



La influència de l'entorn en els registres de temperatura a Andorra.

Comparació de l'evolució de la temperatura entre entorns naturals i urbanitzats

Guillem MARTÍN i BELLIDO



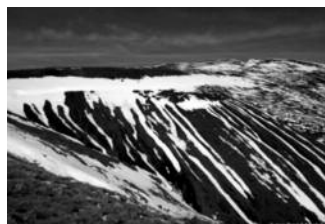
La climatologia determina el tipus de bosc i de sòl a través de les temperatures mitjanes, la humitat, el vent, les precipitacions i la irradiació solar. A la vegada, l'evolució del bosc, el seu creixement i el tipus de sòl influeixen el microclima de cada vessant de les muntanyes influenciant paràmetres com la temperatura, la humitat, el vent, la precipitació i la radiació solar. El bosc, però, és només una part del medi natural. Les tarteres, els matollars, els terrenys d'ús agrícola o els llacs són altres àrees naturals que interaccionen amb el bosc i acaben de determinar la climatologia de cada indret. En definitiva, la climatologia de cada indret a part de dependre de la distància als mars o oceans (continentalitat), de la latitud, de l'alçada i de l'orientació, també depèn del seu entorn, boscós, rocós, natural, agrícola o urbà. És aquest darrer tipus de sòl, l'urbà, on posarem en el focus, ja que és la porció de tipus de terreny que ha patit els canvis més importants els darrers anys al Principat d'Andorra.

Influència dels boscos en la climatologia

Paràmetre	Efecte al bosc	Impactes
Temperatura	Disminució de l'amplitud tèrmica (il·lustració 1).	Disminució del recurs hídric a causa de la fosa accelerada de la neu per manca de precipitació directa al sòl i manca de refredament nocturn (neu menys freda, neu més vulnerable a la fosa).
Humitat	Manté la humitat ambiental.	Formació de núvols baixos, formació de rosada i gegre, augmenta el recurs hídric a les clarianes.
Vent	Disminució de la velocitat del vent per fricció.	Sense gestió forestal augmenta la probabilitat de caiguda d'arbres en episodis extrems.
Precipitació	Disminueix la intensitat de precipitació (il·lustració 2).	Disminueix l'erosió del terreny, alhora que es redueix el recurs hídric en no arribar tanta precipitació al sòl.
Radiació	Ombres.	Disminució de l'albedo per enfosquiment de la superfície, sobretot a l'hivern.



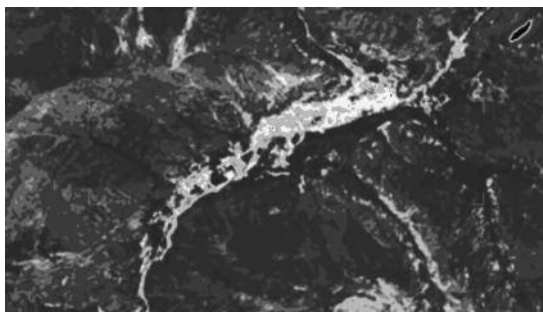
Il·lustració 1. El bosc limita l'acumulació de neu i n'accelera la fosa, com es veu al peu dels arbres



Il·lustració 2. Les àrees sense bosc són més vulnerables a l'erosió, com mostren aquests xaragalls de Claror causats per la tempesta del 21 de juliol del 2015

Canvi del tipus del sòl

Durant les darreres dècades, el Principat d'Andorra ha viscut un canvi en el usos i del tipus de sòl que a més de ser visible a simple vista o a través de satèl·lit, també queda palès en el registre de les temperatures. En termes generals, el bosc ha guanyat terreny en detriment dels espais naturals més oberts, s'ha densificat. El 2012 la cobertura boscosa (arbrat dens) ocupava una superfície del 40% del territori mentre que l'any 1995 el percentatge era del 38 %. D'altra banda, els espais urbanitzats han augmentat la superfície un 25% entre l'any 1995 i el 2012, i arriben a representar un 2,1% del total de la superfície del país (468 km²).¹



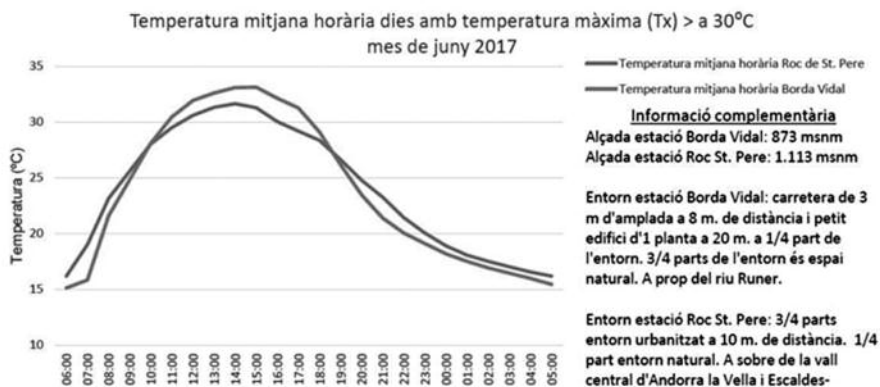
Il·lustració 3. Imatges provinents del canal NDVI (Normalized Difference Vegetative Index, que s'utilitza per avaluar la capacitat de reflexió la vegetació) del satèl·lit Sentinel II. La superior correspon al 8/7/94 i la inferior correspon al 15/7/15. Entre la primera i la segona es veu clarament el creixement urbà de l'àrea de Santa Coloma, la densificació urbana d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, el creixement urbanístic de l'àrea de la Comella, l'ampliació de vies de comunicació a l'entorn de FEDA i la transformació i ampliació d'àrees vegetals a la muntanya en àrees urbanes com al solà d'Engordany i la Plana d'Escaldes

Impactes en la temperatura de l'aire

Els canvis al sòl n'impliquen d'altres en l'intercanvi d'energia entre el sòl i l'atmosfera, fet que acaba reflectint-se a la temperatura de l'aire, la humitat i el balanç energètic global. La temperatura depèn bàsicament de la massa d'aire de l'atmosfera però es veu influenciada per la calor que desprenen els cossos i terreny del seu entorn, que a la vegada depenen de la seva capacitat d'evapotranspiració. Des de principis dels anys 90 podem analitzar les dades de temperatura del fons de vall d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany, on la trama urbana ha guanyat terreny i l'efecte de l'illa de calor genera un impacte cada vegada més important. Si estudiem els valors extrems de la temperatura (temperatures màximes situades dins del percentil 90) en aquests indrets veiem com cada vegada es registren valors més alts, un augment de temperatures que es veu amplificat a causa del canvi climàtic.

Si analitzem el comportament de les temperatures en entorns on la trama urbana ha guanyat protagonisme i els comparem amb indrets on l'espai natural s'ha mantingut més o menys constant durant els darrers anys, observem canvis allà on l'entorn ha canviat. Per estudiar els canvis del comportament de la temperatura al fons de vall d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany hem utilitzat l'estació del Roc de Sant Pere, mentre que per estudiar-lo en un entorn que ha patit menys canvis hem utilitzat les estacions de les Salines i la Borda Vidal.

El comportament de la temperatura ve determinat per la seva evolució horària, la variació d'una hora a una altra. L'estudi s'ha basat en esbrinar com varia la temperatura cada hora en aquestes dues estacions i s'ha corroborat que en entorns urbanitzats les temperatures tarden més a refredar-se després d'assolir la màxima. En paraules tècniques, la velocitat de refredament és inferior a les àrees urbanes (il·lustració 4).



Font: Servei meteorològic - Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic - Ministeri de Medi Ambient, Agricultura i Sostenibilitat

Aquesta velocitat de refredament ha disminuït durant els darrers trenta anys a l'estació del Roc de Sant Pere a raó de 0,7 °C per dècada durant el període de refredament. Aquest

període és el comprès entre el moment que s'assoleix la temperatura màxima i el moment en què la temperatura assoleix el mínim el matí següent. A més, durant aquests 30 anys, de mitjana, s'ha perdut 1 hora de refredament, és a dir que les temperatures altes són més persistents. A les Salines, en canvi, on l'entorn ha patit pocs canvis, la velocitat de refredament ha disminuït lleugerament a raó de 0,2 °C per dècada. Per tant, encara que a les Salines també es noten els efectes de l'escalfament global, amb temperatures mitjanes més altes, menys dies glaçats i més dies d'estiu, el comportament de la temperatura, és a dir, a quina velocitat s'escalfa i a quina es refreda al llarg del dia, ha variat poc, i a més ho ha fet inversament al comportament del Roc de Sant Pere.

Conclusions

Si tenim en compte que els boscos són una peça clau en la lluita contra el canvi climàtic, hem de gestionar-los per tal que esdevinguin fonamentals per limitar l'augment de les temperatures. Ja sigui pel que fa a absorció de CO₂ com en el balanç energètic global a través de l'albedo. Una superfície terrestre més clara reflectirà més energia que una superfície més fosca, i tota energia no absorbida ja no provocarà escalfament. Les clarianes del bosc, els boscos de fulla caduca i, sobretot, les àrees urbanes amb menys ciment esdevenen superfícies més clares, amb més capacitat de reflexió d'energia i, per tant, menys calentes. En un context de canvi climàtic, on al Pirineu s'està registrant un augment de temperatura superior als 0,3 °C per dècada, és necessari eliminar els multiplicadors d'aquest efecte. La renaturalització dels fons de vall d'Andorra pot esdevenir un factor clau en l'adaptació al canvi climàtic per no amplificar l'escalfament global. També per poder mantenir la qualitat de vida i les activitats econòmiques més sensibles a l'augment de les temperatures, com les estacions d'esquí que arriben a cotes baixes i fons de vall (sobretot Soldeu i el Tarter).

Guillem Martín i Bellido,
físic i meteoròleg

Nota

1- Mapa de cobertes del sòl 2012. Font: CENMA – IEA.