bombers

MAN.GRAL.002
v.1

SGO

Manual operatiu bàsic de cartografia i orientació

Manual operatiu

Generalitat de Catalunya

Control de versions

Versió	
01	**Unitat redactora:** Unitat redactora
	Data de redacció de la versió: 01/02/2026
	Canvis: Redacció inicial del document

Índex

1. Introducció 5
1.1. Objectius del manual 5
2. La cartografia 5
2.1. Les projeccions cartogràfiques 6
2.2. Sistemes de coordenades i Datum 7
2.2.1. Coordenades geogràfiques 7
2.2.2. Coordenades UTM 8
2.2.3. El Datum 9
2.3. El mapa 9
2.3.1. Tipus de mapes 10
2.3.2. Escala del mapa 11
2.3.3. Corbes de nivell 12
2.3.4. Elements del mapa 14
2.3.5. L'ombrejat 15
3. L'orientació 15
3.1. Orientar el mapa 16
3.1.1. La brúixola 17
3.2. Altres formes d'orientació 18
3.2.1. Orientació a partir del sol 18
3.2.2. Orientació amb un rellotge de manetes 20
3.2.3. Orientació a partir dels estels 20
3.3. Altres referències aproximatives d'orientació 21
4. El GNSS i els mapes digitals: la navegació moderna 22
4.1. Principis de funcionament 22
4.2. Fonts d'error 22
4.3. Els sistemes existents 23
4.4. Aparells i dispositius receptors 23
4.4.1. Aparells GPS dedicats 23
4.4.2. Navegadors de vehicles 24
4.4.3. Drons i altres vehicles autònoms 24
4.5. Funcions d'un aparell GNSS 24
5. Cartografia Operativa d'Emergències (COE) 26
5.1. Base cartogràfica 27
5.2. Elements específics 27
5.2.1. Xarxa de camins 27
5.2.2. Punts d'aigua 28
5.2.3. Altres infraestructures 29
5.2.4. Llegenda 29
5.2.5. Sistema de coordenades 30
5.3. Codificació de mapes 31
5.3.1. Identificació del mapa 31

5.3.2. El codi SOC *32*
6. SIG – Sistemes d'informació Geogràfica 34
6.1. Mapes base 35
6.2. Capes 35
6.3. Elements puntuals i maniobres 36
6.4. Edició d'elements gràfics 37
6.5. Eines disponibles 37

En aquest text, per a les referències fetes a col·lectius, s'ha utilitzat el masculí amb valor genèric.

1. Introducció

En l'àmbit de les emergències i les operacions de seguretat, la capacitat de localitzar-se i navegar amb precisió és una competència fonamental. Aquest manual de **Cartografia i Orientació** té com a objectiu principal proporcionar les bases teòriques i pràctiques necessàries per adquirir aquesta habilitat.

A mesura que la tecnologia avança, les eines d'orientació digitals com els GPS i els mapes electrònics han esdevingut part indispensable del nostre equipament. No obstant això, una comprensió sòlida dels principis de la cartografia, així com el domini de les eines tradicionals com el mapa i la brúixola, segueix sent vital per garantir una navegació segura i efectiva, especialment en situacions de fallada tecnològica.

Aquest document està dissenyat per oferir una visió global de les eines i tècniques d'orientació, des dels fonaments de la representació del terreny fins a l'aplicació pràctica d'aquestes habilitats en el terreny.

1.1. Objectius del manual

L'objectiu general d'aquest manual és capacitar el personal en les habilitats d'orientació i navegació:

- **Comprendre els fonaments de la cartografia**, incloent-hi conceptes bàsics com l'escala, les corbes de nivell i els sistemes de coordenades.
- **Conèixer l'ús del mapa i la brúixola** per a orientar-se i planificar rutes.
- **Utilitzar els dispositius GPS** per a obtenir i interpretar la posició.
- **Integrar les diferents eines d'orientació** (mapa, brúixola, GPS) per a una navegació segura i precisa.
- **Aplicar els coneixements d'orientació** en el context dels sistemes de localització del Cos de Bombers.

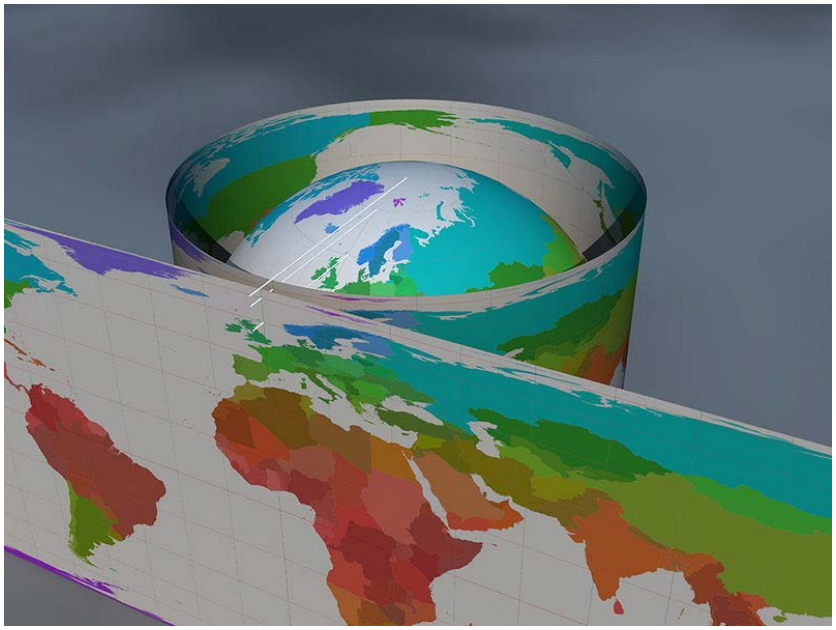
2. La cartografia

La **cartografia** és la ciència que s'ocupa de **la representació gràfica de la superfície** de la Terra o de parts d'aquesta. L'objectiu principal és crear i utilitzar mapes, que són models abstractes de la realitat.

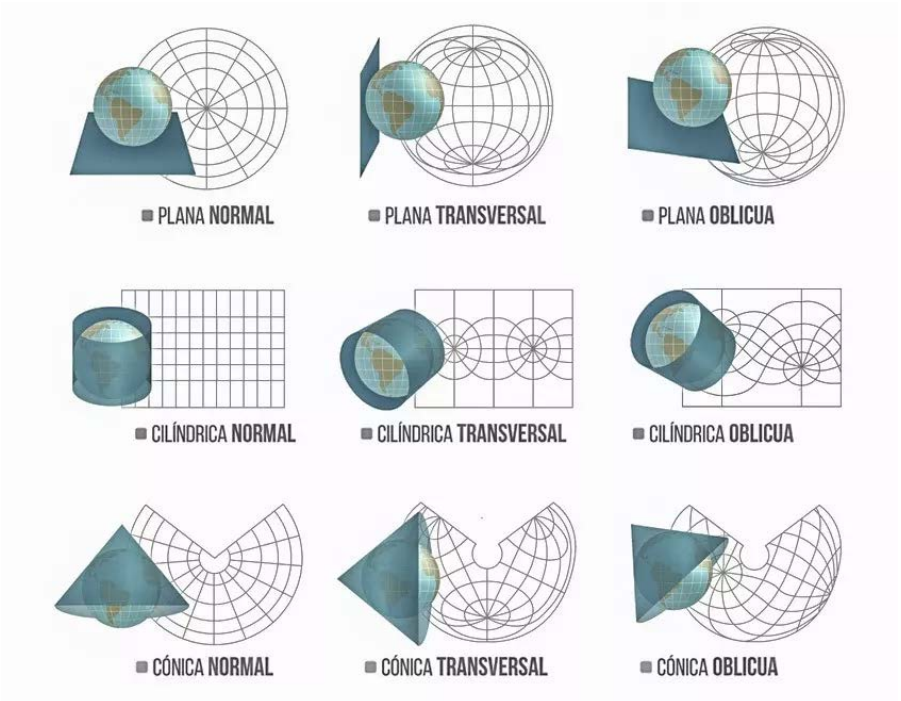
Un mapa no és la realitat, sinó una representació on la informació se selecciona i es prioritza. Per tant, en un mapa no hi ha tota la informació possible, sinó només aquella que el cartògraf (autor) hi ha posat d'acord amb la finalitat del document.

2.1. Les projeccions cartogràfiques

Per poder representar la superfície esfèrica de la Terra en un mapa pla, la cartografia utilitza les **projeccions cartogràfiques**. Es pot entendre de forma senzilla com si poséssim una bombeta al centre de la Terra i projectéssim els elements de la superfície de la terra sobre una pantalla gegant.



Segons la forma i posició d'aquesta "pantalla" on es projecta, obtenim diferents tipus de projeccions, cadascuna amb les seves pròpies característiques i distorsions.



Al segle XVI, el geògraf i cartògraf Gerardus Mercator va proposar la **projecció cilíndrica normal**, pensada per la navegació oceànica. El principal inconvenient és que la distorsió en zones allunyades de l'equador és molt gran i les distàncies mesurades sobre mapa poc tenen a veure amb la realitat.

La **projecció transversal de Mercator** és una variant de la projecció cilíndrica original. En lloc d'un sol cilindre vertical, es disposen varis cilindres amb l'eix horitzontal, girats entre sí segons l'eix vertical, de manera que en cada cilindre només s'hi projecta una porció de la superfície de la terra, la que millor coincideix amb aquell cilindre. Així es minimitzen les distorsions.



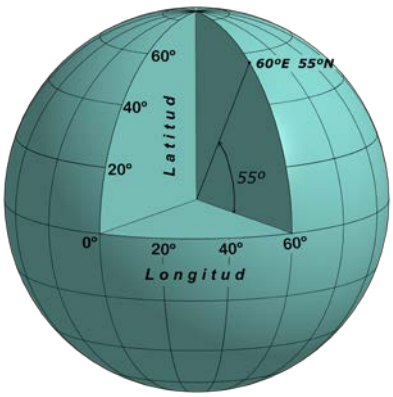
2.2. Sistemes de coordenades i Datum

Les coordenades ens permeten definir de manera inequívoca la posició d'un punt a la superfície terrestre o sobre el mapa.

2.2.1. Coordenades geogràfiques

El sistema de coordenades més conegut és el de les **coordenades geogràfiques**, basat en una graella de línies imaginàries: meridians i paral·lels.

- Els **paral·lels** són cercles concèntrics i paral·lels a l'equador. S'utilitzen per a mesurar la **latitud**, que és l'angle d'un punt respecte a l'equador.
- Els **meridians** són línies que uneixen el pol Nord amb el pol Sud i que són perpendiculars als paral·lels. S'utilitzen per a mesurar la **longitud,** que és l'angle d'un punt respecte al Meridià de Greenwich (el meridià 0).

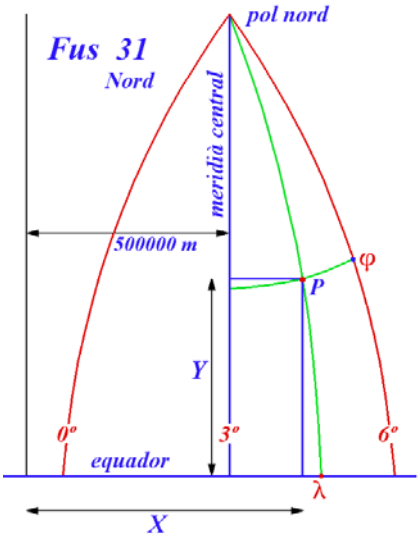


Aquest sistema, expressat en graus decimals o en graus, minuts i segons, és molt utilitzat per a la navegació aèria i marítima, ja que cobreix tota la Terra. És el sistema que s'utilitza en els mapes globals d'internet (Google Maps, OpenStreetMap, ...), en aplicacions del telèfon mòbil (fotos georeferenciades, compartir ubicació...) i el que utilitzen per defecte els aparells GPS, entre altres.
No obstant això, la seva representació en mapes terrestres és poc pràctica. L'expressió en graus, minuts i segons (o graus decimals) és poc intuïtiva, i els càlculs de distàncies molt complexos.

2.2.2. Coordenades UTM

En la dècada de 1940, l'exèrcit dels EUA va definir el sistema de coordenades UTM (Universal Transverse Mercator), que com el seu nom indica es basa en la projecció cartogràfica transversa de Mercator. En total, la superfície de la terra es va segmentar en 60 porcions de la terra (de 6º cada una), numerades de l'1 al 60, que s'anomenen **fusos**. Cada fus es divideix en 20 trossos, entre els meridians -80º i 84º (els casquets polars no estan inclosos, es fan servir altres projeccions amb menys distorsió), i s'identifiquen amb lletres de la **C** a la **X** començant des del Sud (s'exclouen la I i la O, per no confondre amb números).

Sobre cada fus es construeix una quadrícula ortogonal de referència, de manera que a cada punt del territori se li assigna una coordenada **X** i **Y**. Normalment les coordenades (X,Y) es donen en metres i correspon a la posició del vèrtex inferior esquerre d'un quadrat de terreny de 1x1 m.



- **Coordenada X**: Mesura la distància d'un punt al meridià central del fus, en la direcció Est-Oest. Al meridià central del fus se li assigna la coordenada X=500.000 m (per tal de no tenir valors de X negatius, i facilitar els càlculs).
- **Coordenada Y**: Mesura la distància d'un punt a l'equador (direcció Nord-Sud). A l'hemisferi nord, a l'equador la coordenada és Y=0 i creix cap al nord. Per evitar valors negatius de la Y, a l'hemisferi sud, la Y=10.000.000 m a l'equador i decreix cap al sud.

En el sistema UTM, una mateixa coordenada (X,Y) pot repetir-se en diferents fusos i hemisferis, de manera que per definir un punt cal indicar el fus, la zona i les coordenades. A Catalunya això és més senzill perquè tot el territori es troba dins la zona 31T, i per tant normalment no cal especificar-la, mentre que a la resta de la Península Ibèrica sí, ja que hi ha tres fusos diferents (29, 30 i 31). La zona ens serveix per saber si estem a l'hemisferi nord o al sud, hem de saber que a partir de la lletra **N** són zones de l'hemisferi nord (N de Nord).

A més, les coordenades UTM a Catalunya tenen sempre 6 xifres per a la X i 7 per a la Y, cosa que permet detectar si falta algun número, si estan donades en una altra unitat o si s'han intercanviat. També ens permet saber si una coordenada està donada en metres o amb un altra unitat. Per exemple:

- (425, 4594) està en quilòmetres,
- (425888, 459482) probablement està en metres però a la Y li falta un número.
- (4594842, 425888) probablement està en metres i ens han donat Y i X girades.

Com que el sistema és una quadrícula en metres, és molt fàcil fer-hi càlculs de distància amb operacions senzilles o amb el teorema de Pitàgores.

Per exemple, entre el Parc de Bombers de Cerdanyola (425888, 4594842) i el Parc de Bombers de Manresa (404540, 4621680) podem dir que:

- El Parc de Cerdanyola està més a l'est que el de Manresa, concretament 425888-404540=21348 m (21,348 km).
- El Parc de Manresa està més al nord que el de Cerdanyola, concretament 4621680-4594842=26838 m (26,838 km).
- I en línia recta els separen (teorema de Pitàgores) $\sqrt{(21,3^2 + 26,8^2)} = 34,3\ km$

2.2.3. El Datum

El **datum** és el sistema de referència que defineix la posició i orientació d'un sistema de coordenades. Això vol dir que una mateixa coordenada pot situar punts diferents segons el datum utilitzat, i un mateix punt pot tenir coordenades diferents depenent del datum.

Històricament, cada país o servei cartogràfic feia servir el seu, com l'ED50 a Espanya i Europa, mentre que la navegació per satèl·lit i àmbits internacionals utilitzaven el WGS84. La diferència entre aquests dos sistemes (fins a 200 m) provocava desajustos entre mapes i GPS.

Per unificar criteris, la UE va adoptar el **ETRS89** (1989), gairebé idèntic al WGS84, que avui és el **sistema oficial** a **Europa**, tot i que encara circulen mapes antics amb altres datums.

2.3. El mapa

De mapes en podem trobar de molts tipus, cadascun dissenyat amb una finalitat específica i per representar un tipus d'informació concreta. Per exemple: mapes polítics que mostren fronteres, mapes geològics que detallen el tipus de sòl, mapes temàtics que il·lustren la distribució d'un fenomen concret, mapes climàtics o mapes històrics que representen territoris en èpoques passades, etc.

En aquest manual, ens centrarem en el **mapa topogràfic**. Aquest tipus de mapa és el que s'utilitza per a la navegació i l'orientació en el terreny, ja que busca representar el territori amb fidelitat. Normalment hi trobarem representats:

- **El relleu** i les **altituds**.
- **Elements naturals** (cims, rius, llacs, boscos, etc.).
- **Infraestructures** (carreteres, camins, ferrocarril, edificacions, etc.).
- **Límits administratius** (municipis, comarques, etc.).
- **Toponímia** (els noms dels llocs, muntanyes, rius, etc.).
- I altres elements d'interès.

2.3.1. Tipus de mapes

Podem classificar els mapes segons el seu suport:

- **Mapes impresos**: Són els mapes tradicionals, de paper. El seu principal avantatge és que no necessiten cap dispositiu electrònic ni energia per ser utilitzats. El seu principal desavantatge és que només hi ha el que es veu i no es poden modificar ni actualitzar un cop impresos. A més, poden quedar obsolets ràpidament.
- **Mapes digitals**: Són mapes que es visualitzen en una pantalla (ordinadors, mòbils, tauletes, GPS dedicats). Permeten ampliar i reduir el zoom fàcilment i, en un mateix dispositiu, es poden tenir diversos mapes diferents. No obstant, depenem de la tecnologia i, de vegades, també de les bateries.

  Podem classificar-los, segons el seu format i com es generen:

  - **Mapes ràster**: Tenen format d'imatge (com una fotografia o un escanejat d'un mapa de paper). Ocupen més memòria, però la seva representació gràfica pot ser molt rica en detalls i matisos. Quan s'amplia el zoom, la imatge es píxel·la, i quan s'allunya el zoom no es veu res. No es poden modificar fàcilment (s'han de tornar a generar).
  - **Mapes vectorials**: Representen la informació mitjançant entitats geomètriques (punts, línies, polígons i text). Ocupen menys espai i ofereixen moltes més possibilitats de representació, i no es píxel·len en fer zoom, ja que les imatges del mapa es generen en el dispositiu a partir de les dades vectoritzades.

Un tipus de "mapa" ràster són les **ortofotos**, fotografies aèries o de satèl·lit georeferenciades i amb bona resolució. Tot i que no són mapes topogràfics en sentit estricte, la informació visual que proporcionen pot ser de gran ajuda per orientar-se o obtenir informació del terreny.



També es poden classificar segons la seva disponibilitat:

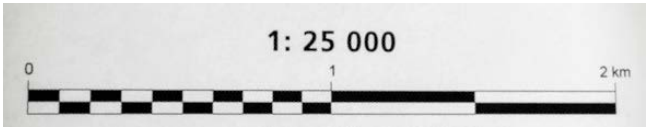
- **Mapes online:** Requereixen una connexió a Internet per descarregar les dades a mesura que ens desplacem o canviem el zoom. Són ideals per tenir accés a la informació més actualitzada, però podem tenir problemes en zones amb cobertura de dades deficient.
- **Mapes offline**: Són mapes que es descarreguen prèviament al dispositiu, de manera que no requereixen una connexió a Internet per ser consultats. Són molt útils en zones amb poca o nul·la cobertura, però poden ocupar molt espai d'emmagatzematge i s'han d'anar actualitzant (tornar a descarregar).

2.3.2. Escala del mapa

L'**escala d'un mapa** és la proporció (constant) que hi ha entre una distància mesurada sobre el mapa i la distància real corresponent sobre el terreny. Si pensem en la projecció sobre una pantalla gegant, l'escala és quantes vegades reduïm aquesta representació per a poder-la encabir en un tros de paper manejable.

Hi ha dues formes principals d'expressar l'escala en un mapa:

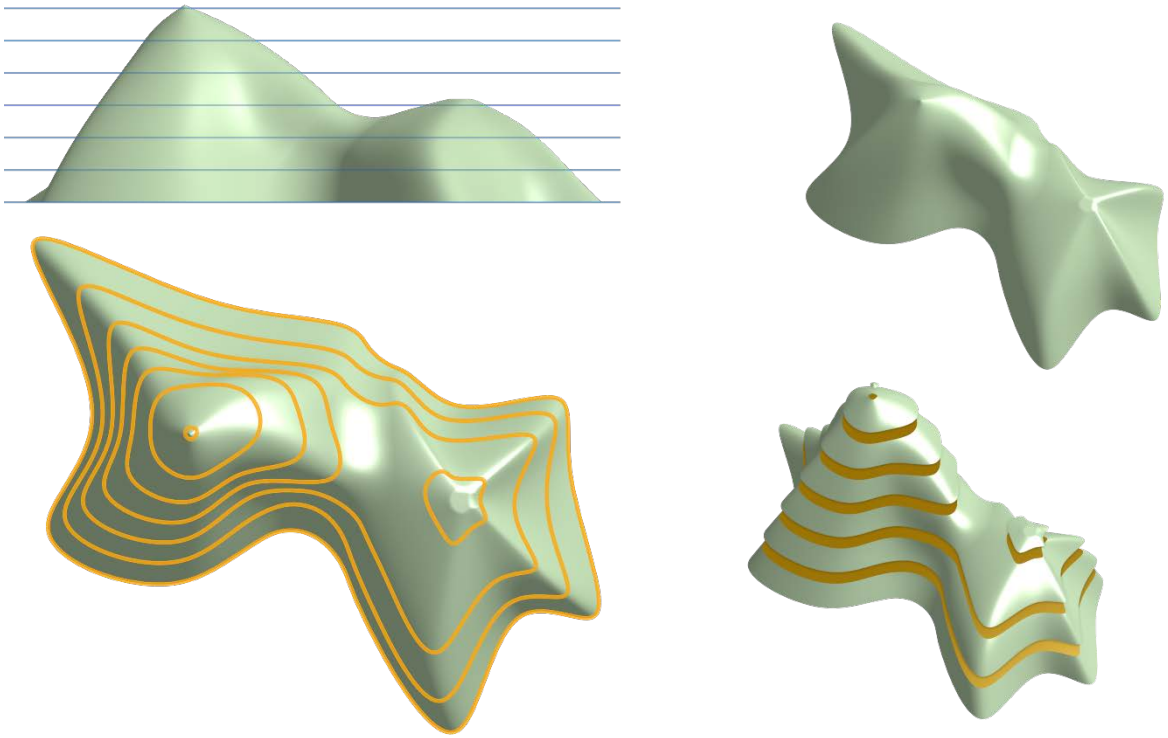
- **Escala numèrica:** Es presenta en forma de fracció o ràtio (per exemple, **1:25.000**). Això vol dir que 1 unitat de mesura al mapa (1 cm, 1 mm, etc.) equival a 25.000 de la mateixa unitat al terreny. Per exemple, 1 cm al mapa representa 25.000 cm (o 250 metres) al terreny.
  Una escala gran és un mapa que s'ha reduït poques vegades, és a dir, té molt de detall però representa una porció petita del territori. Per exemple, un mapa a escala 1:10.000 està a escala més gran que un 1:50.000.
- **Escala gràfica:** Es presenta com una línia dibuixada al mapa, sovint dividida en segments, que indica directament les distàncies al terreny. El gran avantatge de l'escala gràfica és que si el mapa s'amplia o es redueix (per exemple, en una fotocòpia, un mapa digital), l'escala gràfica es redimensiona amb ell, mantenint la seva relació amb la realitat.



En els mapes digitals, l'escala numèrica no té gaire sentit, ja que depèn de la mida de la pantalla on es visualitza el mapa. En el seu lloc, s'utilitza el concepte de **zoom** o **capes de zoom**, que permet augmentar o disminuir el nivell de detall. A mesura que es fa zoom, el mapa pot representar elements diferents o de manera diferent per mantenir-ne la llegibilitat. Normalment, els mapes digitals incorporen una petita escala gràfica que s'ajusta automàticament amb el zoom, donant una idea de les proporcions del què es veu a la pantalla. A més, moltes d'aquestes eines digitals inclouen funcions addicionals per mesurar distàncies i superfícies.

2.3.3. Corbes de nivell

Les corbes de nivell (o isohipses) són les línies imaginaries que connecten tots els punts de la superfície del terreny que tenen la mateixa cota o altitud sobre el nivell del mar. Són una forma de representar la morfologia terreny (en 3 dimensions) sobre un paper pla o pantalla (en 2 dimensions).
Imaginem que agafem el terreny i el tallem a llesques horitzontals. El contorn de la llesca és la corba de nivell, i si ens ho mirem des de sobre veurem la forma de les llesques igual que veiem les corbes de nivell en el mapa.

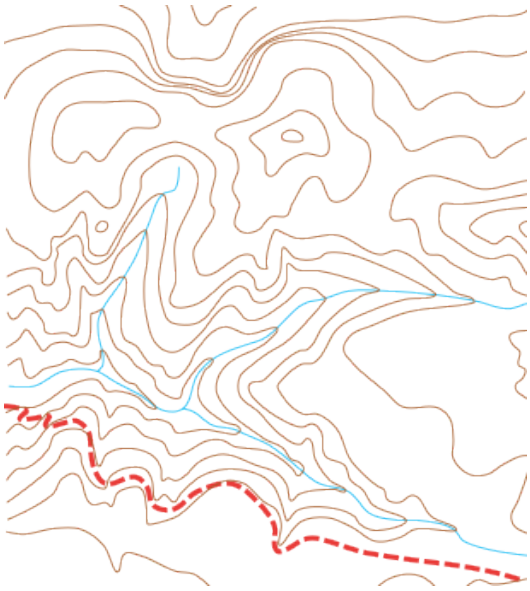


La separació vertical entre els talls de les llesques s'anomena **equidistància**, i ha de venir indicada en el mapa ja que és una informació molt valuosa per interpretar el relleu mitjançant les corbes de nivell i per comptar la diferència d'altitud entre dos punts del mapa. La equidistància està relacionada amb l'escala del mapa, per no sobrecarregar-lo de corbes i fer-lo il·legible.
Normalment, les corbes de nivell es representen amb una línia fina de color marró. Cada cert numero de corbes (generalment cada 5 corbes) es dibuixa la corba amb un traç més gruixut, és l'anomenada **corba mestra**, per facilitar la lectura del mapa i el recompte de corbes. També de tant en tant, s'afegeix un text amb la cota altimètrica de la corba mestra. En zones planes, per representar relleu que queda entre dues corbes de nivell es poden afegir corbes auxiliars, amb traç discontinu.

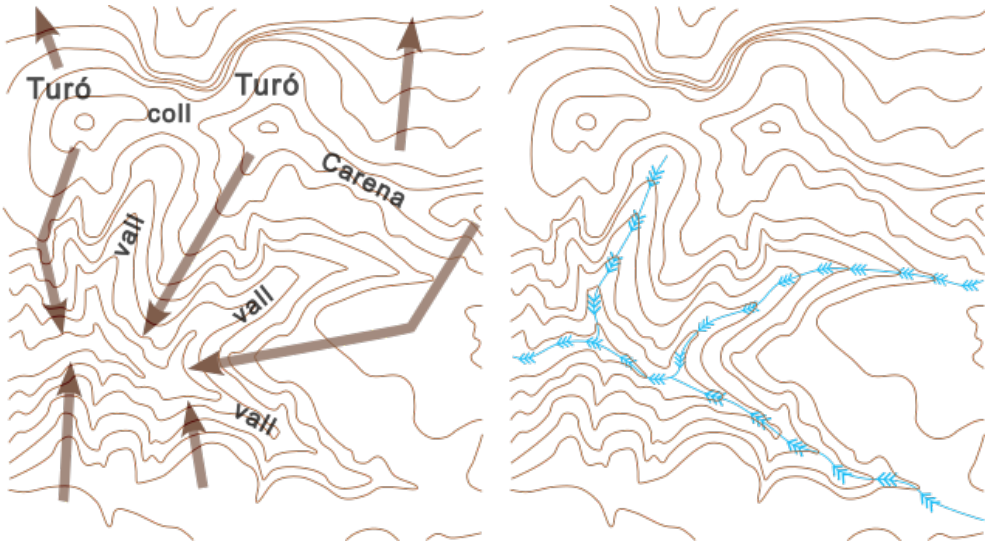
Com s'interpreten les corbes de nivell

L'anàlisi de les corbes de nivell ens permet imaginar el relleu només mirant el mapa pla.

- **Pendent**: La separació entre corbes ens dona idea del pendent del terreny. Allí on les línies estan molt juntes el pendent és pronunciat, l'altitud augmenta o disminueix una equidistància en poc espai. Allí on les corbes de nivell estan molt espaiades indica pendent suau, el terreny és més aviat pla, cal recórrer molta distància per pujar o baixar una equidistància. La mesura real del pendent depèn de l'escala i la equidistància.
- **Turons i cims**: Amb la separació de les corbes tenim noció del pendent, però cal saber cap a on puja i cap a on baixa. Cal identificar al mapa les corbes de nivell que es tanquen sobre si mateixes, que poden ser clots o turons, i molt probablement siguin turons que és el que predomina al terreny. Un cop identificats els turons, ja sabem que a partir d'aquests tot baixa. Si veiem superfícies d'aigua (mar, llacs o estanys), també sabem que al voltant puja.
- **Carenes i valls**: Les carenes i valls són de geometria semblant, són línies amb forma de "V" o "U". Normalment amb formes més punxegudes, són valls per l'efecte de l'erosió de l'aigua, i en general, en els mapes topogràfics venen dibuixats els cursos d'aigua que discorren per les valls.
- **Cursos d'aigua naturals (rierols i rius)**: Els cursos d'aigua naturals creuen les corbes de nivell perpendicularment ja que l'aigua segueix la línia de màxim pendent (els canals artificials no). Una altra manera de saber si les corbes pugen o baixen és fixar-se amb els cursos d'aigua naturals, ja que sabem que allà on comencen és el punt més alt (rarament desapareixen sota terra) i els rius i rierols s'ajunten per seguir avall. Identificant quin és el curs principal i quins són els afluents, de seguida ens podem fer la idea de quin és el sentit de l'aigua i del pendent del terreny.
- Un camí o carretera que va bastant paral·lel a una corba de nivell vol dir que és molt horitzontal (no perd ni guanya alçada), en canvi una camí que creua corbes de nivell és que té pendent.



- A la part de dalt veiem uns turons, ens indica que és una part alta del terreny, a banda i banda el terreny fa baixada.
- El riu, en color blau, ens facilita entendre que del mig baixa cap a l'esquerra, per on surt el riu és la part més baixa del terreny.
- A la dreta, entre l'inici dels dos rius, hi ha una zona molt plana i està més o menys a l'alçada del turó de l'esquerra.
- A dalt, entre els turons hi ha un coll, i just per sobre un penya-segat.
- A baix hi ha un camí, que a l'esquerra puja molt dret, al mig es suavitza i a la dreta és bastant pla.



Les fletxes marquen cap a on baixa el relleu, en marró per les crestes, en blau el sentit de l'aigua.

2.3.4. Elements del mapa

A part de les corbes de nivell, un mapa topogràfic conté una gran quantitat d'informació representada de manera gràfica per ajudar a la navegació i l'orientació. Aquests elements representen la realitat del terreny i es poden trobar amb una gran varietat de simbolisme, ja que no hi ha un estàndard estricte per a la seva representació. El cartògraf tria la forma de representar cada element mitjançant traços, colors i combinacions per tal d'adaptar-se a la finalitat del document.

Els elements més habituals que trobem en un mapa topogràfic són:

- **Relleu i altituds:** representats per les corbes de nivell, entre d'altres.
- **Elements naturals:** com cims, rius, llacs i boscos.
- **Infraestructures:** inclouen carreteres, camins, ferrocarrils i edificacions.
- **Límits administratius:** com municipis o comarques.
- **Toponímia:** els noms dels llocs, muntanyes i rius, entre d'altres.

Aquests elements poden ser, segons la seva naturalesa:

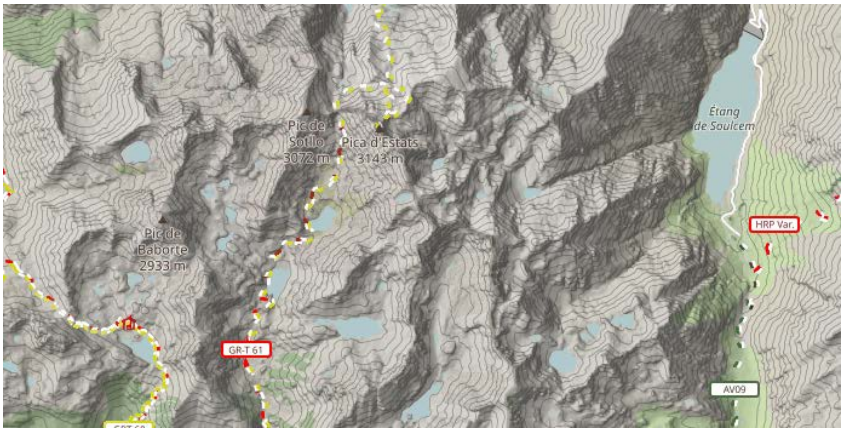
- **Puntuals:** Cims, punts quilomètrics, pous, etc.
- **Lineals:** Rius, camins, carreteres, ferrocarrils, etc.
- **Àrees:** Mar, llacs, tipus de terreny (boscos, camps), construccions, etc.
- **Text:** Topònims, que són els noms dels llocs i dels elements.

Per poder interpretar correctament aquesta informació, tot mapa, ja sigui digital o imprès, hauria de tenir una **llegenda**. La llegenda és la clau per entendre el mapa, ja que explica com es representa cada element, tot i que no sempre hi és present o no és fàcil de localitzar (especialment en els mapes digitals).

2.3.5. L'ombrejat

Un altre element visual molt comú en els mapes topogràfics és l'**ombrejat**. Consisteix en enfosquir àrees del mapa com si el terreny estigués il·luminat per una font de llum, generalment provinent del nord-oest, i el relleu generés ombres sobre el terreny. Així es crea una sensació tridimensional que facilita la visualització de les formes del relleu i els canvis de pendent a simple vista.

És important tenir en compte que l'orientació d'aquest "sol" és totalment arbitrària i no sempre correspon a una posició real. L'objectiu és trobar l'orientació de l'ombrejat que faci més fàcil visualitzar el relleu i ajudi a comprendre la morfologia del terreny de manera ràpida i intuïtiva.



3. L'orientació

L'orientació és l'habilitat de saber la nostra posició en un entorn i com desplaçar-nos de manera eficaç a un altre punt. En el context de la cartografia i la navegació, aquesta habilitat esdevé crucial per a qualsevol professional que operi en el terreny. Saber orientar-se no només és vital per a la seguretat personal, sinó que també garanteix l'èxit i l'eficàcia de qualsevol operació.

L'orientació ens permet respondre a dues preguntes bàsiques:

- **On soc?**: Ens permet determinar la nostra ubicació en tot moment, un pas indispensable per a qualsevol acció posterior.
- **Com arribo a...?**: Ens facilita la planificació i l'execució d'una ruta, permetent-nos triar el camí més adient cap a un punt de destí.

Per a orientar-nos, disposem de diverses eines que, utilitzades de manera conjunta, ens proporcionen la informació necessària per a la navegació. Tot i que les eines digitals han guanyat popularitat, l'habilitat d'utilitzar les eines tradicionals segueix sent un pilar indispensable.

Les eines principals són:

- **El mapa**: La representació gràfica del terreny, fonamental per a entendre la nostra posició en relació amb l'entorn. Ens permet imaginar i anticipar el que ens trobarem més enllà del que veiem des de la nostra posició.
- **La brúixola**: Eina clàssica que ens permet determinar el Nord magnètic i orientar el mapa. Orientar bé el mapa és fonamental per a una bona navegació sense errors. A manca de brúixola, hi ha altres maneres per orientar el mapa.
- **El GPS**: Dispositiu electrònic que, mitjançant satèl·lits, ens proporciona una posició precisa amb unes coordenades.
- **Mapes digitals**: Aplicacions i dispositius que donen la informació dels mapes en format digital (pantalla), normalment amb la posició del GPS integrada per a una navegació més intuïtiva.
- **Navegadors:** un pas més enllà que consta de mapes digitals, GPS i programari, que calculen la ruta òptima i guien la navegació.

3.1. Orientar el mapa

Un principi fonamental per orientar-se amb un **mapa** és tenir-lo **ben orientat**. És a dir, que l'orientació del mapa es correspongui amb el terreny.
Imaginem que ens estem mirant el mapa amb el nord cap a dalt i nosaltres estem encarats cap al sud, o sigui que el nord del mapa està apuntant cap al sud. D'aquesta manera, tot el que veiem davant nostre del terreny està girat 180º de com ho veiem al mapa, i és molt fàcil equivocar-se.

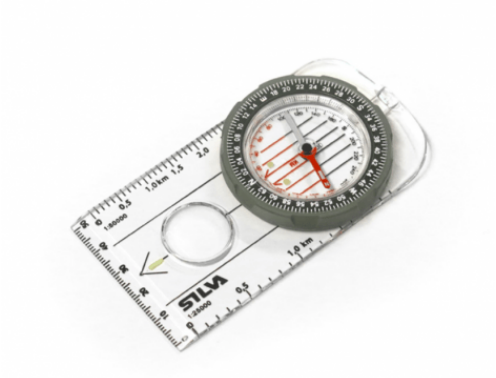
Una bona pràctica és orientar el nord del mapa cap al nord veritable, i situar-nos encarats cap allà on volem anar o allò que volem veure, encara que el mapa estigui "del revés". Veurem els textos girats, però això no ha de suposar un gran problema.
La manera clàssica per orientar un mapa és amb la brúixola. Però si no en tenim, es pot orientar un mapa sense brúixola, agafant referències properes sobre el terreny, per exemple,

un turó, l'orientació de la carretera, una edificació, la forma d'un camp..., i transposar-ho al mapa, girant-lo de manera que ens coincideixi amb el terreny.

3.1.1. La brúixola

La brúixola és un instrument que ens indica el Nord magnètic. El seu principi bàsic de funcionament es basa en una agulla imantada que, en el camp magnètic de la Terra, s'alinea amb el Nord magnètic.

Per utilitzar conjuntament amb un mapa, les brúixoles més adequades són les planes i transparents. A la base tenen una fletxa o marca (normalment paral·lela a les vores de la base), regles per mesurar distàncies sobre el mapa, i un cercle graduat giratori anomenat **limbe**. El seu disseny transparent permet col·locar-les directament sobre el mapa i veure la informació que hi ha a sota. Aquest tipus de brúixola facilita l'orientació del mapa i la planificació de rutes.



Orientar el mapa amb brúixola:

Per orientar el mapa, cal fer que el seu nord geogràfic (generalment indicat per la quadrícula o les vores) coincideixi amb el nord real de la Terra.

1. Col·loca el mapa horitzontalment.
2. Situa la brúixola sobre el mapa, orientant la fletxa de direcció de la brúixola cap al nord del mapa.
3. Gira el mapa i la brúixola junts fins que l'agulla de la brúixola s'alineï amb el nord de la brúixola. En aquest punt, el mapa estarà orientat correctament amb el terreny.

Tinguem en compte que el Nord magnètic no coincideix exactament amb el Nord geogràfic, hi ha una petita desviació que varia amb el lloc i amb els anys, per això ha de venir indicada en el mapa. No obstant és molt petita (no arriba als 2º), i a efectes pràctics, per orientar el mapa fem coincidir el nord del mapa amb l'agulla.

És important mantenir la horitzontalitat de la brúixola. Si la inclinem massa, l'agulla imantada no gira lliurement i pot quedar travada, no apuntant al nord. També és molt important allunyar la brúixola d'altres camps magnètics i objectes metàl·lics que poden alterar la lectura (torres elèctriques, cotxes, dispositius electrònics, corrents elèctrics potents, edificis amb estructures d'acer i formigó armat...)

Tirar visuals (obtenció d'un azimut):

Per determinar la posició d'un punt llunyà, com una columna de fum, cal conèixer la seva direcció i distància respecte a la nostra posició. La distància és molt difícil de calcular a simple vista, però la brúixola ens permet mesurar la direcció amb precisió. La direcció es defineix mitjançant l'**azimut**, que és l'angle respecte al nord.

La tècnica més eficaç per localitzar un punt amb precisió és la **triangulació**. Aquesta tècnica es basa en el principi que si diversos observadors, prou separats entre sí, determinen l'azimut d'un mateix objectiu des de la seva posició coneguda, la posició de l'objectiu es pot determinar al punt on es creuen les visuals de tots els observadors. Amb un mínim de dos observadors es pot triangular, però com més observadors hi participin, més precís serà el resultat.

Per prendre una visual (o azimut) des de la teva posició cap a un objecte que veus al terreny:

1. Orienta la brúixola cap a l'objectiu. La fletxa de direcció de la brúixola ha d'apuntar directament a l'objecte que vols "veure".
2. Gira el limbe de la brúixola fins que l'agulla magnètica s'alineï amb el nord del limbe.
3. L'angle indicat al limbe és l'azimut o rumb de l'objecte respecte a la teva posició.

I a l'inrevés, si ens donen un rumb cap a on hem d'anar o ens demanen si veiem alguna cosa (per exemple, una columna de fum) en tal direcció:

1. Gira el limbe fins que la direcció de la fletxa coincideixi amb el rumb que busquem.
2. Gira la brúixola fins que l'agulla imantada apunti al nord del limbe.
3. La direcció cap a on apunta la fletxa de la brúixola és el rumb que busquem.

3.2. Altres formes d'orientació

3.2.1. Orientació a partir del sol

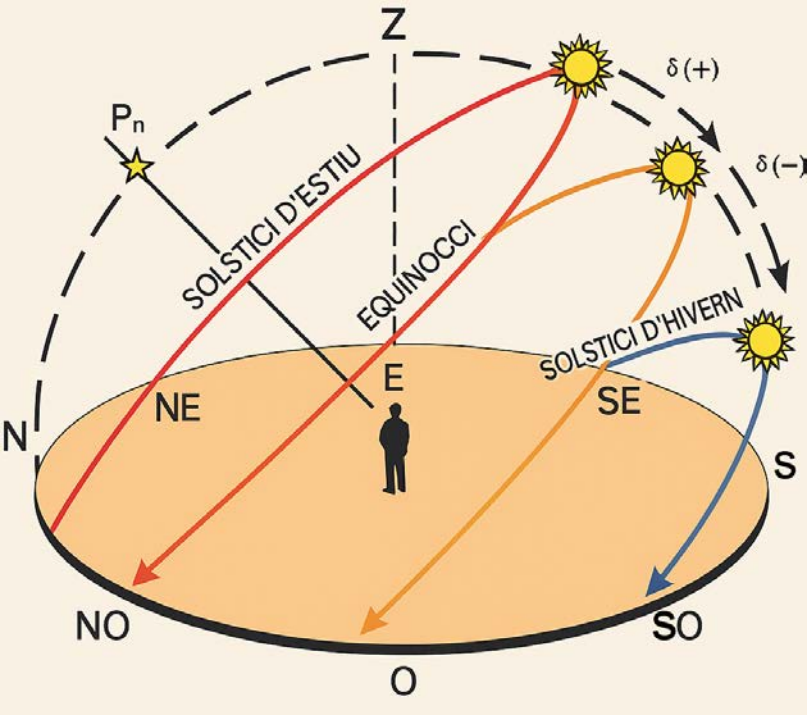
Hora oficial vs. hora solar

L'hora oficial espanyola no coincideix amb l'hora solar. Per calcular l'hora solar, durant l'horari d'estiu cal restar-li dues hores a l'hora oficial. Durant l'horari d'hivern cal restar-li una hora. P.ex. si som 10 d'agost i el rellotge ens marca les 15:30 h, l'hora solar serà les 13:30 h.

NOTA: l'horari d'estiu és el vigent a partir de l'últim diumenge de març i durant tots els mesos següents fins arribar a l'últim diumenge d'octubre, en què es produeix el canvi a l'horari d'hivern.

Punts de sortida i posta del sol

Sempre ens han dit que el sol surt per l'est i es posa per l'oest. Tanmateix resulta que no és EXACTAMENT veritat, sinó que només ho fa pel punt exacte dos dies a l'any, en els equinoccis (21 de març i 23 de setembre) i només si ens trobem en terreny pla. La resta de l'any, o bé si estem envoltats de cadenes muntanyoses, la referència és només aproximada.



El recorregut aparent del sol és diferent a l'estiu que a l'hivern. A l'estiu fa un recorregut molt llarg; el dia més llarg és el del solstici d'estiu (aprox. 22 de juny) en què el sol surt aproximadament pel NE i es pon pel NO. A l'hivern, per contra, fa un recorregut molt curt, essent el dia més curt el del solstici d'hivern (22 de desembre) en què el sol surt pel SE i es pon pel SO. Veiem doncs, que hi pot haver una diferència considerable (de fins a 90º) entre els punts de sortida o posta del Sol, segons l'època de l'any.

Posició del sol a determinades hores

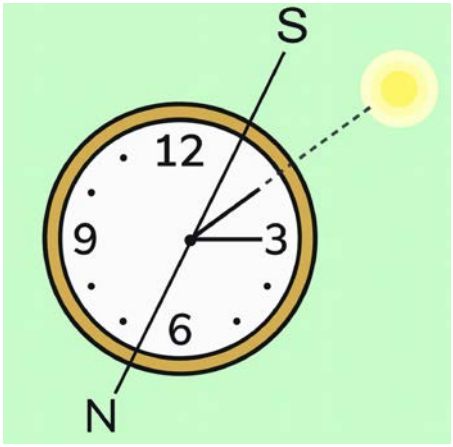
NOTA: Totes les hores referides a continuació són hores solars.

El que es compleix sempre, és que a les 12:00 h del migdia hora solar, el sol es troba exactament a sobre del punt cardinal sud. Si en aquest moment clavéssim una estaca a terra, l'ombra de l'estaca assenyalaria directament cap al nord.

També es compleix de manera aproximada (no exacta), que a les 6:00 h el sol es troba a l'est, a les 9:00 h al SE, a les 15:00 h al SO, i a les 18:00 h a l'oest.

3.2.2. Orientació amb un rellotge de manetes

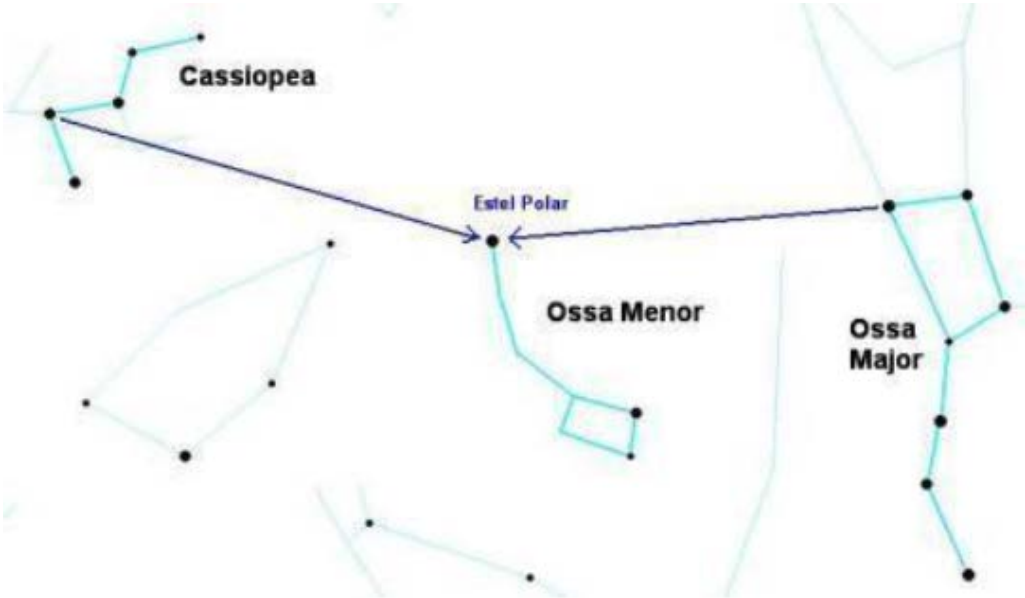
Un rellotge convencional de manetes pot fer-se servir per trobar els punts cardinals. El primer que cal fer és canviar-li l'hora de manera que mostri l'hora solar. A continuació s'aguanta el rellotge horitzontalment, i cal apuntar la maneta de les hores vers el Sol. La bisectriu (línia que divideix un angle en dues meitats iguals) que formen la maneta de les hores amb la xifra 12 del rellotge assenyala cap al Sud.



3.2.3. Orientació a partir dels estels

L'Estrella Polar

Encara que sembla que estiguin quietes, totes les estrelles es mouen lentament pel firmament a mesura que avança la nit. Només una estrella resta fixa en un punt sense moure's: l'estrella Polar, que assenyala directament cap al nord geogràfic.
Durant segles, els navegants van fer servir aquesta estella per orientar-se.
Per localitzar-la, busqueu la constel·lació de l'Ossa Major ("El Carro"). Les dues estrelles de l'extrem de la "cullera" assenyalen gairebé exactament cap a l'Estella Polar, que es troba a una distància quatre vegades superior a la que separa ambdues.
La Polar no és una estrella molt brillant (només és de segona magnitud) però és fàcil de reconèixer perquè al voltant seu no hi ha altres estels brillants que ens puguin confondre.
Quan, per qualsevol motiu, l'Ossa Major no és visible, podeu trobar l'Estrella Polar a partir de Cassiopea. La bisectriu de qualsevol dels dos angles que formen la W apunta aproximadament cap a la Polar.

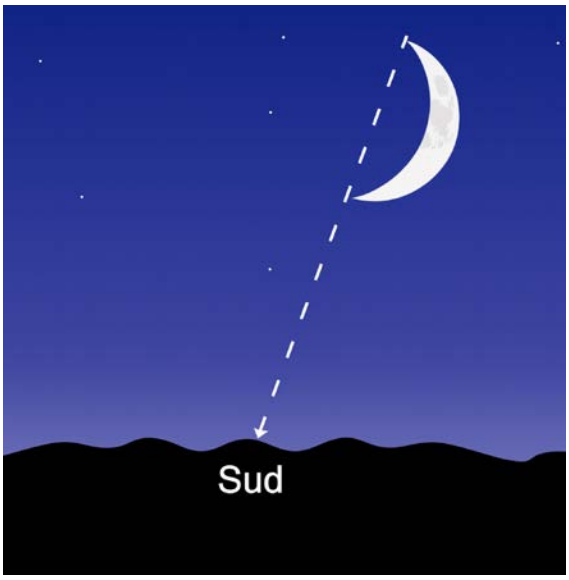


La Lluna

La lluna pot proporcionar també una aproximació dels punts cardinals.

- Quan està en fase creixent, el cantó il·luminat assenyala sempre cap a l'Oest.
- Quan està en fase minvant (o decreixent), el cantó il·luminat assenyala cap a l'Est.

A més, si unim imaginàriament els dos extrems de la Lluna i allarguem la línia fins a l'horitzó, el punt d'intersecció marca aproximadament el sud.



3.3. Altres referències aproximatives d'orientació

Per últim, hi ha diferents elements que ens poden ajudar a orientar-nos de manera molt bàsica i aproximada, però que poden ser útils en moments en què no disposem de cap eina o no tenim visió.

- Molsa en el tronc d'un arbre: La molsa creixerà en les zones més ombrívoles i humides d'un tronc (normalment cap al Nord).
- Anells de creixement d'arbres: En les soques d'arbres tallats, els anells de creixement solen estar més junts i atapeïts cap al cantó que li tocava menys el sol (normalment cap al Nord).
- Església i ermites: Les esglésies i ermites cristianes es construeixen normalment de manera que la zona on va l'altar quedi assenyalant cap al lloc on surt el sol (cap a l'Est).
- Plaques solars: Cada vegada més carreteres tenen plaques solars fotovoltaiques per alimentar els diferents instruments de control del trànsit. Aquests panells solars estan gairebé sempre orientats cap al sud.
- Mètode de l'ombra: Mitjançant l'observació del desplaçament de l'ombra d'un pal, permet determinar aproximadament l'eix Oest–Est i, per perpendicular, el Nord–Sud.

4. El GNSS i els mapes digitals: la navegació moderna

Un **Global Navigation Satellite System (GNSS)** és un sistema que utilitza satèl·lits per determinar la posició geogràfica, altitud i velocitat d'un receptor a la superfície de la Terra. Aquests sistemes, el més conegut dels quals és el GPS, s'han convertit en una eina fonamental per a la navegació i el posicionament a nivell global, amb aplicacions que van des de la navegació militar fins a l'ús quotidià en telèfons intel·ligents.

4.1. Principis de funcionament

El funcionament d'un GNSS es basa en una arquitectura de tres segments:

- **Segment espacial**: una constel·lació de satèl·lits que orbiten la Terra, transmetent senyals de ràdio amb la seva posició i l'hora exacta.
- **Segment de control**: una xarxa de bases terrestres que monitoritzen els satèl·lits per ajustar-ne les òrbites i sincronitzar-ne els rellotges atòmics. Aquesta xarxa envia informació d'ajust constantment per garantir-ne la precisió.
- **Segment d'usuari**: els receptors GNSS (com els mòbils o dispositius dedicats), que reben els senyals dels satèl·lits.

El càlcul de la posició es fa per **trilateració** (com la triangulació però amb distàncies), a partir del temps que tarda el senyal de ràdio a viatjar des de diversos satèl·lits (un mínim de quatre per a una posició en 3D) fins al receptor. Perquè aquests càlculs siguin precisos, és crucial que els rellotges dels satèl·lits i del receptor estiguin perfectament sincronitzats.

4.2. Fonts d'error

La precisió d'un GNSS pot veure's afectada per diverses fonts d'error:

- **Errors de propagació atmosfèrica**: Els senyals de ràdio es veuen afectats en travessar la ionosfera i la troposfera.
- **Geometria dels satèl·lits**: L'angle amb què el receptor rep els senyals influeix en la precisió. Per obtenir una posició acurada cal que els satèl·lits estiguin ben repartits per l'espai que tenim damunt nostre, i no tots al mateix costat o cap a l'horitzó.
- **Ocultació del senyal**: Obstacles com: edificis, barrancs o interiors (edificis, túnels, coves, etc.) bloquegen o debiliten el senyal.
- **Rebots (efecte multicamí)**: Els senyals reboten en superfícies properes (edificis, parets de roca...), de manera que el senyal arriba per camins més llargs. Això fa que el receptor calculi una distància més gran a aquest satèl·lit, i la posició calculada queda desplaçada.
- **Errors del receptor**: Calibratge o problemes de programari, o l'ús d'un datum incorrecte, que pot desplaçar la posició final.
- **Error intencionat**: En zones de conflicte, el senyal es pot degradar per a ús civil.

4.3. Els sistemes existents

El terme **GNSS** engloba diversos sistemes de posicionament global. El més antic i conegut és el **GPS (Global Positioning System)** dels Estats Units d'Amèrica, que va néixer amb finalitats militars i es va obrir posteriorment a l'ús civil. Per raons estratègiques i per evitar la dependència d'un únic sistema de tercers, altres països i regions han desplegat els seus propis sistemes equivalents:

- **GLONASS**: El sistema de Rússia, amb cobertura global.
- **Galileo**: El sistema de la Unió Europea, dissenyat principalment per a ús civil i amb cobertura global.
- **BeiDou (BDS)**: El sistema de la Xina, amb cobertura global.
- **QZSS (Quasi-Zenith Satellite System)**: El sistema del Japó, que actualment proporciona una millora de la precisió en l'Àsia-Pacífic i té previst esdevenir global.
- **NavIC**: El sistema de l'Índia, que cobreix l'Índia i les seves regions veïnes.

La majoria de receptors GNSS moderns són capaços d'utilitzar diversos d'aquests sistemes alhora, cosa que millora la cobertura i la precisió en disposar de més satèl·lits per al càlcul.

4.4. Aparells i dispositius receptors

Els sistemes GNSS tenen una gran varietat d'aplicacions que han transformat la manera com naveguem, adaptant-se a diferents necessitats i dispositius.

4.4.1. Aparells GPS dedicats

Els sistemes **GNSS** s'utilitzen en molts dispositius i han canviat la manera de navegar. Els **GPS dedicats** són robustos i fiables, ideals per a activitats a l'aire lliure exigents, amb funcions avançades com cartografia digital o sensors addicionals.

Els **rellotges amb GPS** són més lleugers i còmodes, resistents a l'aigua i amb funcions de salut i connectivitat, molt populars entre esportistes. Els **telèfons, tauletes i ordinadors** han democratitzat la navegació gràcies a la seva potència i pantalles grans, tot i que tenen menys autonomia i robustesa; en vehicles i vaixells són l'opció més pràctica.







El programari pot ser de **visors de mapes** (funcions similars als GPS dedicats) o de **navegadors** (guia de rutes pas a pas). Cal recordar que el senyal GNSS és independent de la cobertura mòbil: sense dades encara obtenim posició, però només funcionen els mapes descarregats en local.

4.4.2. Navegadors de vehicles

Els navegadors GNSS integrats en vehicles han esdevingut eines essencials per a la conducció. Aquests sistemes utilitzen la informació dels GNSS i mapes digitals per proporcionar indicacions de ruta, informació sobre el trànsit en temps real i estimacions de temps d'arribada, llocs d'interès (benzineres, carregadors...).

4.4.3. Drons i altres vehicles autònoms

El **GNSS** és fonamental per a la navegació i el control de **drons i altres vehicles** (tant pilotats remotament com autònoms). La incorporació del GNSS en aquests vehicles habilita funcions clau de seguretat i automatització:

- **Rutes programades**: Permet als vehicles seguir una trajectòria programada de forma autònoma.
- **Retorn automàtic al punt de sortida (RTH o RTL)**: En cas de pèrdua de senyal de control, bateria baixa o ordre expressa del pilot, el vehicle pot tornar de manera autònoma al seu punt d'enlairament.
- **Límits geogràfics d'operació**: Permet definir un perímetre virtual per a l'aparell. Aquests límits poden ser de dues menes:
  - **Geofence o gàbia**: Perquè el vehicle no surti d'una àrea predefinida.
  - **Àrees restringides**: Per evitar que el vehicle entri en zones on no és permès volar, com ara aeroports o zones militars.

4.5. Funcions d'un aparell GNSS

Els aparells GNSS, com un GPS, tenen diverses funcions bàsiques per a la navegació i l'orientació:

- **Adquisició de la posició:** Aquesta és la funció més bàsica de qualsevol aparell GNSS. L'aparell calcula i mostra la teva ubicació actual, proporcionant-te les coordenades (latitud i longitud, UTM, o altres) i l'altitud. Un punt **"waypoint"** és un punt d'interès que l'usuari pot guardar amb la seva posició per utilitzar-lo com a referència futura.
- **Velocitat:** La velocitat es calcula a partir de la diferència entre posicions en el temps.
- **Gravació de la ruta o "track":** Aquesta funció permet a l'aparell enregistrar el recorregut que estàs seguint. L'aparell registra una seqüència de posicions de manera contínua, ja sigui automàticament, cada cert temps o cada certa distància, creant un registre del teu itinerari.

- **Navegació cap a un punt o "waypoint":** Un cop s'ha guardat un waypoint, es pot demanar a l'aparell que ens guiï cap al punt. L'aparell proporcionarà la direcció i la distància en línia recta cap a la destinació.
- **Seguiment de rutes prèviament descarregades:** Molts aparells permeten carregar rutes o *tracks* d'altres usuaris o creats prèviament, que permeten seguir un itinerari establert amb antelació.
- **Creació d'estadístiques del recorregut:** A partir de la informació del track gravat, l'aparell pot generar un resum estadístic que inclou dades com la distància recorreguda, el temps emprat, el desnivell acumulat i altres mètriques.

Si l'aparell GNSS també inclou un visor de mapes digitals, es poden afegir altres funcions:

- **Visualització de mapes i ortofotomapes:** Permet veure diferents tipus de mapes o ortofotomapes per tenir una referència visual clara de l'entorn, i sobretot, que senyala la nostra posició real sobre el mapa, cosa que fa l'orientació i la navegació molt fàcil i intuïtiva.
- **Càlculs de distàncies, desnivells i superfícies:** Amb el mapa, es pot mesurar la distància entre dos punts qualsevol. Si el mapa inclou un model d'elevació digital (DEM, Digital Elevation Model), l'aparell pot calcular també el desnivell. Dibuixant una àrea (marcant els vèrtexs) sobre el mapa ens pot calcular la superfície del polígon.
- I altres ...

Les funcions dels navegadors són molt específiques per facilitar la conducció de vehicles. Les seves funcions principals són:

- **Cerca de la destinació:** Permet buscar una adreça, un punt d'interès o una coordenada específica per definir la destinació.
- **Càlcul de la ruta òptima:** El navegador calcula la millor ruta segons paràmetres com la distància més curta, la ruta més ràpida, evitar peatges o fer una ruta amb un recorregut escènic.
- **Visualització de la posició sobre el mapa:** Com en els visor de mapes, però generalment la representació del mapa és molt esquemàtica, ja que és més important una lectura fàcil (que no distregui al conductor) que no pas els detalls.
- **Guiatge de la ruta:** Proporcionen indicacions pas a pas a través de la pantalla, amb veu o fins i tot amb realitat augmentada. Aquestes indicacions inclouen detalls sobre interseccions, canvis de carril i la representació de panells informatius de la via.
- **Recàlcul de la ruta:** Si ens desviem del camí, el navegador detecta la nova posició i recalcula automàticament una nova ruta cap a la destinació.
- **Informació addicional en temps real:** Proporcionen dades com el temps fins a la destinació, l'hora d'arribada estimada, els límits de velocitat, o problemes a la ruta com embussos, obres o accidents.

5. Cartografia Operativa d'Emergències (COE)

La cartografia és una eina de treball fonamental per a un cos d'emergències, tant per a les actuacions d'intervenció directa, com per a les tasques de prevenció.
El Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya ha desplegat la seva pròpia cartografia, anomenada Cartografia Operativa d'Emergències (COE), que permet l'aproximació, l'anàlisi i el treball durant l'emergència, així com l'inventari d'infraestructures d'extinció d'incendis com són els camins forestals i els punts d'aigua.



Figura: mapa 392-3 de la Cartografia

Per la seva escala, el seu format i la informació que conté, la COE és una cartografia idònia per ser utilitzada en la gestió operativa, tant pels equips d'extinció propis com els altres col·lectius i organismes vinculats a la gestió d'emergències. L'ús de la cartografia en les tasques operatives permet:

- Obtenir una visió global de l'escenari de l'emergència.
- Analitzar la zona d'intervenció des de la perspectiva dels riscos i les necessitats concretes de cada emergència: un incendi forestal, unes riuades, una fuita tòxica, una recerca, etc.
- Millorar la gestió i la coordinació operativa a partir de compartir un mateix llenguatge operatiu.

La COE es distribueix en format paper (també hi és en format digital al SIG-Bombers). Les característiques d'aquesta cartografia són:

- Cobertura de tot el territori de Catalunya
- Escala 1:25.000
- Equidistància 10 m
- Doble sistema de coordenades: UTM i geogràfiques
- Datum ETRS89
- Sistema de posicionament i de referència complementari, el codi SOC
- Representació clara de les infraestructures operatives.

5.1. Base cartogràfica

La COE es desplega a partir de la base cartogràfica de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), que és l'organisme oficial de Catalunya encarregat de la producció i gestió de la informació geogràfica i cartogràfica del territori.

Sobre aquesta base cartogràfica (corbes de nivell, cursos d'aigua, xarxa viària, topònims, etc.), Bombers complementem la COE amb capes d'informació pròpies (les seves bases de dades i punts d'interès) adaptades a les nostres necessitats operatives, com ara xarxa de pistes principals, ubicació d'hidrants, punts de risc, benzineres, i altres dades rellevants per a la gestió d'emergències.

5.2. Elements específics

5.2.1. Xarxa de camins

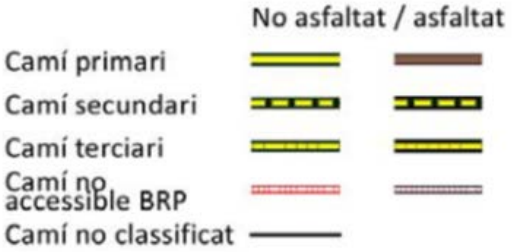
Es consideren camins els elements de la xarxa viària que no són ni carretera, ni autopista, ni carrer, ni corriol. La xarxa bàsica de camins és aquella que permet moure's pel territori amb tota fiabilitat durant tot l'any, i que és utilitzada diàriament per l'activitat rural i urbana. A la cartografia operativa, els camins es classifiquen en primaris, secundaris, terciaris o no accessibles a BRP (Bomba Rural Pesada).

- **Primari:** És possible el creuament de dos vehicles pesats (BRP) amb seguretat en qualsevol punt del traçat. És a dir, tenen una amplada mínima de 6 m. Es representa amb una línia groga contínua.
- **Secundari:** És possible el creuament de dos vehicles pesats en alguns punts amb sobreample de la via, que no estiguin molt separats (cada 100 a 150 m). És a dir, que si dos camions es troben de cara, un d'ells no haurà de fer marxa endarrere més de 150 m. El camí té una amplada entre 3 i 5 m, i els sobreamples més de 5 m. Es representa amb una línia groga amb un puntejat verd (més groc que verd).
- **Terciari:** No és possible el creuament amb seguretat de dos vehicles pesats , ja sigui perquè no hi ha sobreamples o bé perquè aquests estan massa allunyats. Tenen una amplada mínima de 3 m. Operativament s'han de considerar d'un sol sentit de circulació o establir algun control de circulació (via radio) per evitar que es trobin dos camions de cara a mig tram. Es representen al mapa amb un traç amb alternança de groc i verd fosc.



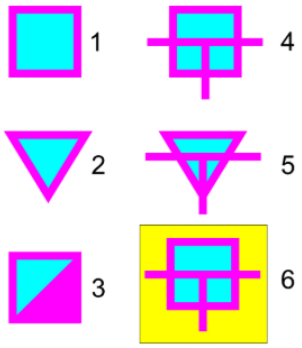
- **No accessibles a BRP:** Totes aquelles vies que, per amplada insuficient o altres condicions (pendent, corbes massa tancades, ferm intransitable...) no són aptes per circular amb un camió. En general, sí que seran accessibles amb vehicle lleuger. Es representen amb un traç discontinu vermell sobre blanc, amb vores vermelles.
- **No classificades:** La resta de camins que figuren a la base cartogràfica, i que no es coneixen les seves característiques (no s'han revisat) es consideren no classificades. No vol dir que no s'hi pugui passar amb camió, vol dir que no se sap a priori amb el mapa, i caldrà revisar-ho abans d'entrar-hi. Es representen amb un traç negre continu.

Si no estan pavimentades (asfalt o formigó) tenen les vores del traç de color verd (vermell les no accessibles a BRP).
En el cas d'estar pavimentades el color del lateral és negre, i les primàries canvien el traç central de groc a marró.



5.2.2. Punts d'aigua

Es considera punt d'aigua qualsevol lloc on es pugui omplir el camió de bombers. Per una banda tenim basses, piscines i dipòsits, naturals o fets per l'home.



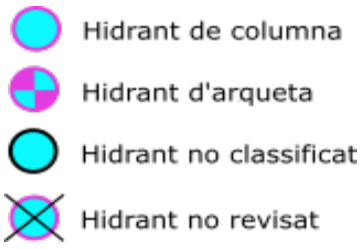
Com es mostra a la llegenda (vegeu figura), es diferencien els punts d'aigua segons siguin bassa o piscina (1), punt d'aigua natural (2) o dipòsit cobert (3), si són accessibles per helicòpters (una T sobre el símbol, 4 i 5) i d'ús públic (fons groc, 6).

També se simbolitza de manera diferenciada els punts d'aigua que conformen la xarxa bàsica de punts d'aigua per a incendis forestals (PAIF). Els PAIF són reserves d'aigua que compleixen les característiques següents:

- Una capacitat superior als 200 metres cúbics (també inclou els punts d'aigua construïts sota l'antic criteri de capacitat superior als 120 metres cúbics)
- Accessibles per mitjans aeris (helicòpters) i per mitjans terrestres d'extinció d'incendis forestals.
- Amb mecanismes establerts per al manteniment del punt d'aigua amb les característiques de xarxa bàsica.



Per altra banda tenim els hidrants, que es representen segons si són de columna (fàcilment visibles al terreny), d'arqueta (més difícils de localitzar) o no classificat (no se sap el tipus). Si tenen una aspa al damunt indica que fa temps que no ha estat revisat, i no és garantia de funcionament.



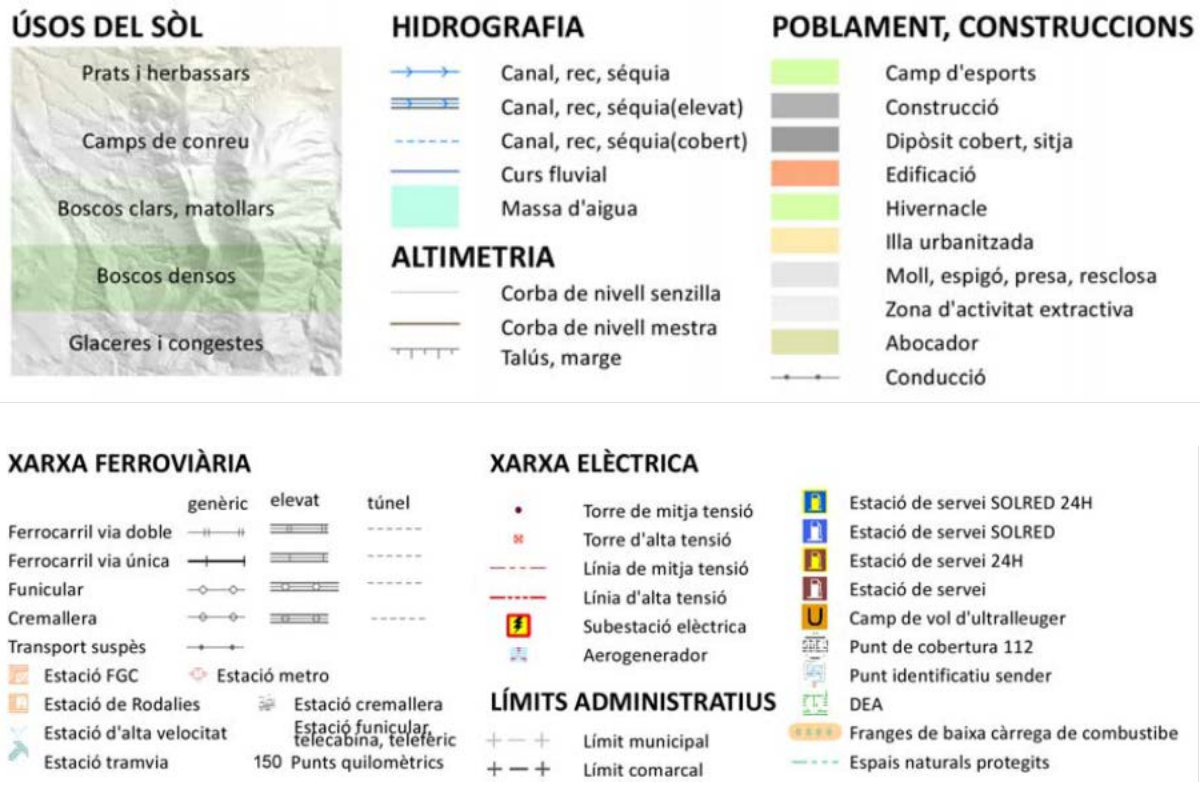
5.2.3. Altres infraestructures

La COE també incorpora altres infraestructures d'interès per a les tasques del Cos de Bombers:

- Franges de baixa càrrega de combustible
- Punts de guaita
- Parcs de bombers
- Torres, línies i subestacions elèctriques
- Estacions de servei
- Heliports i bases
- Repetidors de la xarxa Rescat
- Punts de cobertura 112
- DEA

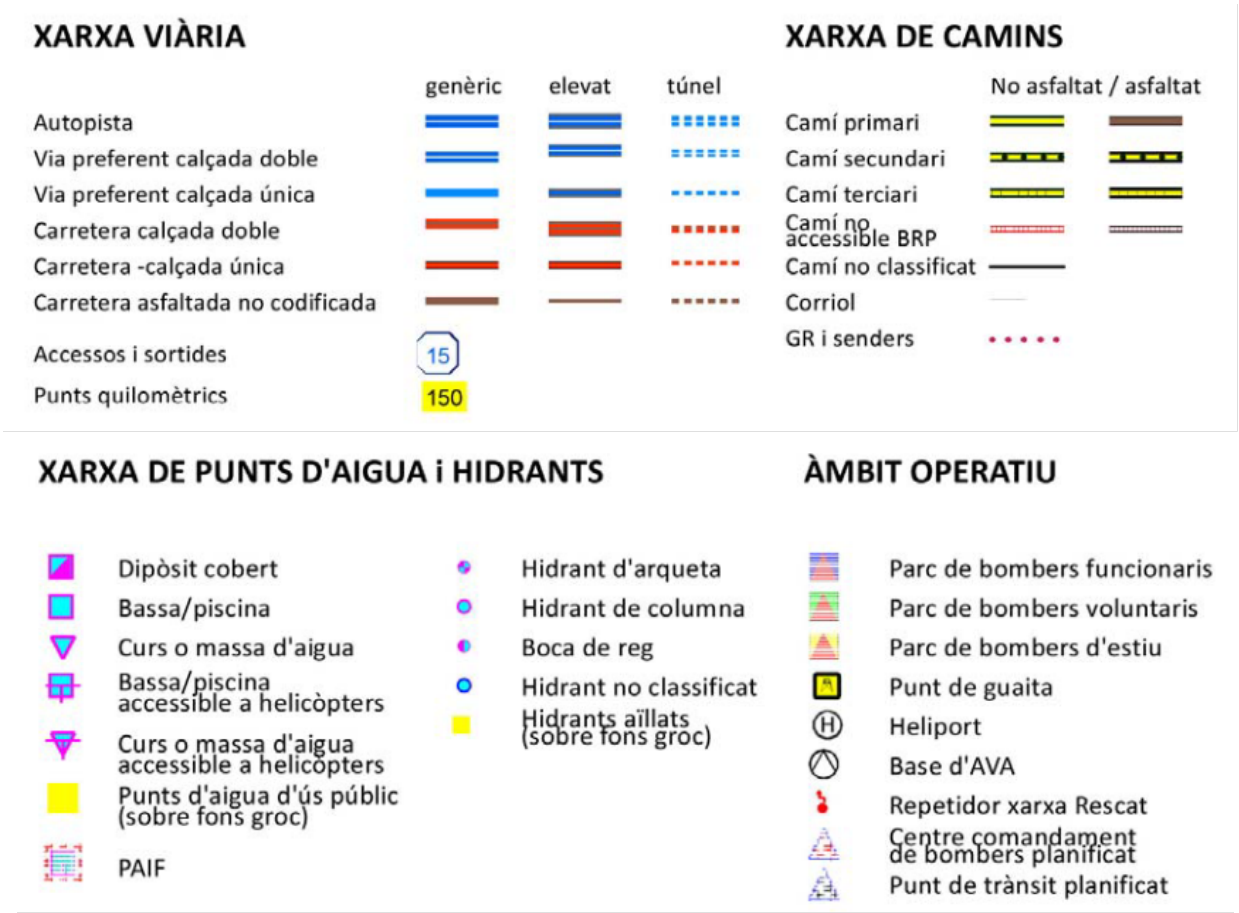
5.2.4. Llegenda

La llegenda és extensa i està formada per dues llegendes: la genèrica i l'operativa.
A la **llegenda genèrica** es descriuen els símbols genèrics del mapa topogràfic de base de l'ICGC i d'altres elements incorporats per la seva importància per als bombers, com les subestacions elèctriques o els punts de cobertura 112, entre d'altres.



A la **llegenda operativa** es descriuen els símbols associats a cada una de les infraestructures operatives de Bombers, com la xarxa de camins, els punts d'aigua i els hidrants i altres elements.

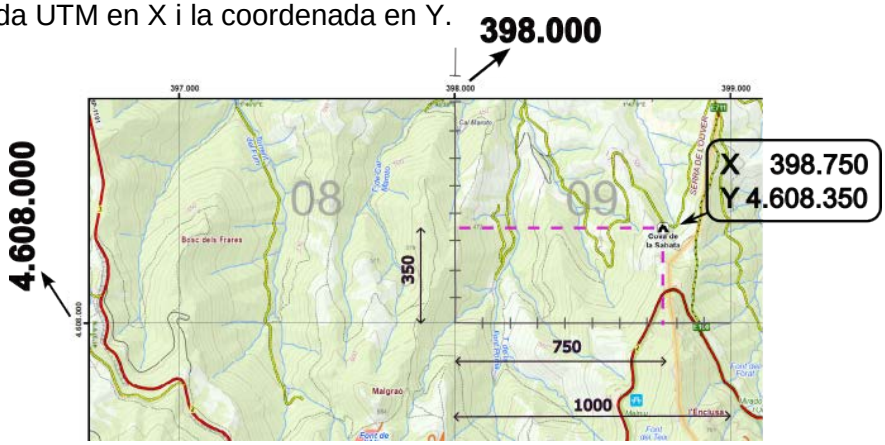
També s'inclou la xarxa de carreteres perquè la seva representació gràfica és específica dels bombers, ja que no segueix els criteris de l'ICGC: en color blau s'identifica la xarxa de carreteres i autovies, i en vermell les nacionals, comarcals i locals. La simplificació de la gamma de colors utilitzats facilita una millor lectura de la xarxa de pistes i camins forestals, que són elements rellevants durant les tasques d'extinció dels incendis forestals.



5.2.5. Sistema de coordenades

Sobre impressionada al mapa hi ha una quadrícula ortogonal coincident amb les coordenades UTM quilomètriques. A la vora exterior del mapa, per cada línia de la quadrícula hi ha la corresponent coordenada UTM en metres.
Per conèixer la coordenada UTM d'un punt del mapa, hem de mesurar la distància en X i Y a la cantonada inferior esquerra del quadrat de la quadrícula amb un regle, i fer el càlcul amb l'escala del mapa, mitjançant l'escala gràfica, o fins i tot es pot fer aproximadament dividint el quadrat en 10 parts (una desena part = 100 m). Així obtenim els metres a l'origen del quadrat,

i buscant a les vores la coordenada de l'origen d'aquest, sumem els valors i obtenim la coordenada UTM en X i la coordenada en Y.



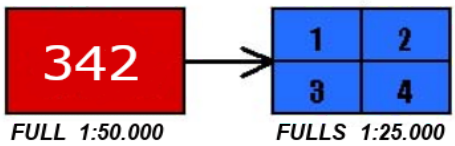
De la mateixa manera, si tenim una coordenada, podem ubicar-la al mapa.
A les vores del mapa també trobarem les coordenades geogràfiques, com a complement de les UTM, però no són coincidents amb cap quadrícula, cosa que dificulta una mica el seu ús.

5.3. Codificació de mapes

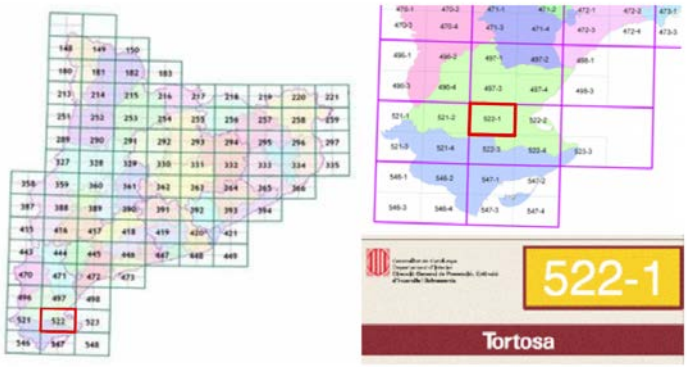
5.3.1. Identificació del mapa

La COE impresa en paper s'organitza en una col·lecció de mapes, cadascun d'ells amb un codi propi que ens permet identificar-lo inequívocament. Aquest codi és el que fa servir l'Instituto Geográfico Nacional (IGN) per numerar el Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000.

Tot el territori espanyol està dividit en fulls a escala 1:50.000, identificats amb un numero de 3 xifres. Cada full es divideix en 4 parts per obtenir els mapes a escala 1:25.000, a cada part se li assigna un número del 1 al 4, corresponent a la porció del full (d'esquerra a dreta i de dalt a baix).



Així per referir-nos a un mapa de la col·lecció COE hem de dir el codi MTN 1:25.000.

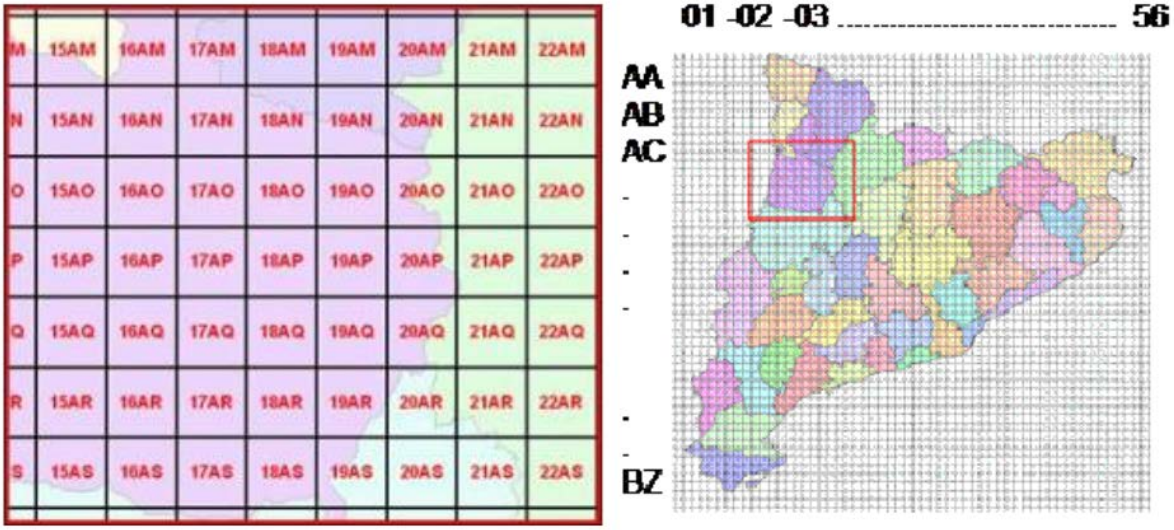


El mapa que veiem a la imatge anterior és el número 522-1. La manera correcta d'anomenar-lo seria: *Mapa 522 full 1*. A més de la numeració, els mapes de la cartografia operativa, també es troben identificats pel topònim de la població més representativa de la zona, en aquest cas, *Tortosa*.

5.3.2. El codi SOC

El **Sistema d'Orientació Cartogràfica** (SOC) és un sistema de coordenades propi dels mapes de la Cartografia Operativa d'Emergències, que sorgeix de la necessitat de localitzar una posició damunt del mapa de forma ràpida i intuïtiva. Aquest sistema de coordenades se sobreposa i utilitza la quadrícula quilomètrica de les coordenades UTM.
El SOC s'estructura en dos nivells de concreció denominats: *quadrant i secció.*

El **quadrant** identifica un reticle de 5×5 km i utilitza una combinació de dos números i dues lletres. Els números creixen d'oest a est, i les lletres de nord a sud.



Cada quadrant se subdivideix en 25 quadrats d'1x1 km anomenats **seccions**, numerats de l'1 al 25 (d'oest a est i de nord a sud). La quadrícula de les seccions coincideix amb les coordenades UTM quilomètriques.

La coordenada SOC és la unió del codi del quadrant i la secció dins del quadrant. Als mapes de la cartografia operativa el codi SOC es representa al centre de la quadrícula corresponent; el quadrant al centre de la quadrícula cinc-quilomètrica en color vermell, i la secció al centre de la quadrícula quilomètrica en color gris. Els límits del quadrant també són una mica més gruixuts que els de la secció per facilitar la lectura del codi SOC al mapa.

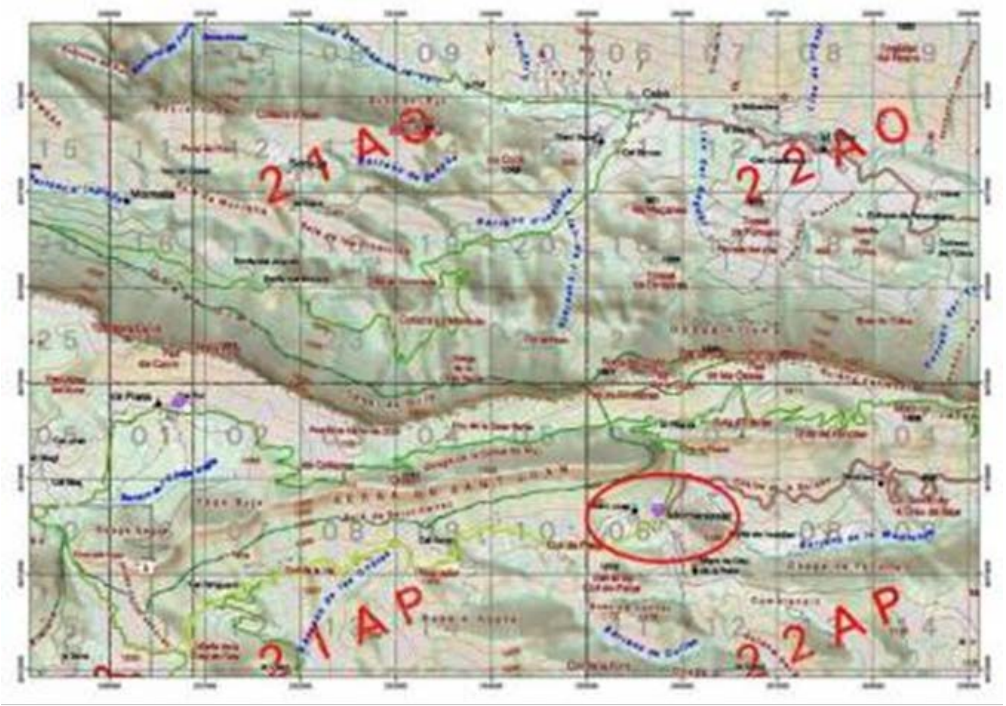
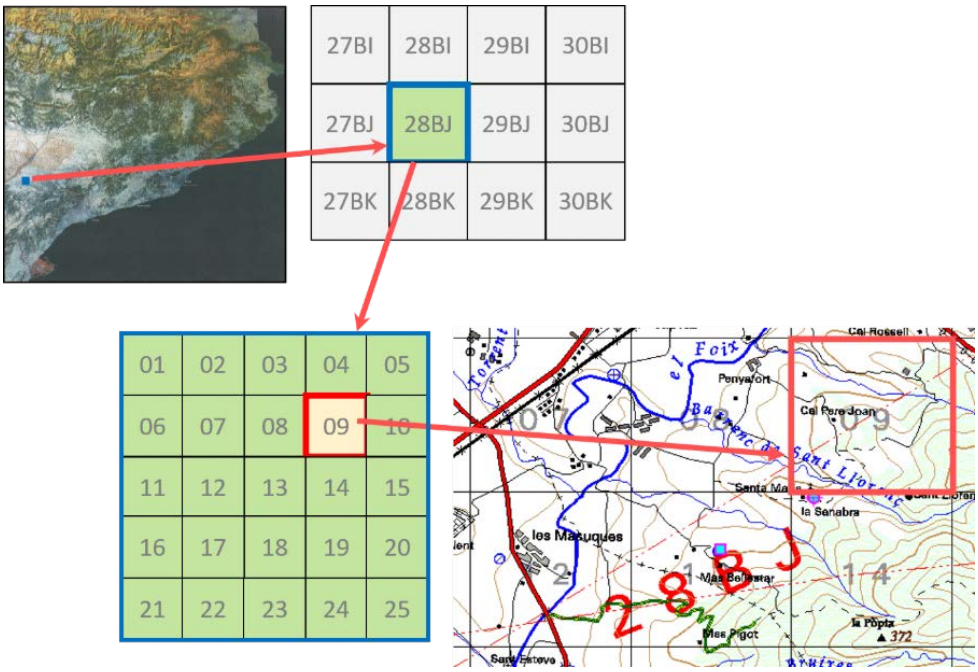


Figura: El codi SOC a la cartografia operativa

De la imatge anterior veiem que el codi SOC de la població de Montanissell és 22AP06.
En aquest altre exemple es pot identificar que la masia cal Pere Joan està situada al SOC 28BJ09:



6. SIG – Sistemes d'informació Geogràfica

Els SIG són eines informàtiques que permeten recollir, emmagatzemar, analitzar i representar informació geogràfica. Combinen dades cartogràfiques (mapes, coordenades, imatges de satèl·lit) amb dades descriptives (població, usos del sòl, infraestructures...) i permeten entendre millor la relació entre el territori i la informació.

En condicions ordinàries, en què es disposa de comunicacions a través de la telefonia i de les xarxes telemàtiques, els sistemes d'informació geogràfica (SIG) constitueixen una font essencial d'informació georeferenciada, tant en l'àmbit de treball de camp com en els centres de comandament i les sales de control. Aquesta disponibilitat constant de dades pot generar, però, una elevada dependència del sistema.

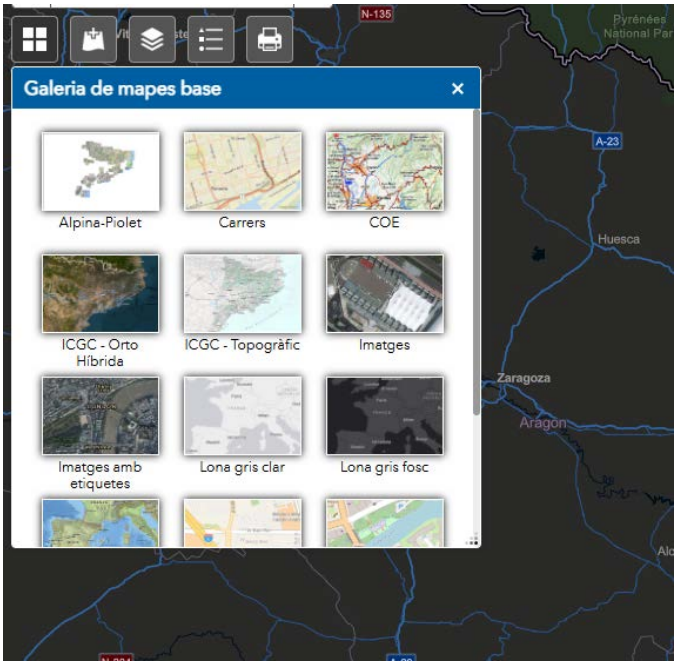
L'evolució de la tecnologia aplicada als sistemes d'informació geogràfica (SIG) ha afavorit l'obtenció i la gestió d'una gran diversitat de dades. Aquestes dades poden provenir tant de la presa directa al camp, mitjançant dispositius de mobilitat i sensors portàtils, com de la producció d'organismes i entitats especialitzades que generen informació de caràcter tècnic i altament estructurat.

L'arquitectura pròpia dels SIG, basada en la interconnexió i interoperabilitat dels diferents components, facilita el treball col·laboratiu i simultani de múltiples usuaris en temps real. Aquesta característica és especialment rellevant en situacions d'emergència, ja que la integració de tota la informació disponible dins del sistema permet construir una consciència situacional comuna i actualitzada, essencial per a la coordinació d'accions i la presa de decisions eficients.



6.1. Mapes base

Els sistemes SIG ens permeten escollir entre una gran varietat de mapes base sobre els qual anirem carregant les diferents capes d'informació. Podem adaptar el mapa base a les necessitats de cada moment.

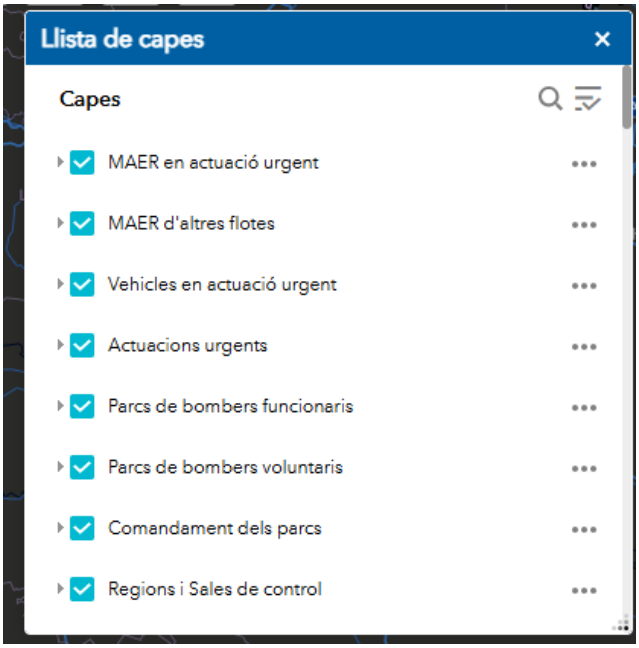


6.2. Capes

En els sistemes d'informació geogràfica (SIG), la informació es gestiona i es representa mitjançant capes temàtiques, cadascuna de les quals conté dades relatives a un determinat fenomen o element del territori (hidrografia, xarxa de camins, posicionament dels vehicles, etc.). Aquest model de funcionament permet estructurar la informació d'una manera jeràrquica i modular, afavorint tant l'anàlisi com la visualització.

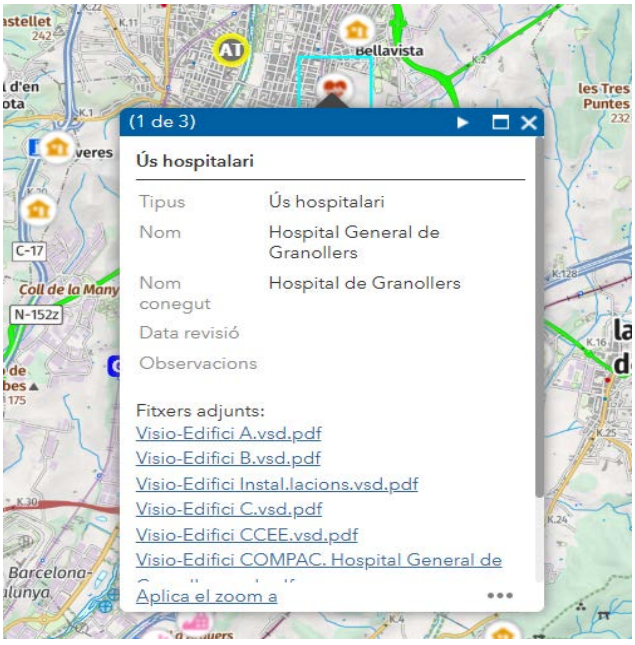
Les capes poden activar-se o desactivar-se segons les necessitats de l'usuari, la qual cosa facilita treballar únicament amb la informació rellevant per a una tasca concreta i redueix la complexitat visual. Així mateix, els sistemes ofereixen la possibilitat de configurar la visualització de cada capa, de manera que aquesta només es mostri a partir d'un determinat nivell d'escala o de zoom. D'aquesta forma, s'evita la sobrecàrrega d'informació en escales petites i es garanteix que les dades apareguin amb un grau de detall adequat al context de la representació.

Aquesta organització en capes confereix als SIG una gran flexibilitat, ja que permet integrar fonts d'informació diverses, gestionar-les de manera independent i combinar-les per generar una visió sintètica i coherent del territori.



6.3. Elements puntuals i maniobres

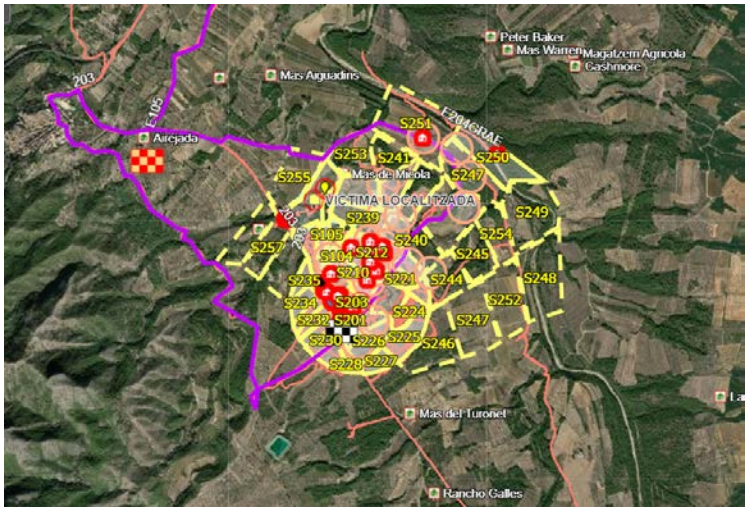
En els sistemes d'informació geogràfica (SIG), les capes d'elements puntuals permeten representar i gestionar punts concrets del territori amb interès específic, com ara hidrants, fàbriques, túnels o urbanitzacions. Aquests punts poden incorporar informació addicional mitjançant atributs associats, la qual cosa facilita la consulta i la presa de decisions en àmbits com la planificació urbana, la gestió d'infraestructures o l'actuació en emergències.

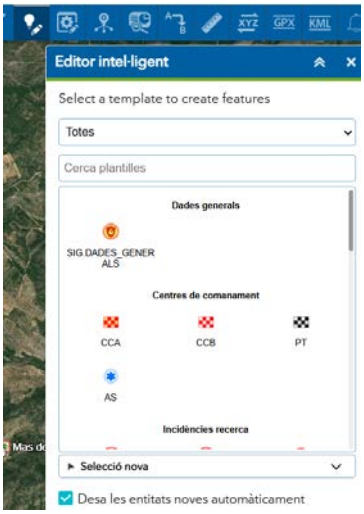


6.4. Edició d'elements gràfics

Un dels principals avantatges dels sistemes d'informació geogràfica (SIG) és la seva capacitat per compartir informació a través de l'edició d'elements gràfics sobre el mapa. Aquesta funcionalitat no només permet representar de manera immediata aspectes com maniobres, punts d'interès, accessos o zones d'evacuació, sinó que també possibilita que aquests elements siguin actualitzats i consultats de forma simultània per diferents usuaris.

Aquesta dimensió col·laborativa és especialment rellevant en la gestió d'emergències, on la rapidesa i la coordinació entre múltiples actors resulten determinants. Gràcies a la interconnexió dels sistemes, els equips de camp, els centres de comandament i altres organismes implicats poden compartir en temps real la informació geoespacial necessària, assegurant una consciència de la situació comuna. Això afavoreix la presa de decisions més eficient, redueix els riscos d'error i incrementa l'eficàcia de les operacions sobre el territori.





6.5. Eines disponibles

Els sistemes d'informació geogràfica (SIG) incorporen actualment un ampli ventall d'eines que permeten obtenir i gestionar informació amb un alt nivell de detall i precisió. Aquest conjunt de funcionalitats facilita tant el treball de camp com la coordinació des dels centres de comandament, i contribueix a millorar la capacitat d'anàlisi i resposta davant de situacions complexes.



Alguns exemples d'eines són: la cerca d'actuacions urgents a la zona visualitzada; el seguiment en temps real d'unitats i recursos; la funció de rastre, que registra els moviments efectuats, i les conversions de coordenades, que asseguren la compatibilitat entre diferents sistemes de referència.

A més, els SIG ofereixen filtres per a la gestió de flotes, que permeten visualitzar i analitzar només els recursos seleccionats, i eines d'anàlisi de població, útils per planificar actuacions segons la distribució i la densitat demogràfica. Totes aquestes funcionalitats, integrades en una mateixa plataforma, reforcen la capacitat dels usuaris per prendre decisions informades, optimitzar els recursos i garantir una resposta coordinada i eficient.