)	5-12
CALZADA MOI HÚMIDA		Salmoira ClNa (<15%) + ClNa Sólido (> 85%)	8-15

**Tratamentos curativos**

Con sarabia ou xeo os tratamentos realízanse utilizando dotacións maiores de 10 gr/m<sup>2</sup>. En función da intensidade da precipitación.

Os cadros seguintes resumo a dotación para empregar en función do espesor da capa, ou do tipo de neve.



a) Tratamentos curativos contra xeo-sarabia

**Táboa 1.2: Táboa de tratamentos curativos contra xeo-sarabia**

TEMPERATURA (T°C)	FUNDENTE	DOTACIÓNS (gr/m <sup>2</sup> )	
		Espesor < 2cm	Espesor > 2cm
> -5°C	Salmoira ClNa (20%) + ClNa Sólido (80%)	10-20	20-30

b) Tratamentos curativos contra neve

**Táboa 1.3: Táboa de tratamentos curativos contra neve**

NEVE	TEMPERATURA (T°C)	FUNDENTE	DOTACIÓNS (gr/m <sup>2</sup> )	
			Espesor (e)	
			e<2cm	e>2cm
EN FUSIÓN	> -5°C	Salmoira ClNa (20%) + ClNa Sólido (80%)	15-25	25-40
SECA OU APELMAZADA	> -5°C	Salmoira ClNa (20%) + ClNa Sólido (80%)	15-25	25-40

En caso de utilizar Cloruro Cálcico mesturaríase co sal nunha porcentaxe do 5%.

*1.2.2.5. Provisión e fabricación de fundentes*

Tan importante como unha boa planificación dun episodio invernal adverso e o correcto mantemento da maquinaria, é o dimensionamento e mantemento das instalacións de provisión de fundentes.

Para fundentes sólido existen varias posibilidades de almacenamento.

- Silos verticais: Oscilan entre as 40 e as 100 Tn de capacidade. Adóitanse empregar para sal de mina, xa que debido á alta humidade do sal mariño





pode provocar o seu apelmazamento. Os camións cárganse na vertical do silo sen necesidade de medios auxiliares.

- Almacéns cubertos: válidos para todo tipo de sal, para a súa xestión necesitanse medios auxiliares de carga (cintas transportadoras, pas cargadoras...).
- En sacos ou big bags: envasada polos provedores en envases desde 25 kg ata o 1.200 kg. Depéndese de medios auxiliares para a súa carga.

Os fundentes líquidos almacénanse en silos verticais de 20 a 40 m<sup>3</sup> tras a súa elaboración. Para iso precísase dunha planta de fabricación de salmoira, que consiste en mesturar auga con sal normalmente a saturación (23,5% de sal) para a súa posterior almacenaxe. Estas plantas teñen unha produción de ata 6 m<sup>3</sup>/hora, podendo montar máis dunha para ter unha maior produción.

Ante un episodio de vialidade invernal é fundamental ter as provisións en bo estado e con cantidade de fundente necesaria para afrontar con garantías o episodio, xa que en situacións de nevadas o abastecemento de fundentes complícase xa que se realiza por estrada.

### 1.3. Plan de actuacións de Xestión do Tráfico en caso de nevadas

É preciso preparar con antelación suficiente un conxunto de actuacións eficaces e coherentes que, baixo a denominación xenérica de «Plan de actuacións fronte a nevadas», poida axudar a paliar da forma máis rápida posible as consecuencias deste fenómeno meteorolóxico.

#### 1.3.1. Definición dos niveis de circulación

A partir dos códigos de vialidade invernal utilizados pola Dirección Xeral de Tráfico, establécense catro niveis de circulación segundo o estado da vía e as condicións do tráfico.

##### 1.3.1.1. Nivel Verde: PRUDENCIA

- **Descrición do perigo:** Comeza a nevar. Aínda que a circulación non se ve afectada, convén ser prudentes. Recoméndase non superar os 100 km/h. en autoestradas e autovías e os 80 Km/h. no resto de estradas. Os camións deben circular polo carril da dereita e non adiantar.
- **Qué facer:** Atención aos partes meteorolóxicos. Especial prudencia en zonas altas e húmidas de montaña e en noites de ceos despexados, polas posibles placas de xeo. En pouco tempo pódese pasar a nivel amarelo.



#### 1.3.1.2. Nivel Amarelo: PRECAUCIÓN

- **Descrición do perigo:** Neve na calzada. Empézase a cubrir o firme de neve. A circulación de camiós e vehículos articulados está prohibida. Os turismos e autobuses non poderán superar os 60 Km/h.
- **Qué facer:** Diminuír a velocidade. Especial coidado en curvas e tramos inclinados. Evitar manobras bruscas e aumentar a distancia de seguridade. Se non se levan cadeas, roupa de abrigo e outros elementos necesarios, parar na poboación ou área de servizo máis próxima.

#### 1.3.1.3. Nivel VERMELLO: DIFÍCIL

- **Descrición do perigo:** Calzada cuberta de neve. Só se pode circular con cadeas ou pneumáticos especiais e a unha velocidade máxima de 30 km/h. Esta situación dáse con máis frecuencia en portos de montaña. Prohíbese a circulación de vehículos articulados, camiós e autobuses.
- **Qué facer:** Suspender a viaxe. Non esperar a quedar inmovilizado para pór as cadeas e non parar en lugares onde se obstaculice o paso. Circular sempre polo carril da dereita, deixando libre o carril de adiantamento. Buscar refuxio na poboación ou área de servizo máis próxima.

#### 1.3.1.4. Nivel Negro: INTRANSITABLE

- **Descrición do perigo:** Calzada intransitable. Ningún vehículo pode circular. Córrese o risco de permanecer inmovilizado na estrada durante un longo período de tempo.
- **Qué facer:** Evitar este tipo de rutas. En caso de inmovilización, chamar ao 112 e seguir as súas instrucións.

#### 1.3.2. Medidas de actuación

En todo Plan de actuacións para a Xestión do Tráfico, deben incluírse as medidas que se levarán a cabo nas diferentes fases de actuación da estratexia a desenvolver. A posta en marcha de cada unha delas, así como o seu ámbito de aplicación, dependerá da gravidade da situación e dispoñibilidade de medios para levalas a cabo.

- a) **Establecemento e actualización dos puntos de información:** Cando se reciban partes meteorolóxicos de previsión de nevadas, estableceranse os puntos informativos dende os que se difundirá aos condutores a información relevante. Os puntos de información aos cales irán dirixidas as mensaxes para a súa difusión por diferentes medios (radio, televisión, correo electrónico, fax, twitter, aplicación APP da DXT, etc.) poderán ser: Puntos de concentración de vehículos, Paneis de Mensaxe Variable, etc.



- b) **Situación e activación de puntos de control:** Instalaranse controis selectivos para deter, obrigar a retroceder, tomar desvíos obrigatorios ou recomendar itinerarios alternativos a todos aqueles vehículos contemplados na fase de operación. Ademais, neles verificarase que os restantes vehículos dispoñen das condicións mínimas para poder circular polos tramos de estrada afectados pola neve (cadeas, pneumáticos especiais, etc.). A situación dos puntos de control dependerá da zona e estradas afectadas pola nevada.
- c) **Restricións de circulación e estacionamento de vehículos:** As restricións á circulación poden consistir en limitación de velocidade, prohibición de adelantamento ou prohibición de circulación. Estas medidas aplicaranse cando xa comezou a nevar. Cando sexa necesario evitárase a circulación e acumulación de vehículos nos laterais das estradas, enviándoos aos puntos de estacionamento situados en lugares dotados de aparcadoiros e servizos suficientes. En cada caso determinarase que vehículos deben dirixirse obrigatoriramente aos devanditos estacionamentos.
- d) **Emprego de cadeas:** uso de cadeas virá determinado polo estado da estrada. En xeral as Forzas de Vixilancia de Tráfico indicarán en que momento comeza a ser necesario tal uso. Cabe destacar que os vehículos equipados con pneumáticos de inverno teñen o mesmo tratamento que os que levan cadeas segundo o Regulamento xeral de vehículos.

**Figura 1.13: Emprego de cadeas con neve na estrada**



- e) **Peche de carrís / Alternancia na utilización de calzadas:** En vías con varios carrís para cada sentido de circulación, para evitar que a calzada quede



bloqueada por vehículos que non poden continuar a súa marcha debido á neve acumulada, procederase a pechar o carril esquerdo cando este se empece a cubrir de neve. Os vehículos continuarán circulando polo carril aberto e, cando o carril sexa limpado, volverase abrir á circulación ata que comece a cubrirse de novo e sexa necesario pechalo outra vez. Desta forma permitirase manter en todo momento polo menos un carril aberto para facilitar o acceso de máquinas quitaneves e para facilitar a retirada de vehículos que quedasen bloqueados na calzada. Por outra parte, en estradas con calzadas separadas para cada sentido de circulación, esta medida implica o paso do tráfico dunha a outra co obxectivo de salvar unha zona afectada. Esta medida levarase a cabo cando a calzada quede totalmente bloqueada e non exista un itinerario alternativo para desviar a circulación. Tamén poderá levarse a cabo cando, polas características da mercadoría transportada ou perigo derivado do incidente, resulte conveniente ou obrigatorio que o resto dos condutores non circule próximo á zona afectada.

- f) **Formación de convois ou caravanas:** A formación de convois ou caravanas realizarase cando:
- Haxa que sacar os vehículos almacenados nas zonas de estacionamento para que se incorporen de novo á circulación.
  - Por estrita necesidade, sexa necesaria a circulación dun determinado tipo de vehículo debido á especificidade da súa carga.

Figura 1.14: Convoi de camións



- g) **Peche da calzada:** Pecharase a calzada cando o nivel de circulación sexa NEGRO é dicir, a estrada está impracticable e non é posible a circulación.

**Figura 1.15: Estrada pechada por neve.**



#### **1.4. Medios de previsión e alerta dos fenómenos meteorolóxicos**

Como xa antes se indicou, un dos principios básicos nos que debe sustentarse a xestión do mantemento invernal das estradas para que sexa eficaz é coñecer con suficiente antelación o momento en que se van producir os fenómenos meteorolóxicos.

As vantaxes que supón dispoñer duns medios axeitados de previsión e alerta son, entre outras, as seguintes:

- Fai posible aplicar ao seu debido tempo os tratamentos preventivos.
- Permite alertar con suficiente antelación a todo o persoal.
- Fai posible iniciar os traballos cando empezan os fenómenos meteorolóxicos.
- Permite adoptar medidas previas para regular debidamente a circulación, tratando de evitar retencións, por exemplo suspendéndose temporalmente a circulación de vehículos pesados, particularmente os articulados.
- Posibilita informar os usuarios para que elixan o modo de transporte e o horario de viaxe máis conveniente ou utilicen itinerarios alternativos.
- Permite un aforro de custos á hora de facer fronte a un episodio de meteoroloxía adversa.

Os métodos de previsión aos que normalmente se recorre no mantemento invernal e na xestión do tráfico son as previsións meteorolóxicas nacionais, rexionais e locais e a análise do microclima mediante estacións meteorolóxicas. Os medios de alerta normalmente son os equipos ITS (Intelligent Transport Systems) dos Centros de Xestión do Tráfico, as patrullas de axentes da Agrupación de Tráfico da Garda Civil, o persoal dependente dos titulares das vías e observadores acreditados coñecedores da zona.

Así, mediante a información recibida dos equipos ITS dos Centros de Xestión do Tráfico, a DXT consolidou diferentes sistemas de emisión automática de Avisos e



Alarmas encamiñadas a garantir a máxima coordinación cos organismos implicados e a máxima información aos usuarios das vías. Deste modo, en función do lugar xeográfico (tramos de vías afectados) xéranse de xeito automático mensaxes de avisos/alarmas e, ao mesmo tempo, tamén se envían de xeito automático vía correo electrónico e/ou fax a tódolos destinatarios. Todos estes avisos/alarmas son froito dos anos de experiencia adquiridos nos diferentes episodios de meteoroloxía adversa acaecidos, de maneira que se aplican unha serie de algoritmos propios.

Os avisos/alarmas van destinados fundamentalmente a Delegacións e Subdelegacións do Goberno, Xefaturas Provinciais de Tráfico, Agrupación de Tráfico da Garda Civil, Axencia Estatal de Meteoroloxía, Demarcacións de Estradas do Estado, Protección Civil do Estado, Policía Nacional e Unidade Militar de Emerxencias.

#### 1.4.1. Información da Axencia Estatal de Meteoroloxía (AEMET)

No ano 1996 o entón Instituto Nacional de Meteoroloxía (na actualidade Axencia Estatal de Meteoroloxía) elaborou o “Plan de Predición e Vixilancia dos Fenómenos Meteorolóxicos Adversos”. Este Plan, que foi desenvolvido en estreita colaboración coa Dirección Xeral de Protección Civil e as Unidades de Protección Civil dos Gobernos Autonómicos, pretende dar a mellor información dispoñible sobre as posibilidades de aparición de fenómenos meteorolóxicos adversos ou ben da súa ocorrencia real en calquera punto do territorio nacional e en calquera época do ano.

No devandito Plan establécese o procedemento de difusión dos boletíns de predición meteorolóxica do I.N.M, entre os órganos de protección civil e outros organismos e empresas de servizos públicos. Estes boletíns son de tres tipos:

1. **Boletíns de predición a medio prazo:** Estes Boletíns son emitidos polo I.N.M cando se esperen precipitacións de neve que superen os seguintes albores:

h: Altitude (m)	Espesor de neve (cm/24h)
$0 < h \leq 200$	> 2
$200 < h \leq 800$	> 5
$800 < h \leq 1.200$	>10

2. **Boletíns nacionais e rexionais de curto e moi curto prazo:** Son emitidos directamente polos Centros Meteorolóxicos Territoriais e difundidos por estes a nivel rexional. Os albores para a xeración destes boletíns varían en cada unha das Comunidades Autonómicas.
3. **Boletíns rexionais e nacionais de información de fenómenos observados:** A súa finalidade é informar da aparición dun fenómeno adverso non considerado con anterioridade e, discrecionalmente, cando o fenómeno sexa de grande relevancia aínda que fose previsto.

A AEMET dispón dos mellores modelos físico-matemáticos de evolución da atmosfera, absolutamente necesarios para a predición entre 6 e 48 horas así como unha complexa rede de observatorios composta, ademais dos observatorios básicos,



por radares meteorolóxicos, estacións automáticas de observación, detectores de raios e equipos receptores de imaxes de satélite.

#### 1.4.2. Estacións meteorolóxicas da DXT

A información do microclima local pode conseguirse mediante a instalación de estacións meteorolóxicas.

O seguimento da información facilitada polas estacións debe ser sistemático e continuo, co fin de poder avaliar as condicións que se produzan en cada momento e zonas máis problemáticas.

En vialidade invernal o que máis interesa coñecer é o estado da calzada. A análise deste baséase en coñecementos sobre procesos atmosféricos e físicos que afectan á fricción predominante da superficie da estrada. A choiva e a neve son as dúas causas principais dos cambios no coeficiente de rozamento da superficie da estrada.

As estacións meteorolóxicas normalmente constan dos seguintes elementos:

1. **Sensores meteorolóxicos:** As cifras baseadas na medición directa, tales como a temperatura, a humidade e datos do vento, son moi precisos. As cifras baseadas na análise da superficie da estrada, tales como a cantidade de auga, a concentración de sal e a baixada do punto de conxelación son só estimacións e poden ser imprecisos nalgúns casos polo que haberá que establecer a forquita de datos nos que é moi posible que se vaia producir xeo, e non un valor único. Os sensores que forman parte dunha estación meteorolóxica e os fenómenos meteorolóxicos que miden son:
  - **Barómetro:** Empregado na determinación da presión atmosférica.
  - **Anemómetro:** Empregado para medición da compoñente horizontal da velocidade do vento.
  - **Catavento:** Empregado na medición da dirección do vento.
  - **Pluviómetro:** Empregado para medir a cantidade de precipitación caída.
  - **Sensor de calzada:** Empregado para a medición continua dos distintos parámetros presentes na superficie da calzada como: temperatura, punto de conxelación, altura de película de auga, presenza de neve, etc.
  - **Visibilímetro:** Empregado para medir o alcance visual.
  - **Detector de tipo de precipitación:** É capaz de discernir a natureza da precipitación entre as seguintes: ningunha, choiva, aguaneve, neve e sarabia.
  - **Sensores de temperatura e humidade.**
  - **Piranómetro:** Serve para medir a enerxía emitida polo sol por unidade de área.

Os sensores de calzada deben instalarse na calzada, mediante unha perforación, de maneira que non sobresaia non cree ocos na superficie desta. Para a súa alimentación e comunicación coa estación debe





- realizarse unha canle na calzada. A experiencia bota como unha situación idónea destes sensores o centro do carril dereito, que é aquel polo que, en situacións de nevadas, circula a maior parte dos vehículos. A instalación en beiravía debe evitarse posto que falsea de forma importante as medicións.
2. **Estación de toma de datos:** Onde se recollen os datos meteorolóxicos rexistrados polos diferentes sensores meteorolóxicos.
  3. **Rede de transmisión de información:** Por medio da cal os datos rexistrados envíanse ao Centro de Control.
  4. **Centro de Control:** Onde se recibe e analiza a información, normalmente a través de ordenador. Para poder analizar os datos e prever a evolución do tempo meteorolóxico, necesítase certa experiencia e algúns coñecementos sobre a materia.

**Figura 1.16: Estación meteorolóxica da DXT**

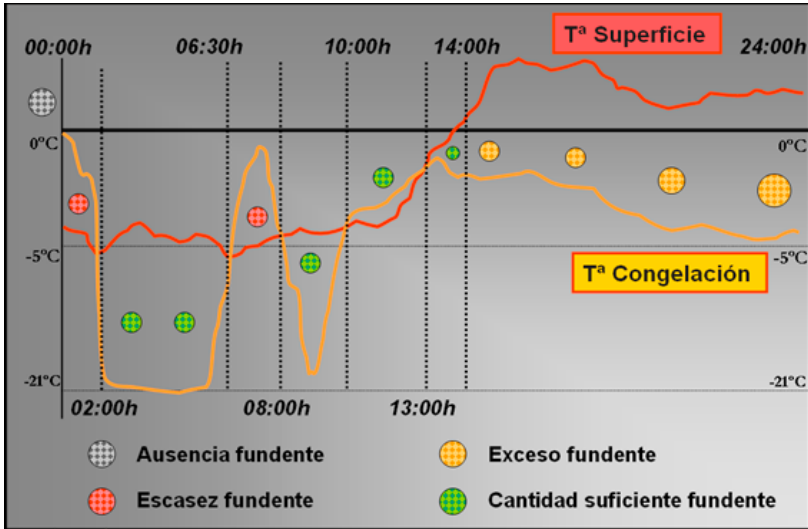


A partir das gráficas de temperaturas e a experiencia adquirida detéctase en que lugares é necesario estender fundente. Na seguinte imaxe móstrase un exemplo práctico de análise de fundente:



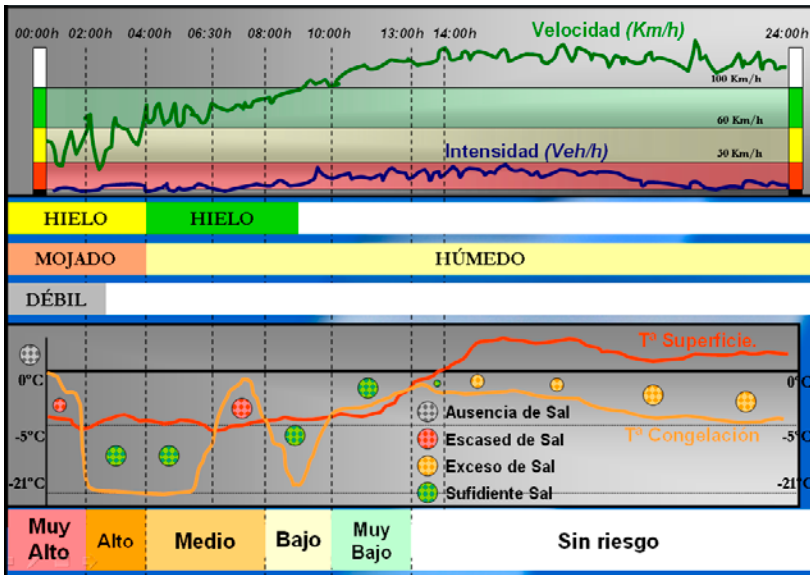


Figura 1.17: Medicións de temperatura de superficie e temperatura de conxelación dunha estación meteorolóxica



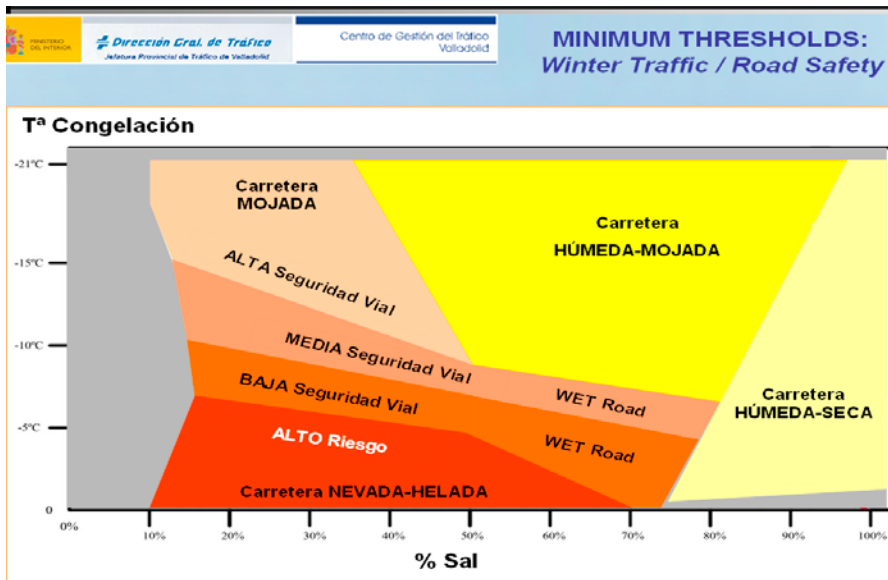
Ante a existencia de neve e/ou xeo na calzada, dependendo da cantidade de fundente esparescida a velocidade dos vehículos vese afectada.

Figura 1.18: Estado do pavimento en función das variables meteorolóxicas



Na seguinte imaxe pódese ver o estado da superficie de acordo á cantidade de auga engadida polo fenómeno de xeo ou neve. Neste gráfico tamén se poden ver os limiares da temperatura de conxelación necesaria para garantir a seguridade da circulación viaria. Pódese comprobar que xa desde o mesmo estado de superficie MOLLADO podemos afirmar que non hai suficiente sal ante determinadas condicións nas variables Tª de Conxelación e % Sal, situacións que empezan a traducirse nun aumento do risco na circulación. Finalmente, o estado NEVADO e/ou XEADO é consecuencia da falta de cumprimento dos limiares anteriores, e proporciona unha clara evidencia de falta de fundente na superficie e un alto risco de sufrir accidentes de tráfico severos.

Figura 1.19: Estado do pavimento en función da temperatura de conxelación e da porcentaxe de sal (ou fundente)



## 2. Introducción á xestión do risco no ámbito da xestión do tráfico

Na actualidade un dos piares sobre os que descansa o funcionamento da sociedade nos inicios do século XXI é o sistema de transporte. A análise das consecuencias de recentes catástrofes con múltiples vítimas, por causas naturais (terremotos e tsunamis) ou por actos terroristas (Nova York, Moscova, Madrid ou Londres desde o 11-S) puxo de manifesto que as infraestruturas e o conxunto de elementos relacionados coa mobilidade e o transporte son, por unha parte, esenciais para actuar sobre as súas



consecuencias, pero por outra parte, tamén se constituíron en si mesmos en puntos moi sensibles á hora de contabilizar os impactos dunha catástrofe.

Os contornos relacionados coa mobilidade supoñen grandes concentracións humanas en áreas reducidas (estacións, túneles, trens, autobuses, etc.) á vez que no proceso de transporte dáse unha falta de protección individual e de autodefensa como consecuencia da situación “in itinere” da persoa.

Ademais da repercusión social ou política, que resulta evidente, a actualidade expón un desafío que nos últimos anos fora ignorado por técnicos e políticos: a necesidade de compaxinar equilibradamente os custos que supón garantir a seguridade do sistema de transporte, e os custos de todo tipo (custos de perda de competitividade, custos de produción, custos humanos, etc) que aparecen cando ese sistema de transporte deixa de funcionar aínda que só sexa parcial, temporalmente ou de forma degradada, por outro.

A continuación describíense algúns conceptos previos referentes aos riscos e emerxencias:

- **Risco**, medida da probabilidade e severidade dun evento que ten efectos adversos sobre a vida humana, a saúde, a propiedade ou o medio ambiente. É estimado mediante a combinación das esperanzas matemáticas, dos escenarios, probabilidades de ocorrencia e as súas consecuencias.
- **Fiabilidade**, probabilidade de que un sistema realice adecuadamente a función para a que foi deseñado, durante un período de tempo determinado e baixo unhas condicións concretas. A súa probabilidade complementaria é a *probabilidade de fallo do sistema*.
- **Incerteza**, calquera situación ou feito do cal non se posúe certeza. Pode estar descrita por unha distribución de probabilidade ou non:
  - **Incerteza natural obxectiva ou aleatoria**: relacionada coa aleatoriedade inherente aos procesos físicos tanto no tempo como no espazo.
  - **Incerteza epistémica ou subxectiva**, asociada á limitación da información e do coñecemento exacto da realidade. E cabe falar, por unha banda, da incerteza relativa ao modelo utilizado para describir o proceso físico e, por outro, á vinculada aos parámetros ou variables (erros de lectura, inferencia de valores procedentes de ensaio, etc.).
  - **Incerteza na toma de decisións**: a relacionada co limitado coñecemento sobre o estado do sistema analizado.
- **Sistema**, conxunto de elementos ou compoñentes discretos que están organizados e combinados de tal maneira que desempeñan unha función ou tarefa.
- **Escenario**, no contexto dun sistema determinado, trátase dunha combinación única de estados. Neste sentido, poden considerarse escenarios de demanda, escenarios de resposta, etc.
- **Identificación de risco (risk identification)**, proceso polo que se determina que é o que pode conducir a un fallo do sistema, por que e como.



- **Estimación de risco (risk estimation)**, proceso polo que se cuantifican os compoñentes do risco, isto é, a probabilidade de fallo e as consecuencias asociadas ao mesmo.
- **Análise de risco (risk analysis)**, utilización da información dispoñible para estimar o risco que sobre persoas, propiedades ou medio ambiente pode ter calquera evento cun potencial para causar danos. Realízase seguindo unha serie de pasos sistemáticos dende a definición do alcance da análise, pasando pola identificación de eventos ou escenarios susceptibles de provocar danos, ata a estimación do risco.
- **Avaliación do risco (risk evaluation)**, proceso encamiñado a examinar e xulgar a importancia do risco estimado á luz da normativa vixente.
- **Declaración de risco (risk assessment)**, proceso mediante o que se decide por unha banda, se os riscos existentes son tolerables e, por outro se as medidas de control resultan adecuadas.
- **Xestión do risco (risk management)**, aplicación sistemática de políticas procedemento e accións encamiñadas a identificar, analizar, declarar, controlar e medir o risco.

Considéranse emerxencias a situacións problemáticas de carácter global que necesitan unha importante coordinación con diferentes organismos. A grande maioría destas situacións teñen afección directa sobre o sistema viario: evacuación de grandes recintos (estadios, aeroportos, etc), desastres naturais (inundacións, terremotos, incendios, ...), evacuación de grandes áreas (emerxencias nucleares)... Nestas situacións de emerxencia resulta indispensable, tanto o movemento de vehículos para a evacuación de persoas como o acceso dos medios de auxilio e de persoal especialista, a través de rutas de emerxencia, ás zonas afectadas.

Existe unha metodoloxía a seguir para analizar os riscos que pode resumirse da seguinte fórmula:

$$R = O_u \times V \times I$$

(R= Risco,  $O_u$ = probabilidade de que **O**corra, V = Vulnerabilidade, I = Importancia).

O incremento numérico das catástrofes naturais reportadas nos últimos anos, de vinculación cuestionada co posible cambio climático, e actos terroristas en occidente que obrigan aos Estados a tomar medidas que traten de previr tanto os efectos destas grandes emerxencias, como minimizar e remediar os danos que estes causan. E sen esquecer outro tipo de eventualidades máis frecuentes que pola súa transcendencia poderían chegar a converterse en auténticas catástrofes.

Neste sentido cabería clasificar os riscos en tres niveles: Riscos estratéxicos, riscos ambientais e riscos operacionais. E as actuacións en catro categorías:

1. **Prevención**, relacionada coa enxeñaría civil, que debe proporcionar infraestruturas que soporten situacións ata agora non previstas e que xa

conta con respostas moi valiosas, no control dos danos de determinadas situacións, como son as construcións e a súa resistencia aos movementos sísmicos en California e en Xapón.

2. **Detección e disuasión**, a correspondente política de vixilancia que cae de cheo dentro das responsabilidades das Autoridades e que obviamente deben ser obxecto dunha nova perspectiva e de maior coordinación.
3. **Intervención**, a posta en marcha de novos servizos de emerxencia que estean en condicións de responder coa maior eficiencia posible, á hora de paliar os resultados destas catástrofes.
4. **Comunicación e Información**, contar cunha infraestrutura de coordinación informativa que permita, a cada unha das administracións e axentes involucrados, coñecer de forma uniforme e suficiente, as características da situación a afrontar. Só así se pode proceder de forma racional na asignación dos recursos das forzas de rescate e optimizar as reais capacidades para as que cada unha das forzas dispoñibles están dotadas.

### 3. A xestión de riscos e o sistema de transporte por estrada

En calquera evento inesperado total ou parcialmente que pon en risco a seguridade e o habitual funcionamento dun Estado, máis aló das tarefas que poidan realizarse mediante vehículos aéreos, o sistema viario, cuxa capilaridade é practicamente total xa sexa coa rede principal ou con redes de niveis de servizo menores (ex. rede de camiños), debe responder a necesidades esixentes para garantir a fluidez do tráfico, o acceso de vehículos de emerxencia, a evacuación de emprazamentos, o acceso de especialistas, etc.

No caso de España, xa sexan eventos adversos meteorolóxicos ou naturais en xeral como o terremoto de Lorca, inundacións/riadas, incendios forestais, etc, ou riscos antropoxénicos derivados da actividade humana, como os atentados terroristas, tanto de ETA (ex. Hipercor, T4 Aeroporto de Baraxas, etc), como islamitas como os do 11-M (rede ferroviaria), puxeron de manifesto, a necesidade de renovar e adaptar constantemente a metodoloxía de abordar a planificación, o deseño, a construción e a xestión e explotación das redes de infraestruturas e de todos e cada un dos elementos funcionais do sistema de transporte, así como a necesidade de lubricar as articulacións entre organismos públicos entre si e a destes coa cidadanía.

A enxeñaría civil prevé normas e regulacións relativas á seguridade de infraestruturas como centrais de produción enerxética, presas, aeroportos, ou mesmo pontes ferroviarias, e con todo no caso da rede viaria, a xestión de riscos non está prevista nin sequera baixo un enfoque xeral.



A continuación destácanse as diferenzas entre un enfoque tradicional de Xestión de Riscos e un Enfoque moderno e completo:

**Táboa 3.1: Modelos de xestión do risco**

<b>TRADITIONAL RISK MANAGEMENT (TRM) VS ERM: DIFERENZAS ESENCIAIS</b>	
<b>XESTIÓN DO RISCO TRADICIONAL</b>	<b>ERM (ENFOQUE MODERNO E COMPLETO)</b>
Riscos asociados a perigos concretos	Risco no contexto de estratexia de negocio
Identificación e avaliación de riscos	Desenvolvemento de xestión de riscos en bloque (portfolios)
Riscos concretos	Riscos críticos
<b>Mitigación de riscos</b>	<b>Optimización de riscos</b>
Límites de riscos	Estratexia de riscos
<b>Riscos sen responsables</b>	<b>Definición de responsables do risco</b>
<b>Os riscos non son responsabilidade de ninguén</b>	<b>Os riscos son responsabilidade de todos</b>

Dende o punto de vista do sistema de transporte por estrada hai que ter en conta a consideración dos riscos que afectan o sistema dende o mesmo momento da planificación da rede e o deseño da infraestrutura ata a xestión do tráfico co fin de minimizar as consecuencias das posibles incidencias ou sinistros como xeradoras de atrasos e demoras aos usuarios a nivel individual ou xeral, así como o seu impacto económico sobre o conxunto do sistema e non só os derivados da reposición da infraestrutura danada.

Á hora de abordar a análise dos riscos hai que establecer diversos niveis:

- Segundo o ámbito da rede:** Parece claro que a repercusión dunha incidencia non é a mesma si afecta á rede de interese xeral do Estado ou se sitúa no ámbito metropolitano dunha grande cidade, que si ocorre nunha vía secundaria dunha zona rural con baixa poboación e con pequena afección á actividade económica. Esta evidencia pon de manifesto a necesidade de establecer a priori ou como primeiro punto da análise unha **xerarquización da rede e mapas de accesibilidade/evacuación a/de puntos de potencial risco**.

- b) **Estratéxico:** É necesario establecer en todas as fases dende a planificación á explotación todas aquelas condicións que garantan que o sistema terá un certo nivel de tolerancia ante as incidencias ou sinistros que puidesen producirse.
- c) **Táctico:** A partir dunha hipótese de risco adoptada, han de **establecerse as opcións viables de absorber a demanda** mediante medidas de enrutamento que poden ter carácter local, é dicir, en torno ao lugar no que se produciu a incidencia ou ben de longa distancia, así como calquera outra que permita a xestión da demanda.
- d) **Operativo:** Unha vez determinadas as medidas que poden aplicarse a cada hipótese concreta de risco, ha de analizarse o **conxunto de actuacións a levar a cabo para a implantación práctica da maneira máis rápida posible**, desas medidas, e fundamentalmente a cadea ou secuencia que debe seguirse para facelo posible.
- e) **Protección de infraestruturas críticas:** Determinados elementos singulares da rede, como pontes ou túneles, son considerados críticos, tanto pola repercusión sobre o conxunto do sistema que pode ter o feito de que queden fora de servizo, como polo custo económico e en tempo que pode requirir a súa restauración ás condicións iniciais. En consecuencia, estes elementos críticos deben analizarse de forma que ante unha incidencia, sinistro ou atentado terrorista, se produza unha degradación mínima nas prestacións, neste caso a **análise adoita centrarse tanto na identificación da vulnerabilidade como no establecemento de medidas defensivas, e en medidas alternativas de enrutamento.**

En calquera caso, xunto coa xerarquización da rede, é indispensable cuantificar ante cada hipótese de risco cal será a poboación afectada e por tanto estimar a demanda de mobilidade que provocará, para así estimar custos e accións ao efecto. E, a continuación, estimar a contía da demanda que non pode ser absorbida polo resto do sistema. Finalmente, hai que considerar a posibilidade de satisfacer esta parte da demanda a través de medidas temporais de carácter extraordinario que poden implicar a outros modos de transporte (por exemplo, reforzando os servizos ferroviarios para o transporte de persoas e mercadorías ao longo do corredor afectado ou habilitando expedicións de servizos aéreos).

Desde logo a fiabilidade da rede debería ser o criterio máis importante na fase de planificación. Con todo e, como xa se dixo, **nos plans de estradas que se elaboraron no noso país ata o momento, este aspecto non foi tido en conta.** A opinión pública tampouco é consciente da súa relevancia. E a súa repercusión económica é decisiva porque a rede debe seguir funcionando aínda que sexa en modo degradado ante o posible erro dalgunha das súas infraestruturas críticas.

A diferenza entre a planificación táctica e a planificación operativa é que a primeira se realiza con certa antelación da orde de semanas e trabállase con datos medios dos parámetros de tráfico e sen entrar na repercusión da distribución en



niveis temporais das medidas que poidan adoptarse. Pola contra, na segunda, a actuación ha de ser inmediata, os datos que se utilizan han de incluír os valores en períodos curtos, da orde da hora, e ha de valorarse a orde no que as distintas medidas han de aplicarse tendo en conta a súa repercusión na absorción da demanda, o prazo de tempo necesario para a súa implantación e o seu custo.

#### 4. Clasificación e descrición dos riscos principais na xestión do tráfico en España

A identificación dos riscos non é un proceso sinxelo. En xeral, os riscos ambientais naturais son máis fáciles de identificar e codificar en magnitude e frecuencia de ocorrencia. Os riscos ocasionados polo home son máis difíciles de identificar, e dado que adoitan estar asociados a accións ilegais e terroristas, só poden predicirse grazas a servizos policiais de intelixencia. No contexto da seguridade nacional, a análise de vulnerabilidade de infraestruturas críticas e o seu deseño robusto son área de indubidable interese

No caso do sistema de transporte por estrada español a situación é preocupante polos seguintes ingredientes:

- A. O desinterese dos actores implicados na planificación, deseño e construción de infraestruturas. (“o que non é obrigatorio por unha norma, non debe terse en conta”).
- B. Os problemas organizativos, derivados da complexa arquitectura administrativa do noso país que resulta nunha distribución competencial complexa, confusa e ineficiente, e a insuficiencia de medios dos actores responsables da intervención.
- C. A inexistencia dunha única canle de comunicación da información que vincule a todas as administracións, organismos e entidades que interveñen nunha situación de crise non só públicas senón mesmo do sector privado.

##### 4.1. Riscos naturais

1. **Corrementos de terra e desprendementos.** Aínda que este tipo de riscos son ben coñecidos, analizados e abordados con ocasión da construción de infraestruturas viarias e non formularon situacións críticas para zonas habitadas ou para os usuarios, si é certo que en determinados momentos poden ocasionar graves perturbacións no sistema de transporte: O escorregamento de parte dun terraplén na A-3 pk 40 (Perales de Tajuña, Madrid), a autovía que enlaza a costa mediterránea co centro peninsular, ocasionou o peche da vía durante varias semanas en 2003. A habilitación dun desvío nas proximidades permitiu paliar as consecuencias, pero non evitou que o transporte especial e as actividades industriais ligadas a el visen alteradas a súa actividade de maneira decisiva e case nefasta.





Figura 4.1: Desprendemento dun noiro en estrada



2. **Terremotos e erupcións volcánicas.** Do mesmo xeito que no punto anterior, existen normas claras para o deseño e a construción de estradas. Con todo, os danos ocasionados en edificios no recente terremoto de Lorca (2011), obxectivamente un movemento sísmico de baixa intensidade, puxeron de manifesto que, ou ben a normativa é insuficiente, ou ben o seu cumprimento deixa moito que desexar. Certamente as infraestruturas próximas, en particular unha ponte e un túnel consecutivos na autovía A7, non sufriron graves danos (unha das calzadas estivo sempre operativa e na outra apareceron leves danos que permitiron pola en servizo nun prazo de 24 horas), o que pon de manifesto que neste tipo de infraestruturas as normas cúmprense. Nos últimos anos realizáronse algúns estudos sobre o risco de tsunamis nas costas españolas, pero non debería esquecerse que é numerosa a poboación nativa e foránea que se concentra nelas e a situación física das vías de acceso a devanditas zonas, potencialmente sometida á acción do mar e cuxa altitude é en moitas ocasións negativa.
3. **Tormentas con fortes choivas, Inundacións e avalanchas.** Os efectos derivados do réxime de precipitacións no noso país son ben coñecidos. Con todo, este risco non foi tomado en consideración suficientemente no marco das políticas de ordenación do territorio e planificación urbanística. O Cámping de Biescas ou as frecuentes inundacións no Levante como consecuencia de episodios de “gota fría” pono de manifesto. Ademais en certas ocasións as estradas e outras infraestruturas lineais convertéronse en barreiras ao desaugadoiro natural converténdose en auténticas presas,

como se evidenciou durante a pantanada de Tous como consecuencia da acción de contención dos terrapléns da A-7.

Figura 4.2: Inundación de estrada



4. **Néboa.** Preséntase frecuentemente en amplas zonas da península, sobre todo na meseta e o val do Ebro. A importancia estriba fundamentalmente no risco derivado para a condución (accidentes de tráfico, e os colapsos subseguintes). A autovía A-8 no seu tramo entre Mondoñedo e Abadín entre os puntos quilométricos 536 e 552, sofre de eventos de redución da visibilidade por baixo de 200 m debido a néboa espesa, o cal impón serios riscos para a circulación, tanto por risco de perda do efecto guiado como de colisión por alcance debido á heteroxeneidade de velocidades entre usuarios. Estableceuse un protocolo para o corte circunstancial da vía en base a criterios de visibilidade desviando o tráfico pola vía convencional alternativa N-634. Actualmente, a DXT prevé a instalación de equipamento ITS que permita establecer límites de velocidade variables en función da visibilidade medida automaticamente por sensores propios, e un sistema que permita alertar ao condutor da presenza de vehículos lentos máis adiante.
5. **Tormenta de neve/xeo, e aludes.** Os episodios de fortes nevadas repetidos os últimos anos puxeron de manifesto a vulnerabilidade da rede de estradas a este meteoro. O corte de comunicacións ao longo dalgún dos grandes eixos viarios e a existencia de centos de persoas atrapadas nos seus vehículos durante horas son máis frecuentes do desexado e teñen ademais grande transcendencia mediática. Pola contra o risco de aludes circunscríbese a zonas montañosas do norte peninsular.
6. **Incendios forestais.** Son a causa de numerosos cortes de estrada durante o verán e levan consigo o despregamento a través da rede viaria de equipamento de todo tipo que en moitas ocasións trasládase urxentemente

dunha zona a outra incluíndo entre el vehículos e transportes especiais que afectan á mobilidade dos usuarios.

Figura 4.3: Incendio forestal en estrada



#### 4.2. Riscos producidos polo home

- 1. Accidentes de tráfico.** Pola súa repercusión sobre o tecido social habería de considerarse con especial relevancia a súa análise. Ademais, a xestión de determinados accidentes polo elevado número de vítimas ou pola transcendencia do suceso require o desenvolvemento de técnicas de coordinación entre tódolos actores. Non hai que esquecer tres características do noso país que teñen repercusión neste risco: a forte **polarización da poboación** en franxa costeira e centro peninsular, que deixa grandes áreas xeográficas practicamente desertas, as **baixas intensidades de tráfico da inmensa maioría da rede** e as **grandes distancias que deben percorrerse ata o lugar da emerxencia** dende os puntos base dende os que se mobilizan os recursos, o cal supón elevados tempos de chegada.
- 2. Problemas de conxestión.** Aínda que non pareza crítico, pois en principio non afecta á saúde dos cidadáns, si pode pór en risco o abastecemento e dar lugar a situacións de crises cando centos ou miles de persoas se atopan atrapadas nunha estrada. Máis grave aínda sería esta situación se se producise nun túnel de certa lonxitude ou baixo unha forte nevada.
- 3. Vehículos que transportan Mercadorías Perigosas.** Aos riscos da circulación súmanse neste caso os derivados da carga que se transporta. A seguridade que transmite a ampla normativa internacional sobre o particular vese contrarrestada por certas prácticas e pola dificultade de

obter datos rigorosos dende fontes empresariais da industria e do sector do transporte sobre cantidades transportadas, itinerarios seguidos, orixes e destinos, etc. Convén lembrar aquí que a maior catástrofe da historia en todo o mundo no transporte por estrada tivo lugar como consecuencia da explosión dun vehículo deste tipo na N-340 xunto ao cámping Os Alfaques na provincia de Tarragona.

**Figura 4.4: Vehículo con mercadorías perigosas accidentado**



- 4. Vehículos que exceden as masas e dimensións regulamentarias.** Ademais da súa propia circulación, o tránsito vulnerando as disposicións legais ameaza a seguridade do resto dos usuarios da estrada, pero tamén das propias infraestruturas que poden chegar a sufrir graves danos poñendo en perigo a súa funcionalidade.
- 5. Colisión contra infraestruturas críticas de avións, barcos ou trens.** As consecuencias en todas as ordes do 11-S son coñecidas e a primeira vista puideran parecer moi afastadas do asunto que nos ocupa, quizá porque no noso país non se produciron incidencias deste tipo de gravidade que permanezan no coñecemento social, pero con todo convén lembrar o impacto dun avión na A7 na altura da cabeceira de pista no aeroporto de Málaga ou o grave colapso que se produciu cando unha avioneta se precipitou sobre a A5 cando ía tomar terra en Catro Ventos.

6. **Accidentes en instalacións industriais ou enerxéticas.** Numerosas instalacións industriais de todo tipo atópanse situadas nas proximidades de vías de comunicación de certa importancia, polo que a afección ao tránsito sobre elas puidera ser relevante. Por outra parte o acceso ao lugar dos medios de intervención deberá realizarse por estrada coa lóxica necesidade de controlar a zona e xestionar o tráfico no ámbito. Especial relevancia ten o caso das centrais de xeración electricidade e en particular as nucleares (por exemplo, Almaraz atópase xunto á A-5 Madrid-Estremadura-Lisboa-Andalucía Occidental).
7. **Folgas. É habitual que a visibilidade** mediática de conflitos colectivos de todo tipo, empresarial, veciñal, etc. Se evidencie nas estradas con cortes que impiden o tráfico e a circulación xerando importantes problemas de orde público. Agricultores, mineiros, pescadores, empregados de estaleiros levaron a cabo accións deste tipo nos últimos tempos. Con todo, as consecuencias agrávanse cando a folga é desenvolvida polo sector do transporte, pois ao problema anterior de pretender impedir o libre tránsito, engádesse o derivado do desabastecemento de produtos para empresas e cidadáns ou a imposibilidade de acceder ao servizo de transporte público ou colectivo. As folgas de autobuses urbanos ou interurbanos aínda cando non se inclúan noutras de ámbito superior que afecten a outros modos de transporte xeran importantes prexuizos a amplos colectivos sociais.
8. **Desabastecemento de combustible.** A dependencia do sector transporte por estrada dos derivados do petróleo e a situación do mercado a nivel mundial podería chegar a expor un escenario de escaseza de combustible ou de incremento de prezos que podería facer perigar a estrutura económica e social de occidente, dun modo similar ao acaecido nos anos 70 cando o petróleo converteuse nunha arma máis dentro do contexto do conflito árabe-israelí.
9. En 2011, o Goberno de España, ante a escalada dos prezos do petróleo e os combustibles para o transporte, e a alta dependencia do sistema de transporte do mesmo, **decidiu reducir o límite xenérico de velocidade en autovía e autoestrada a 110 km/h, por medio do RD 303/2011 polo que se modificaba o Regulamento Xeral de Circulación e redúcese o límite xenérico de velocidade para turismos e motocicletas en autovías e autoestradas.** Para iso, a DXT xogou o rol principal mediante a xestión dos equipamentos ITS na estrada de sinalización, control e vixilancia da velocidade, grazas ao cal se alcanzou, **nun período de vixencia de 4 meses un aforro total de 400 millóns de euros, e rebaixouse o consumo de combustibles fósiles para o transporte ata niveis do ano 2003.** Na seguinte táboa pódese observar a evolución da velocidade detectada por espiras indutivas e cinemómetros (en verde os datos referentes aos meses en que estivo en vigor a citada norma)





**Táboa 4.1: Evolución velocidade coa normativa de circulación a 110 km/h**

	RADARS DATA								LOOP DETECTORS DATA		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2010-2011 Variation	2010	2011	2010-2011 Variation	
January	111,08	106,19	102,49	103,24	101,67	101,56	-0,11%	105,6	106,94	1,27%	
February	109,05	106,13	102,61	103,02	101,98	100,99	-0,97%	105,98	107,36	1,30%	
March	109,39	106,14	103,97	104,48	101,85	<b>95,64</b>	<b>-6,10%</b>	106,76	101,31	<b>-5,10%</b>	
April	109,64	105,22	102,4	106,13	103,06	<b>96,23</b>	<b>-6,63%</b>	107,36	102,32	<b>-4,69%</b>	
May	108,75	106,65	103,91	105,18	102,99	<b>97,36</b>	<b>-5,47%</b>	106,87	101,98	<b>-4,58%</b>	
June	107,16	103,42	103,6	103,74	102,62	<b>96,19</b>	<b>-6,27%</b>	106,89	100,82	<b>-5,68%</b>	

**10. Terrorismo.** Sen dúbida este debería ser hoxe no noso país un elemento clave á hora de abordar a análise e a xestión de riscos no sistema de transporte no seu conxunto e en particular no referido ao modo estrada. A experiencia dos atentados coincidentes coas operacións saída de grandes pontes en épocas pasadas pon de manifesto a vinculación entre este risco e o tráfico de vehículos.

**Figura 4.5: Control da Garda Civil**



**5. O contexto estratéxico e o papel da DXT**

En xeral, os gobernos teñen organismos para situacións de emerxencia que están equipados e adestrados para tratar forzas naturais como ciclóns, inundacións e terremotos naqueles lugares onde ocorren con relativa frecuencia. En situacións de crises, o acceso á zona devastada é esencial para os equipos de emerxencia, para prover comida, refuxio e para evacuar aos feridos. Na maioría dos casos, os grandes accesos serán por estrada. Por tanto, unha recuperación rápida da rede de estradas



é a base do plan de emerxencias en moitos casos. Precisamente o desenvolvemento desta función primordial é a que outorga un papel clave á Autoridade de Tráfico no contexto da Xestión de Riscos.

Con todo, **en España non existe unha clara repartición de papeis entre os distintos actores que interveñen producíndose colisións de competencias**, xustaposicións e omisións entre organismos e administracións tanto verticalmente (a nivel local, autonómico e estatal), como horizontalmente (entre estradas, tráfico, sanidade, bombeiros, policía, etc.)

Este é un elemento que condiciona de forma decisiva a análise dos riscos desde a perspectiva dunha organización como a DXT, xa que afecta tanto ao tipo de análise, como á elección entre as distintas opcións para o tratamento do risco. As opcións típicas, que non son necesariamente mutuamente exclusivas ou sempre apropiadas, expoñen certos problemas neste contexto:

- a) **Evitar o risco mediante a decisión de non continuar coa actividade ou proxecto que xera risco** (ex. Corte ou restrición do tráfico). Dadas as características dos riscos identificados máis arriba e o feito de tratarse dun organismo da administración resulta evidente que esta opción é inviable.
- b) **Reducir a posibilidade de que ocorra a través dunha xestión apropiada e de sistemas e procedementos técnicos** (ex. itinerarios alternativos, redución do límite de velocidade, transmisión da información, sinalización variable de información e advertencia, xestión da demanda e maximización da capacidade viaria, prognose de fenómenos meteorolóxicos adversos na estrada, etc). Precisamente esta é unha das opcións sobre as que se asenta todo o labor da DXT.
- c) **Minimizar as consecuencias a través de estándares de planificación, deseño, construción, planificación de xestión de desastres, etc.** A elaboración de normas sobre estes asuntos corresponde a outros organismos: Titulares de Estradas (preto dun centenar en España dende o Ministerio de Fomento ata as Deputacións Provinciais ou os Cabidos Insulares), Autoridades de Protección Civil (17 Comunidades Autónomas), Policías (Garda Civil, Policía Nacional, Policías Autonómicas e Locais que superan o milleiro de organizacións policiais distintas).
- d) **Transferencia do risco.** Isto é só apropiado para as perdas financeiras a través do seguro. Non é práctico transferir o risco de morte e lesións.
- e) **Reter o risco e planificar as consecuencias se o risco se produce.** Esta é a outra opción sobre a que traballa habitualmente a DXT.

O papel da Autoridade de Tráfico como outras organizacións do sector público nas situacións de crises transcende do seu ámbito de responsabilidade e debe xestionar non só os riscos inherentes á súa propia actividade senón tamén riscos derivados das accións doutras administracións e mesmo do sector privado.



Por outra parte, a integración da xestión de riscos nas actividades que se abordan dende a posición da DXT pódese realizar dentro de tres grupos de actuacións. Estes son:

1. **No terreo organizativo** – aplicación da xestión de riscos a nivel estratéxico do organismo e as súas prácticas de negocio.
2. **No terreo da planificación** – aplicación da xestión de riscos aos proxectos de construción de infraestruturas e, en particular, aos megaproxectos como túneles ou grandes viadutos. (*ex. Prever a construción dun carril reversible, construción de beiravías anchas, proxectar enlaces xeometricamente aptos para vehículos pesados, construción de apartadoiros, implantación de apartadoiros de emerxencia, etc*).
3. **No terreo operativo** – aplicación da xestión de riscos ás tarefas da xestión da mobilidade ao longo da rede de transporte, en relación con feitos naturais ou producidos polo home que poidan afectar á dispoñibilidade dun ou varios tramos, ás operacións ou á propia xestión táctica. (*ex. posta en práctica de plans de sinalización e xestión do tráfico, habilitación de carrís en sentido contrario ao habitual, ordenacións de tráfico circunstanciais, restricións ou limitacións á circulación, transmisión da información desde Centros de Xestión de Tráfico, etc*).

Seguindo a liña de evolución que se seguiu noutros países e coa experiencia obtida da implicación da DXT na xestión de situacións de emerxencia, parece claro que existe a necesidade de contar en España cun Sistema de Xestión Nacional de Incidentes (SGNI, en español). Nótese que se fala de sistema e non de centro, pois non se trata de agrupar a información senón de establecer un sistema distribuído de forma que a información poida chegar a todos e cada un dos axentes con atribucións e posibilidades de actuación. A eficacia do sistema depende en boa medida da calidade e coherencia dunha información accesible e compartida. **O desenvolvemento do SGNI necesita un consenso dos distintos entes administrativos involucrados e a demostración que unha abordaxe en común destes problemas supón aforros económicos e un incremento de eficiencia.**

Ademais dos distintos niveis de actuación público (local, autonómico, estatal e transfronteirizo) convén integrar no SGNI tamén tódolos recursos de carácter privado, que deben someterse a unha regulación determinada, como a xestión de mercadorías perigosas e os recursos de entidades como as compañías aéreas. Os dous obxectivos básicos son:

- a) Conseguir a máxima eficiencia e coordinación dos servizos, que teñen unha actuación inspectora, preventiva e de despregamento.
- b) Proporcionar a información correcta ás persoas adecuadas no tempo oportuno, a pesar do inesperado e urxente da situación detectada.

Sen entrar no papel que xogan os actuais sistemas de emerxencia, é unha misión da DXT do Ministerio de Interior involucrarse xunto con outros ministerios na posta en marcha deste SGNI. Ademais de obvias razóns de funcionalidade están os argumentos seguintes:

- Conta coas forzas da **Agrupación de Tráfico da Garda Civil** que dependen funcionalmente da DXT.





- Dispón da rede de **Centros de Xestión do Tráfico** a partir dos cales sería posible, éo xa nalgúns casos, a integración coa infraestrutura doutros Ministerios, Comunidades Autónomas e Concellos.
- Dispón dun **Servizo de Helicópteros** que conta con 18 aparellos despregados sobre o territorio e integrado nos respectivos Centros de Xestión do Tráfico.
- A **facilidade de acceso inmediato aos medios de comunicación e aos usuarios** (Paneis de Mensaxe Variable na estrada, Gabinete de Prensa, Radio-Tráfico, servizos web, aplicación móbil, etc.), para a difusión de calquera tipo de mensaxe en situacións de emerxencia.

A pesar de avatares e limitacións, a experiencia actualmente acumulada sobre o funcionamento da Rede de Centros de Xestión do Tráfico constitúe unha base sobre a cal empezará a debater a viabilidade do SGNi. Contra o que poida parecer, esta non é só unha opinión doméstica baseada na situación española, xa que unha das conclusións dun seminario sobre emerxencias médicas en catástrofes celebrado o ano 2006 na Universidade “George Washington” foi: “Coa posta en marcha duns sistemas estandarizados que soporten e compartan calquera tipo de datos masivo e o desenvolvemento da arquitectura informativa correspondente é posible empregar un único sistema para atender dende os accidentes individuais propios da estrada ata un desastre colectivo de carácter masivo”.

Dende logo, aínda que non se teña explicitado no ámbito político, cando se produce unha emerxencia os cidadáns atribúen unha importancia crucial ao papel da Administración Pública para proporcionar a adecuada resposta. Por suposto, a DXT é consciente desta necesidade e as súas actuacións contemplan que o conxunto dos equipamentos dos que dispón sexa posto a disposición dos responsables da xestión da emerxencia con independencia do rango daqueles e do nivel desta, tendo en conta o marco competencial do Organismo Autónomo e os tres ámbitos antes apuntados

## 6. Clasificación de emerxencias na estrada

Tal e como se establece na *Lei sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor e Seguridade Vial (RD 339/1990)* é o Ministerio do Interior, a través do Organismo Autónomo Xefatura Central de Tráfico, quen exerce as competencias na regulación, xestión e control do tráfico en vías interurbanas e travesías e é por tanto a **Dirección Xeral de Tráfico o organismo encargado de elaborar Plans de Xestión do Tráfico para estas situacións de emerxencia**.

En cada caso concreto o procedemento que segue a DXT na práctica ten tres fases:

1. **Identificar e clasificar os puntos máis vulnerables** (estradas, vías, pontes, túneles, aglomeracións de persoas, tráfico de vehículos pesados, transportes especiais, rede internacional de mercadorías perigosas (RIMP)) e validar os sistemas de xestión existentes.



2. **Identificar e clasificar as medidas que permitan previr** na medida do posible e, no seu caso, contrarrestar os efectos derivados de que o risco analizado fágase realidade
3. **Elaborar o plan de emerxencia**, estimando os custos económicos que iso supón.

Pola súa banda, as situacións críticas que requiren unha xestión extraordinaria do tráfico poden clasificarse en tres categorías: problemas por posibles emerxencias xerais, problemas localizados, e problemas puntuais. Todos estes problemas poden carrexar serios trastornos aos usuarios requirindo unha xestión integral da rede viaria, para tentar garantir a seguridade viaria dos usuarios afectados.

Así pois, na xestión do tráfico en casos de emerxencias distínguese entre:

- A. **Emerxencias xerais**: fálase neste caso dun plan global de emerxencia, por exemplo,
  - Evacuación dunha Central Nuclear
  - Evacuación dunha Feira de Exposicións
  - Evacuación dunha Terminal de Aeroportuaria e Porto
  - Evacuación doutros puntos de concentración masiva de persoas con carácter recorrente, como Centros Comerciais, Cines, Zonas de lecer, etc.
- B. **Emerxencias localizadas nun territorio limitado**: todo evento está localizado no tempo e no espazo, e as medidas e plans poden ser comúns para moitos emprazamentos de características comúns ante eventos de influencia limitada xeograficamente (ex. inundación, incendio, corte de subministración de enerxía eléctrica, etc).
- C. **Emerxencias puntuais**: por exemplo accidentes de vehículos con mercadorías perigosas, peche de túneles por accidente, etc.

## 7. Plans de xestión do tráfico para emerxencias

Na xestión das emerxencias, os Plans de Xestión de tráfico son unha ferramenta de grande valor para a optimización dos recursos e para aumentar e mellorar a mobilidade que derivada destas situacións críticas.

### Os Plans de Xestión de Tráfico para estas situacións enmárcanse dentro de Plans Xerais de Emerxencias.

A creación e desenvolvemento dun Plan de Xestión do Tráfico para emerxencias, basea as súas etapas de xestión nos criterios de probabilidade e de gravidade das mesmas que establecen os organismos competentes na definición do suceso en si.

**O obxectivo é conseguir por unha banda unha evacuación completa ou parcial das persoas no menor tempo posible e por outra conseguir axilidade e rapidez no acceso á zona dos servizos de emerxencia e corpos especializados.** Isto xustifica a toma de importantes medidas, con tal de garantir que dita evacuación se realice dunha maneira ordenada, segura e eficiente.



A este efecto, tódolos Plans de Emerxencias forman parte dun enfoque global, que nunha segunda fase é singularizado e implementado por organismos competentes previamente coordinados.

Os plans de emerxencias permiten determinar as actuacións que as organizacións públicas deben realizar cando se produzan situacións de emerxencia.

A Coordinación está baseada nunha secuencia de pasos interrelacionados, que forman un bucle que se retroalimenta. A partir dun acontecemento tipo, prodúcese un dinamismo específico que depende das características estruturais e de atracción do caso de que se trate. Tal dinamismo vén acompañado dunha problemática asociada, que na maior parte dos casos, tradúcese nun aumento da intensidade media diaria (IMD) en determinados tramos da rede de estradas, e da intensidade horaria. Son precisamente as situacións de emerxencia as causantes de que os problemas derivados do aumento do tráfico ou da concentración de actividades se agraven, dando pé á activación de plans de emerxencia específicos.

### 7.1. Identificación de escenarios estratéxicos

A base da xestión de emerxencias é identificar e avaliar os riscos ou ameazas susceptibles de provocar situacións de crises e preparar plans, procedementos e medidas de resposta (preventivas e operativas) ante situacións desta natureza.

Para cada un dos riscos máis significativos identificados identifícase un **Escenario Estratéxico de Xestión de Crise**, analizando en profundidade os riscos, para os supostos nos que estes se materialicen.

A identificación do escenario estratéxico implica a análise dos riscos dos que poidan derivarse situacións de crises así como a caracterización en profundidade do escenario: a súa xénese, as consecuencias e repercusións de todo orde que poidan derivarse da súa materialización e as medidas de resposta, tamén de todo orde a adoptar tanto dende o punto de vista preventivo como operativo (administrativas, legais, operativas para a condución da crise, etc.).

Na identificación do Escenario Estratéxico especificanse tamén que Autoridades Competentes están en cada caso implicadas aos diferentes niveis (Estatal, Autonómico e Local) explicitando os órganos colexiados e de coordinación existentes, ou que sexa necesario crear, para a resolución deste tipo de crise. Igualmente identifícanse e describen as Infraestruturas Críticas e os Servizos Esenciais potencialmente afectados.

Por último identifícanse e describen igualmente a esencia da normativa legal aplicable. No referente á xestión do tráfico e a mobilidade identifícanse Escenarios Estratéxicos de Xestión de Crises asociados ás tipoloxías de emerxencia anteriormente establecidas, sobre os que se definen Plans de Xestión do Tráfico, tales como *Plans de Xestión do Tráfico por atentado terrorista, por situacións de climatoloxía adversa, por accidente nuclear, ...*



## 7.2. Medidas operativas de xestión do tráfico en emerxencias

Como xa se comentou anteriormente, en situacións de crises preséntase, en primeiro lugar a posibilidade de que quede fóra de servizo parte da rede viaria, sendo unha prioridade a realización das actuacións necesarias para a rehabilitación das infraestruturas afectadas. Con todo, o período necesario para levar a cabo esta tarefa é forzosamente prolongado. Entón revélase imprescindible abordar estratexias de xestión do tráfico sobre a rede utilizable ou non afectada pola catástrofe, para facilitar co maior nivel de calidade de servizo que sexa posible, a funcionalidade do conxunto da rede. Estas medidas de xestión van dende aquelas de tipo puramente lexislativo ata medidas operativas sobre o terreo que poden ser adoptadas con grande rapidez e que permiten un uso intensivo das capacidades da rede de estradas que permita, aínda que sexa parcialmente, facer fronte á demanda de mobilidade.

Os elementos do sistema de xestión do tráfico facilitan a detección de incidencias, o seguimento da súa evolución e a adopción de medidas eficientes para facer posible a xestión da demanda de mobilidade nestas situacións de crises.

A continuación descríbense algunhas das utilidades deses elementos, na xestión dunha emerxencia que constitúen en si mesmas unha serie de medidas operativas:

- As cámaras de control da circulación permiten supervisar non só a situación do tráfico, senón a evolución de grandes incendios forestais, en instalacións industriais e mesmo a evolución da repercusión de incidencias de orixe meteorolóxica, como inundacións ou grandes nevadas nun amplo contorno ao lugar onde a cámara se atope instalada.
- Os sensores meteorolóxicos e ambientais asociados ás estacións de toma de datos sobre o fluxo do tráfico permiten coñecer a evolución do proceso de contaminación ou as incidencias de orixe ambiental.
- Os Paneis de Mensaxes Variable facilitan o enrutamento para transvasar o tráfico cara as estradas non afectadas pola catástrofe, mesmo con itinerarios de longo percorrido, dependendo das características da zona afectada pola catástrofe e da súa superficie e das vías afectadas.
- A habilitación de sentidos únicos de circulación ou de carrís en sentido contrario á circulación normal permiten ampliar a capacidade dispoñible dun tramo de estrada ou autoestrada no sentido máis demandado e ademais iso pode facerse cunha mínima incomodidade aos usuarios que pretenden transitar no sentido que viu reducida a súa capacidade. Este tipo de medidas poden utilizarse tamén para reservar carrís de circulación para o seu uso exclusivo por parte dos Servizos de intervención, facilitando o desprazamento e a chegada á zona afectada pola catástrofe dos mesmos, así como a evacuación de feridos ou damnificados.



### 7.3. Metodoloxía de elaboración de Plans de Xestión do Tráfico en situacións de emerxencia

A metodoloxía xeral de Plans de Xestión de Tráfico foi desenvolvida pola DXT no marco dos proxectos Euro Rexionais ARTS e SERTI.

Así mesmo, a DXT, participa activamente no Comité Técnico 1.5 de Xestión de Riscos e Emerxencias na estrada dentro da Asociación Mundial da Estrada (AIPCR-PIARC), foro no que se traballa e intercambian leccións aprendidas entre países de todo o mundo, o cal serve de input para mellorar os procedementos existentes e enfoques actuais.

A metodoloxía divídese nas seguintes fases:

A **Primeira Fase** para preparar un Plan de actuacións de Xestión de Tráfico é recoller os datos de partida referentes á área de estudo de acordo ao alcance e obxectivo do Plan.

**a)** Análise da rede

En primeiro lugar, realízase un estudo que consiste na análise da rede viaria asociada, a partir da cal se obteñen os seus principais características:

- Área de influencia do problema.
- Topografía.
- Niveis de tráfico: Intensidade Media Diaria (IMD), Hora Punta.
- Características de tráfico (composición, velocidade, características dos vehículos, etc).
- Itinerarios alternativos válidos e seguros.
- Usos do chan e nodos atractores.
- Accesos recomendables de entrada e saída do foco de emerxencia ou zona afectada.
- Matrices orixe/destino da demanda en condicións normais.

**b)** Definición dos escenarios posibles que poden formularse

A definición dos escenarios posibles realízase sobre a base do binomio Probabilidade/Gravidade do risco ou ameaza, é dicir, de entre os posibles e graves polas súas consecuencias, **aqueles supostos que teñan unha maior probabilidade de ocorrencia asociados a un alto nivel de gravidade.**

**c)** Establecemento das definicións dos parámetros básicos que se empregarán na Xestión do Tráfico, como son os niveis de circulación, as diferentes medidas e fases de actuación, a identificación das autoridades e medios necesarios para levar a cabo o Plan a desenvolver.

**d)** Definición dun sistema de información e difusión en tempo real, que permita a adecuada coordinación de tódolos organismos implicados en executar o Plan e, ao mesmo tempo, informar da situación existente e da súa posible evolución aos condutores e demais usuarios.



- e) Establecemento dun sistema de atención e auxilio aos usuarios. Para iso, levarán a cabo aquelas medidas de xestión de tráfico que faciliten o acceso dos vehículos de emerxencia e grúas a estas zonas.

Todo isto permitirá pasar á **Segunda Fase** da realización do Plan, onde unha vez se dispoñen dos datos relativos á área de estudo, **determinaranse as táboas de decisión onde se recollerá o procedemento de actuación para cada área afectada.**

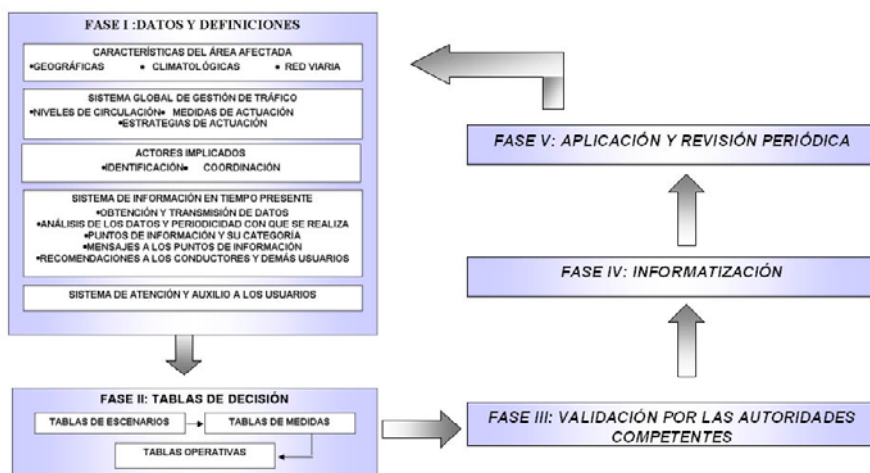
Na **Terceira Fase**, unha vez o Plan de Xestión de Tráfico foi elaborado e obtivéronse as táboas de decisión, é necesario validalo con tódolos organismos implicados. Desta forma poderase actuar de forma coordinada, xa que cada un dos implicados nas diversas actuacións saberá que información disporá en cada momento e como e a quen deberá transmitila segundo o momento da estratexia de actuación en que se atope a operación.

A validación por parte das Autoridades Competentes implica o compromiso destas de levar a cabo as actuacións descritas no ámbito que lles corresponda.

Na **Cuarta Fase**, co Plan elaborado e validado, pasarase á informatización do mesmo. A informatización serve de soporte ao operador axilizando todas as actuacións que se deben implementar.

Na **Quinta fase**, realízase a aplicación cando as condicións o fagan necesario, posteriormente o plan é avaliado e revisado. Nesta avaliación e revisión recolleráanse todas aquelas melloras ou cambios no mesmo que poidan facelo máis operativo, e que se deriven da experiencia e aplicación do mesmo para incluílas nas actualizacións que se vaian realizando.

**Figura 6.1: Esquema de metodoloxía de elaboración plan de xestión de tráfico**



## AVALIACIÓN DA UNIDADE DIDÁCTICA

---

- Na avaliación da aprendizaxe dos conceptos teóricos traballados na Unidade didáctica terase en conta a resposta correcta das cuestións tipo test e as cuestións curtas formuladas nas probas de avaliación da materia.
- Valorarase tamén a entrega por parte dos alumnos dos traballos adicionais propostos polo profesor como actividades formativas complementarias.
- Terase en conta a atención prestada durante as cases expositivas e o interese amosado pola materia a través dos resumos entregados despois de cada sesión.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Vialidad invernal. Conceptos generales de meteorología dinámica, física y microescala: variables y su medición. Fenómenos meteorológicos que afectan a la vialidad invernal. Técnicas empleadas para combatir los efectos de la nieve y el hielo. Medios de previsión y alerta de los fenómenos meteorológicos. Medios de información. Alberto E. Arbaiza Martín. Miguel Ángel Rodríguez Jara. DGT. 2014
- [2] Manual de términos meteorológicos. Instituto nacional de meteorología. 1992
- [3] Metodología para la preparación de un Plan de Gestión de Tráfico ante situaciones de nevadas. DGT. 1999
- [4] VI Jornadas sobre vialidad invernal. Asociación Técnica de Carreteras. 1996.
- [5] VII Jornadas sobre vialidad invernal. Asociación Técnica de Carreteras. 2000.
- [6] Estaciones meteorológicas. Parte 3. Equipamiento. 2001.
- [7] Dirección General de Tráfico (2000) “Metodología para la preparación de un plan de actuaciones de Gestión del Tráfico en caso de nevadas”.
- [8] V.R. Tomás et al. (2004) “Los sistemas inteligentes de transporte: Planes de Gestión de Tráfico” IV Congreso Nacional. Zamora.
- [9] NORRMAN, J., ERIKSSON, M., and LINDQVIST, S. (2000), “Relationship between Road Slipperiness, Traffic Accident Risk and Winter Road Maintenance Activity”. Climate Research, Vol. 15, pp 185-193.
- [10] EISSENBERG, D. (2004), “The Mixed Effects of Precipitation on traffic crashes”, Accident and Prevention, Vol. 36, pp. 637-647
- [11] La gestión del tráfico en situaciones de emergencia. La gestión de riesgos y el sistema de transporte por carretera. Clasificación y descripción de los riesgos principales en España. El contexto estratégico y el papel de la DGT. Tipología. Planes de gestión de tráfico para emergencias. Pedro Tomás Martínez. DGT. 2014





Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

