

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del **MiraMon** en altres entorns, com per exemple l'R

Mario Padial Iglesias
Abel Pau Garcia
Xavier Pons Fernández

CREAF – UAB
Versió 3



Amb el suport de:



Taula de continguts

Introducció.....	3
Materials i mètodes	3
Entorn d'instal·lació del MiraMon	7
Entorn d'instal·lació de l'R i l'RStudio	8
Instal·lació de paquets (<i>packages</i>) de l'R	10
Exemple de rutines de l'R amb l'RStudio	10
Resum.....	17
Referències	18

Introducció

El present document proporciona orientacions per al treball complementari entre l'entorn del programari de SIG i Teledetecció MiraMon i altres, com ara el paquet estadístic R, amb la finalitat que la seva interconnexió resulti el màxim d'operativa. En la present versió del document s'aborda el cas del treball amb formats vectorials del MiraMon, atès que és el que presenta més particularitats per la natura, habitualment més complexa, dels models de dades vectorials. El cas de formats ràster podrà ser abordat amb més detall en futurs documents, però en tot cas la via TIF o la via ASCII solen proporcionar una via de sortida i de reentrada al MiraMon prou convenientes. Tanmateix, per a major completesa del present document, l'exemple transformarà, ja en R, dades que clàssicament es tracten en un model ràster a un model vectorial, enriquint així encara més l'exemple. Es podria també optar per convertir totes les dades inicials en TIF a punts, tot i que seria menys eficient la transferència.

L'objectiu, doncs, és mostrar la lectura de formats vectorials del MiraMon en l'entorn de l'R, un exemple del processament de les dades en aquest entorn i la tornada a l'entorn de partida del MiraMon.

Per assolir aquest objectiu, l'exemple aborda la realització d'una **classificació temàtica categòrica de dades de teledetecció a través de dos algorismes supervisats** en l'entorn de l'R: les **màquines de vectors de suport (Support Vector Machines)** i els **Boscors aleatoris (Random Forests)** no disponibles en l'entorn del MiraMon a la data de redacció d'aquest exemple. La classificació temàtica proporcionarà un mapa d'usos i cobertes del sòl en l'entorn de Delta de l'Ebre.

Materials i mètodes

L'àrea considerada és un sector de les Terres de l'Ebre, escollit per la seva variabilitat d'usos i cobertes del sòl al llarg de la transició entre els terrenys deltaics i les serralades del Montsià i Godall, les grans planes sedimentàries i el massís dels Ports de Beseit.

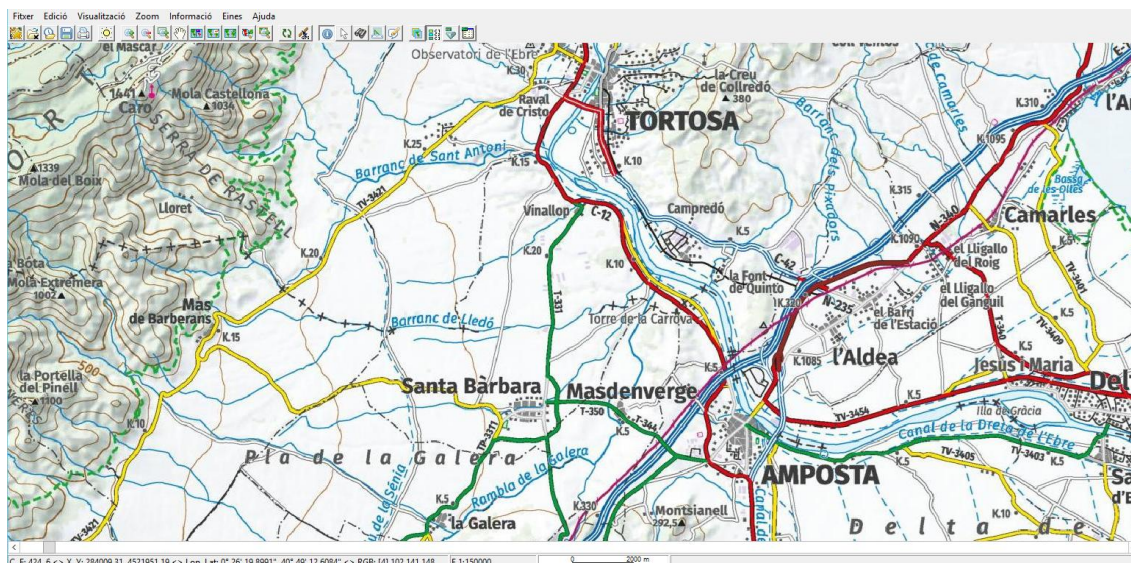


Figura 1. Àmbit de l'exemple a l'entorn del Delta de l'Ebre.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

Quant a materials utilitzats, es disposa d'un conjunt d'**àrees de veritat terreny** obtingudes amb criteris de filtratge per la millora de la seva qualitat temàtica (Padial-Iglesias et al., 2021), generades en format vectorial de punts (**PNT**) del MiraMon ([Eines -> Conversió ràster-vector -> Vectorització de ràsters a punts...](#)) i retallades a l'àmbit d'anàlisi.

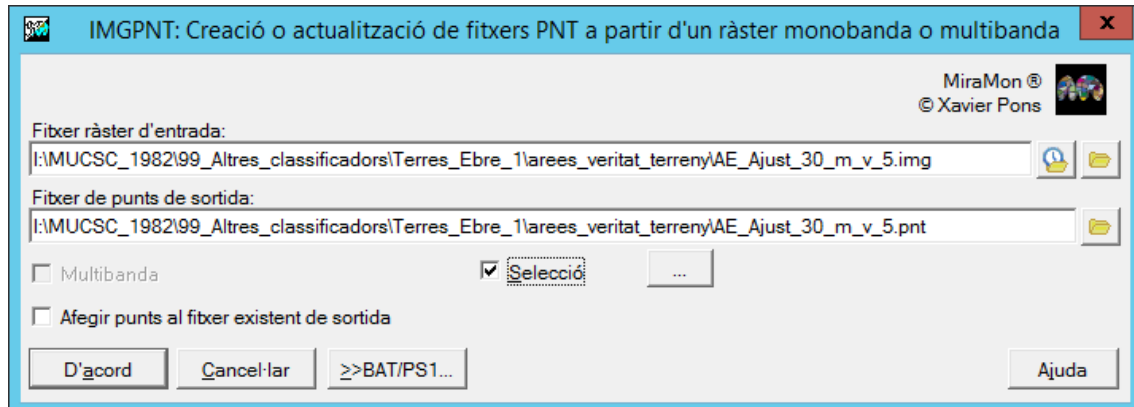


Figura 2. **IMGPNP**: Creació o actualització de fitxers PNT a partir d'un ràster monobanda o multibanda.

D'altra banda, es van obtenir **imatges dels sensors MSS i TM de Landsat** de 30 m de resolució espacial centrades en l'any 1982 $\pm$ 2 anys i distribuïdes al llarg de l'any (des del mes de març fins a setembre). Es van mosaïcar temporalment i espectralment, i finalment van ser retallades a l'extensió de l'àmbit d'anàlisi ([Eines -> Organització espacial -> Retall de capes...](#)). Totes aquestes imatges es disposen en format ràster (**TIFF**), resultat de la conversió entre formats TIFF i IMG del MiraMon.

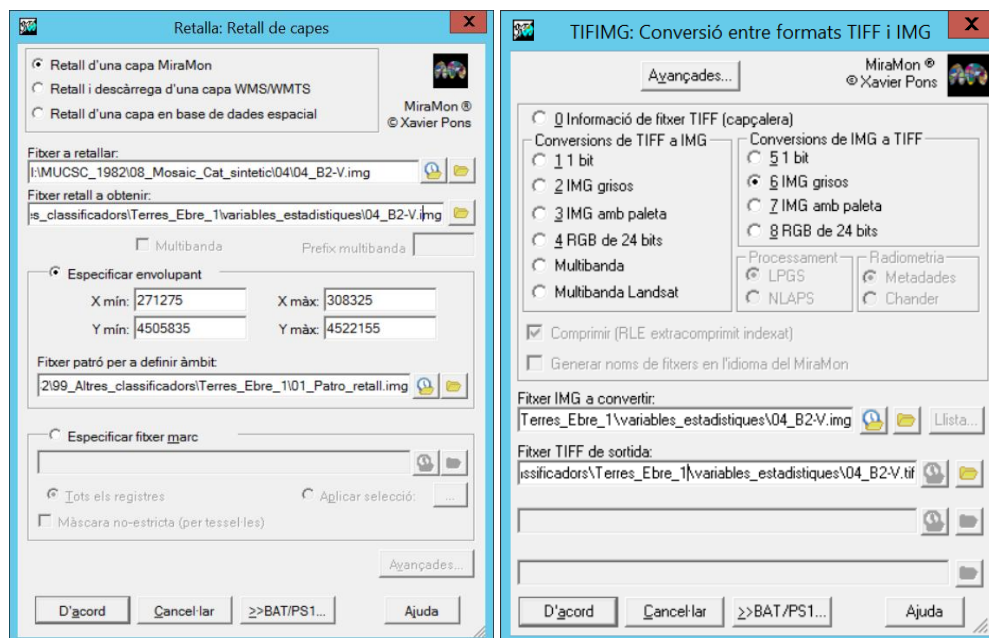


Figura 3. **Retalla**: Retall de capes i **TIFIMG**: Conversió entre formats TIFF i IMG.

Com exemple de l'àmbit d'estudi, a la figura següent es mostra dues combinacions de bandes entre dates molt contrastades, on es pot veure el típic contrast fenològic de les cobertes naturals i agrícoles existents en la zona.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

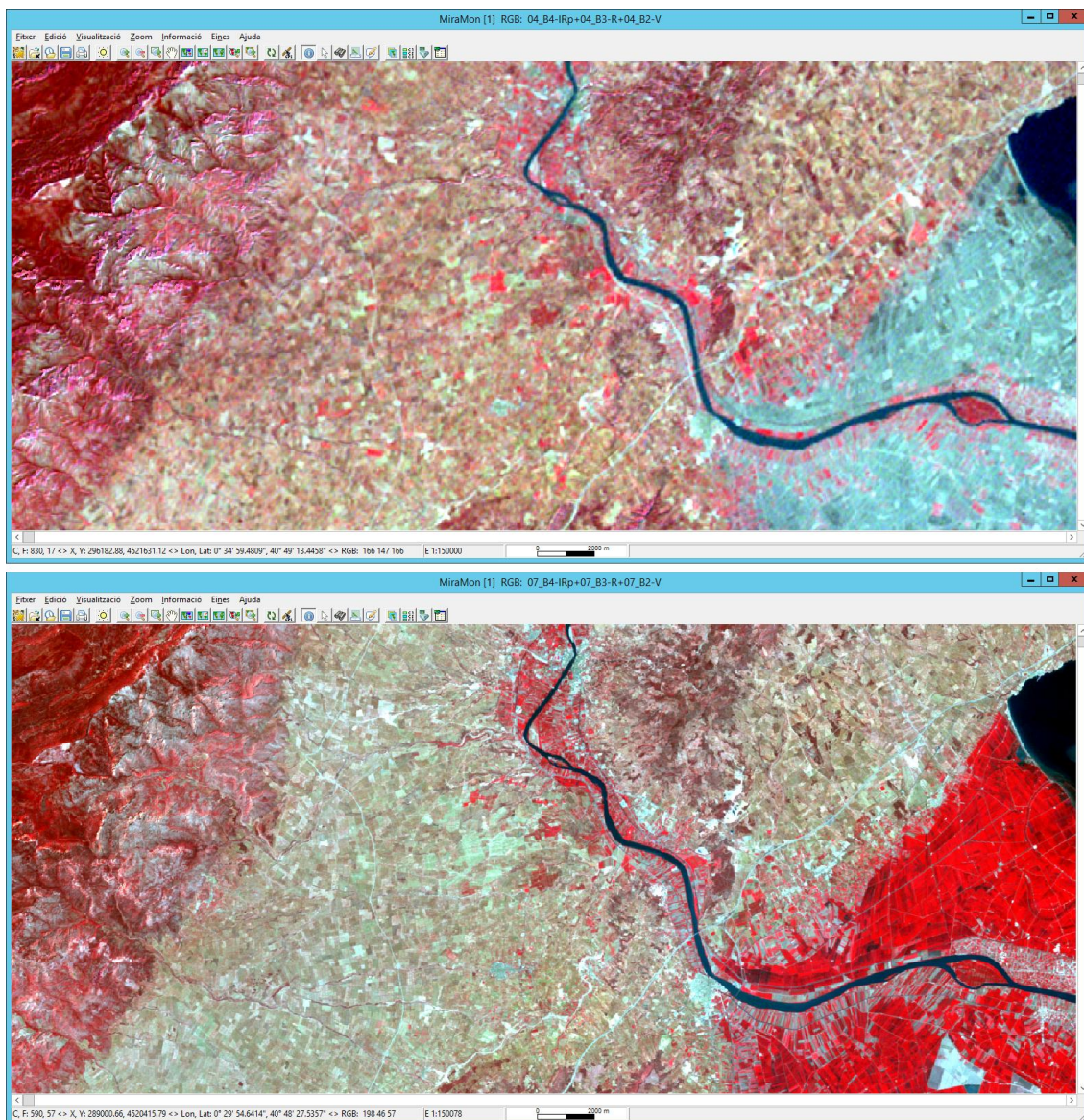


Figura 4. Combinació RGB [IRp, Vermell, Verd] pel mesos d'abril i juliol de les bandes mosaicades.

Quant a la metodologia emprada, es va dur a terme un (i) pre-processament/preparació de les dades en l'entorn del MiraMon, (ii) seguit de la lectura des de l'R de les imatges ràster i les àrees de veritat terreny (format PNT vectorial). Una vegada les dades adequadament preparades, aquestes s'utilitzen per a (iii) l'ajust/generació dels models de classificació i (iv) l'exportació de les dades de nou cap a l'entorn del MiraMon. D'altra banda, (v) l'avaluació de la qualitat temàtica es fa amb les eines de MiraMon, a partir de la generació de matrius de confusió.

Específicament, la lectura de les dades vectorials (PNT) del MiraMon es fa a través del paquet “sf” (versió 1.0-19) de l'R, que conté el *driver* **MiraMonVector** a dins del catàleg de *drivers* del GDAL (a partir de la versió 3.9 de GDAL). Per a més detalls sobre els *drivers* (ràster i vectorials) implementats al GDAL es poden consultar les pàgines web: [Vector drivers — GDAL documentation](#) i [Raster drivers — GDAL documentation](#).

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

```
> sf::st_drivers()
```

	name	long_name	write	copy	is_raster	is_vector	vs_i
MiraMonVector	MiraMonVector	MiraMon Vectors (.pol, .arc, .pnt)	TRUE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
TIGER	TIGER	U.S. Census TIGER/Line	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
AVCBin	AVCBin	Arc/Info Binary Coverage	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
AVCE00	AVCE00	Arc/Info E00 (ASCII) Coverage	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE
HTTP	HTTP	HTTP Fetching Wrapper	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE
PDF	PDF	Geospatial PDF	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
MBTiles	MBTiles	MBTiles	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
BAG	BAG	Bathymetry Attributed Grid	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

```
> sf::sf_extSoftVersion()
```

GEOS	GDAL	proj.4	GDAL_with_GEOS	USE_PROJ_H	PROJ
"3.13.0"	"3.10.1"	"9.5.1"	"true"	"true"	"9.5.1"

Figura 5. Driver **MiraMonVector** a través de les llibreries GDAL (a partir de la versió 3.9) disponible en el paquet "sf" (a partir de la versió 1.0-19). Solament es mostren alguns dels drivers, però la llista completa es pot consultar executant la sentència `sf::st_drivers()`.

D'altra banda la lectura de les imatges ràster (**TIFF**) es fa utilitzant del paquet "**Terra**", el qual permet una gestió òptima d'informació ràster i la seva relació/operativitat amb les dades vectorials.

En un pas previ a la classificació es realitza l'extracció dels valor de les bandes radiomètriques per a cada punt d'entrenament. A més, caldria fer les adaptacions necessàries al conjunt de dades (detecció i emplenat de dades mancants, eliminació de camps innecessaris, ordenació de les variables, assignació de la variable explicada—les classes temàtiques— com a factor, etc.) prèviament a ser utilitzades en la fase de classificació. En aquest sentit, l'entorn de l'R permet fer una gestió adequada d'aquest procés.

La fase de classificació es compon d'una primera part en la qual es fa l'ajust dels models—amb paràmetres per defecte—i una segona part en la qual, a partir del model ajustat, es fan les prediccions sobre el conjunt de bandes radiomètriques de tot l'àmbit d'anàlisi. Com a resultat s'obté la classificació de tot el territori. Aquest resultat es transformat a un format vectorial de punts per la seva escriptura en format de punts (*.pnt) del MiraMon, tasca que, de nou, es fa a través del **driver MiraMonVector**, disponible via GDAL, i contingut al paquet "sf" ja esmentat.

Una vegada obtingudes les classificacions en format de punts, des de l'entorn de MiraMon aquestes es rasteritzen per obtenir un ràster temàtic. Finalment, s'avalua la qualitat temàtica de les classificacions a partir de la generació de les matrius de confusió, utilitzant, per a això, àrees de test independents i no utilitzades en la fase d'entrenament dels models.

A la Figura 6, es mostra el diagrama de flux dels principals passos realitzats.

Tota aquesta operativa requereix tenir instal·lats a l'ordinador les últimes versions tant del **MiraMon** com de l'**R**. A la següent secció es fa un petit recordatori d'adreces web a partir de les quals poder accedir a aquests programaris.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

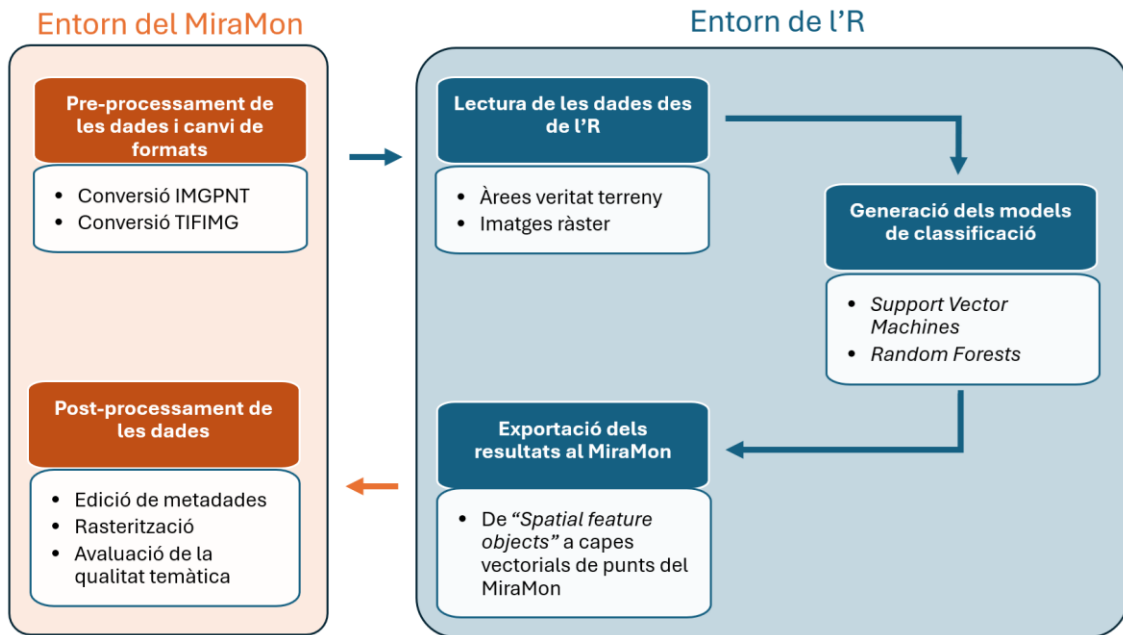


Figura 6. Diagrama de flux dels processos i entorn en els quals es desenvolupen.

Entorn d'instal·lació del MiraMon

Des del web de descàrrega i actualització del MiraMon < <https://www.miramon.cat/mus/cat/index.htm> > es pot accedir a la darrera versió del programari (versió 10 en la data d'aquest document). Una vegada descarregat l'instal·lador, cal seguir els passos suggerits. A la següent adreça es pot accedir al manual de descàrrega i instal·lació del MiraMon:

https://www.miramon.cat/mus/Tutorials_Installacio/Tutorial_Installacio_MiraMon_10_Generica.pdf



Figura 7. Plana web de descàrrega del MiraMon.

Entorn d'instal·lació de l'R i l'RStudio

R < <https://www.r-project.org/> > és un llenguatge de programació en si mateix. Amb R, es pot escriure codi per a l'anàlisi de dades, la creació de gràfics, la manipulació de dades, etc. R és una eina potent per a estadístics, científics de dades i analistes.

RStudio < <https://posit.co/products/open-source/rstudio/> >, en canvi, és un entorn de desenvolupament integrat (IDE) que facilita el treball amb l'R. Aquest proporciona una interfície gràfica d'usuari que inclou un editor de codi, una consola, eines per a la depuració, o la gestió de paquets, entre d'altres. L'RStudio fa que sigui més fàcil escriure, executar i depurar codi R.

L'**RStudio Desktop** requereix una versió del programari **R** sobre la qual operar, i que ha de ser una versió R 3.6.0 o superior.

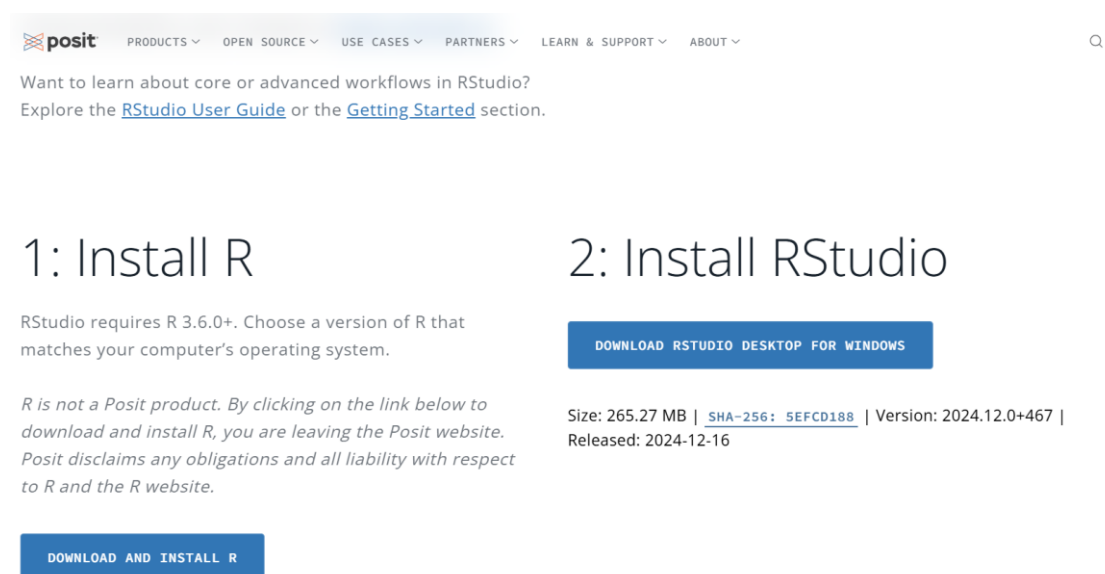


Figura 8. Vista de la web de descàrrega de l'R i de l'RStudio.

Primer cal, doncs, instal·lar l'R, i per a fer això cal anar a **Install R – Download and Install R**. Aquesta acció dona accés al web de descàrrega de l'última versió del programa, en aquest cas la versió **4.2.2** de l'R, disponible per diferents plataformes, en particular [Linux \(Debian, Fedora/Redhat, Ubuntu\)](#), [macOS](#) i [Windows](#).

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

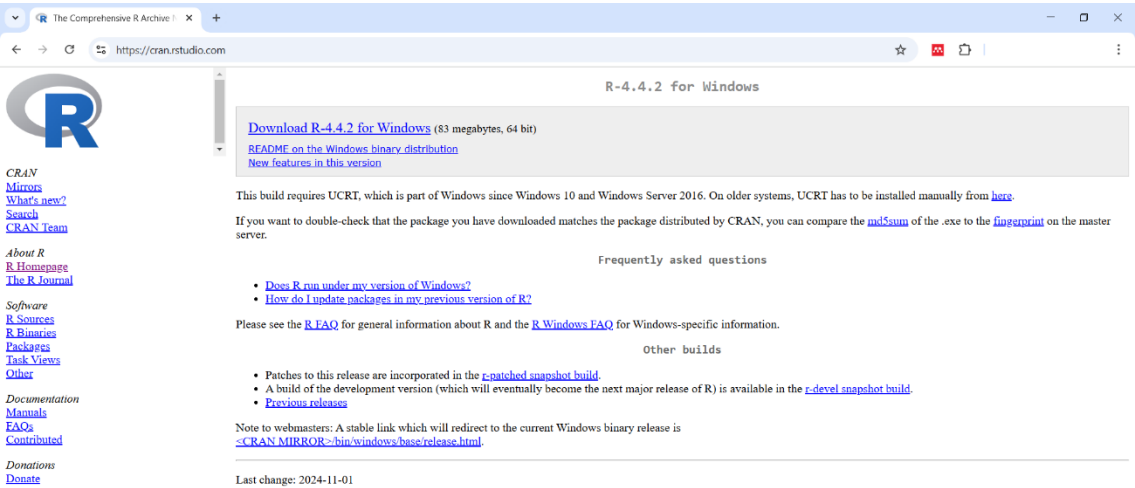


Figura 9. Web de descàrrega de l'R per al sistema Windows.

Seguidament, cal instal·lar l'**RStudio**. Atenció perquè es requereix sistemes operatius de 64-bit pel seu funcionament. Des de la pàgina web de l'RStudio es pot accedir als diferents instal·ladors segon el sistema operatiu desitjat.

 PRODUCTS ▾ OPEN SOURCE ▾ USE CASES ▾ PARTNERS ▾ LEARN & SUPPORT ▾ ABOUT ▾			
OS	Download	Size	SHA-256
Windows 10/11	RSTUDIO-2024.12.0-467.EXE ▾	265.27 MB	5EFC0188
macOS 13+	RSTUDIO-2024.12.0-467.DMG ▾	617.71 MB	46958FB4
Ubuntu 20/Debian 11	RSTUDIO-2024.12.0-467-AMD64.DEB ▾	203.15 MB	109B35F9
Ubuntu 22/Debian 12	RSTUDIO-2024.12.0-467-AMD64.DEB ▾	203.15 MB	4A3872FB
Ubuntu 24	RSTUDIO-2024.12.0-467-AMD64.DEB ▾	203.15 MB	4A3872FB
OpenSUSE 15	RSTUDIO-2024.12.0-467-X86_64.RPM ▾	205.05 MB	5F34F0DD
Fedora 34/Red Hat 8	RSTUDIO-2024.12.0-467-X86_64.RPM ▾	228.90 MB	DDB98599
Fedora 36/Red Hat 9	RSTUDIO-2024.12.0-467-X86_64.RPM ▾	219.54 MB	1A759F5A

Figura 10. Diferents versions de l'RStudio segons el sistema operatiu.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

Una vegada es disposa de tots dos programes instal·lats, podrem obrir l'**RStudio** per tenir una primera visualització de l'entorn de treball segons les versions instal·lades.

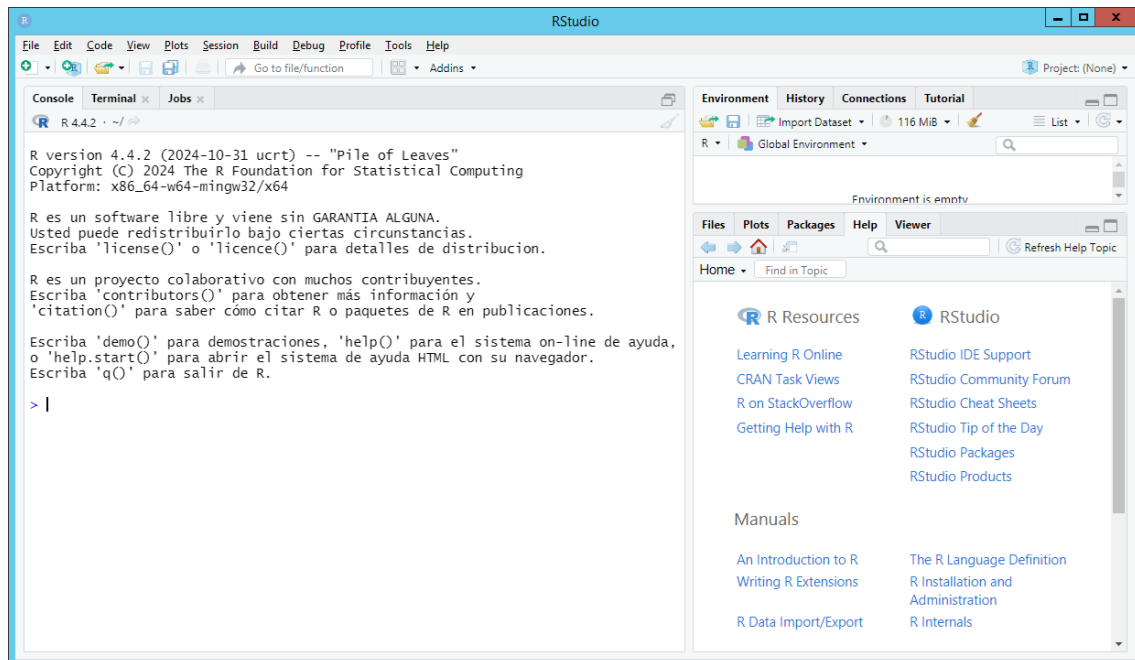


Figura 11. Imatge de l'entorn de treball de l'IDE de l'RStudio.

Instal·lació de paquets (*packages*) de l'R

La lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon requereix la instal·lació de paquets específics que tinguin una versió actual del GDAL, com és el cas del paquet “**sf**” (Pebesma, 2018; Pebesma and Bivand, 2023). A més, cal el paquet “**Terra**” (Hijmans, 2025) per a la lectura i l'escriptura (si calgués) d'arxius ràster.

Cal esmentar que el nou *driver* **MiraMonVector** del **GDAL** ha estat creat per l'equip de desenvolupadors del MiraMon. Aquest paquet permet la lectura i escriptura dels diferents formats vectorials del MiraMon, tals com ‘punts’, ‘línies’ o ‘polígons’ (**pnt**, **arc**, **pol**) en altres entorns diferents del MiraMon, com és l'entorn de l'R. Complementàriament, aquest *driver* permet al MiraMon (a la versió 10 i posteriors) accedir a multitud de formats vectorials i ràster disponibles via GDAL.

A més, cal instal·lar altres paquets com son “**kernlab**” i “**randomForest**” que tenen implementats mètodes de classificació tal com *Support Vector Machines* i *Radom Forests* (Karatzoglou et al., 2024, 2004; Liaw and Wiener, 2002) respectivament.

Exemple de rutines de l'R amb l'RStudio

En les següents paràgrafs es presenten exemples de línies de codi segons el flux de treball explicat.

Neteja inicial de l'espai de treball, incloent variables i gràfics previs.

```
rm(list=ls())  
graphics.off()  
gc()
```

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

Instal·lació i càrrega dels paquets necessaris de l'R.

```
install.packages(c("sf", "terra", "kernlab", "randomForest"))
```

```
library(sf)
```

```
library(terra)
```

```
library(kernlab)
```

```
library(randomForest)
```

Lectura de les bandes radiomètriques o variables estadístiques amb "terra".

```
llista_variables <- list.files("variables_estadistiques/", pattern = "\\tif$", full.names = TRUE)
```

```
variables_estadistiques <- rast(llista_variables)
```

```
setMinMax(variables_estadistiques)
```

Lectura de les àrees d'entrenament des del fitxer PNT del MiraMon amb "sf".

```
arees_entrenament <- st_read("arees_veritat_terreny/AE_Ajust_30_m_v_5.pnt")
```

```
arees_entrenament <- arees_entrenament[,-1] # Descartat del camp "ID_GRAFIC"
```

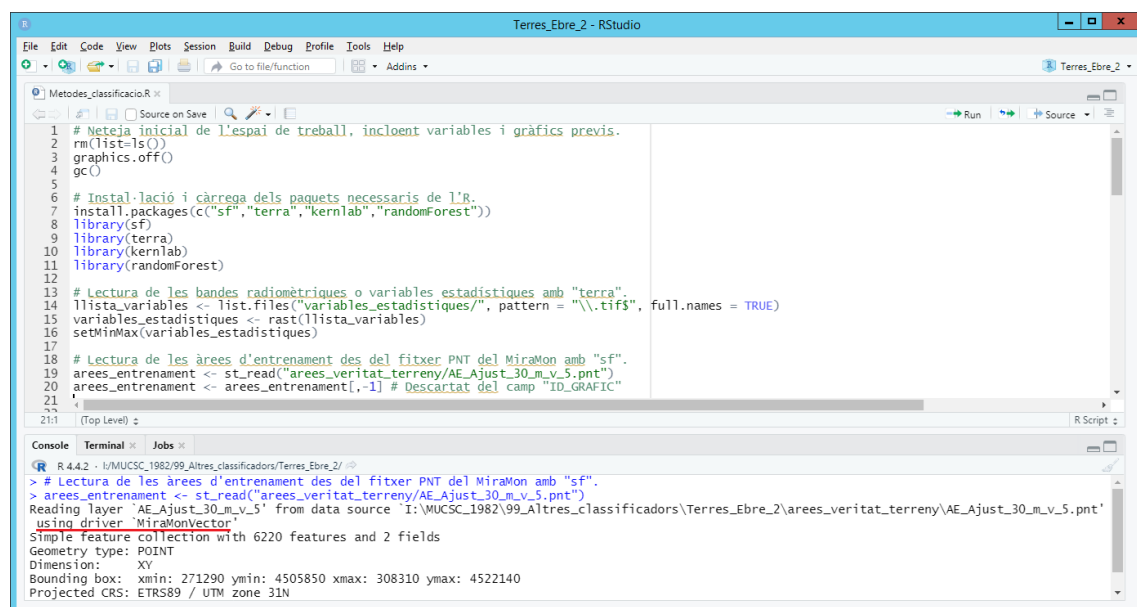


Figura 12. Detall de la lectura de les àrees d'entrenament vectorials (PNT) en format MiraMon, via GDAL a partir del paquet "sf" d'R.

Extracció les dades de les bandes radiomètriques a les posicions de les àrees d'entrenament.

```
dades_entrenament <- extract(variables_estadistiques, arees_entrenament)
```

Assignació de les classes temàtiques a les dades d'entrenament.

```
dades_entrenament$ID <- arees_entrenament$CLASS
```

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

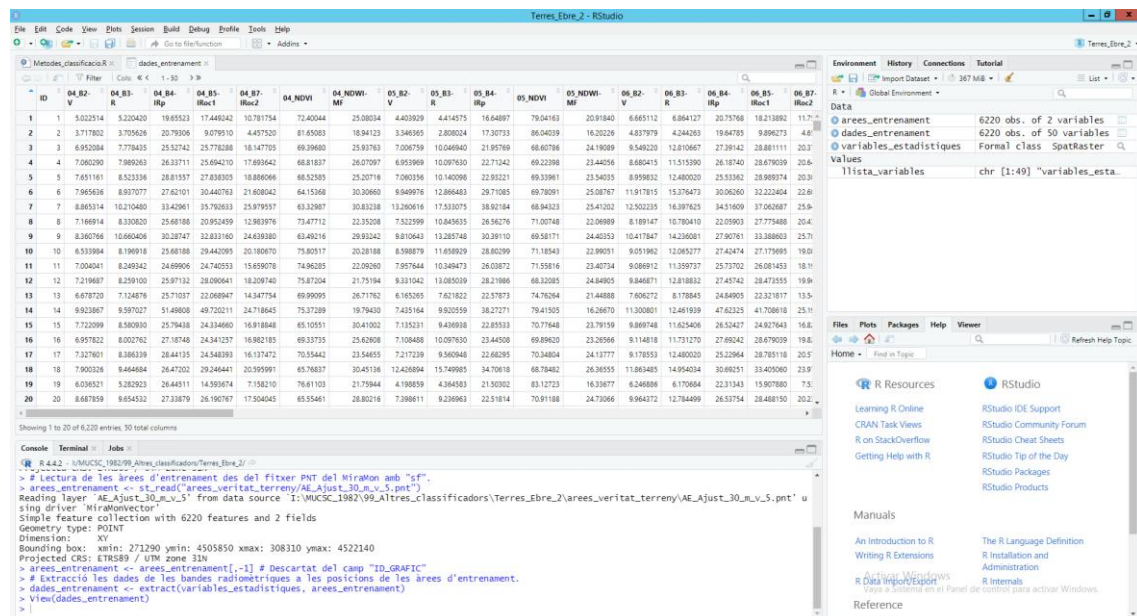


Figura 13. Detall del Data frame “dades_entrenament” resultat del procés d'extracció dels valors de les variables estadístiques per a cada punt de les àrees d'entrenament.

Emplenat dels valors que falten segons l'estratègia "na.roughfix" (Random Forest)

Més informació a través de l'enllaç:

<https://www.rdocumentation.org/packages/randomForest/versions/4.7-1.2/topics/na.roughfix>

```
if (length(which(is.na(dades_entrenament))) > 0) { dades_entrenament <-  
na.roughfix(dades_entrenament) }
```

Generació del model de classificació amb l'algorisme "Support Vector Machines" (SVM), del paquet "ksvm". Kernell = "rbfdot" (Radial Basis Function, RBF). S'utilitzaran els paràmetres per defecte.

```
ksvm_model <- ksvm(as.matrix(dades_entrenament[, -1]),  
as.factor(dades_entrenament$ID), kernel = "rbfdot")
```

Generació del model de classificació amb l'algorisme "Random Forests" del paquet "randomForest". S'utilitzaran els paràmetres per defecte.

```
rf_model <- randomForest(as.matrix(dades_entrenament[, -1]),  
as.factor(dades_entrenament$ID))
```

Obtenció de la predicció dels models SVM i Random Forests per a tot l'àmbit d'interès.

```
ksvm_prediction <- predict(variables_estadistiques, ksvm_model, na.rm = TRUE)  
rf_prediction <- predict(variables_estadistiques, rf_model, na.rm = TRUE)
```

Escripció de la sortida en format vectorial PNT del MiraMon. S'utilitza “append=FALSE” per a sobreescure el fitxer si existia.

```
ksvm_vector <- as.data.frame(ksvm_prediction, xy = TRUE)  
ksvm_vector <- st_as_sf(ksvm_vector, coords = c("x", "y"), crs = crs(ksvm_prediction))
```

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

```
st_write(ksvm_vector, paste0("ksvm_prediction.pnt"), driver = "MiraMonVector", append=FALSE)
rf_vector <- as.data.frame(rf_prediction, xy = TRUE)
rf_vector <- st_as_sf(rf_vector, coords = c("x", "y"), crs = crs(ksvm_prediction))
st_write(rf_vector, paste0("rf_prediction.pnt"), driver = "MiraMonVector", append=FALSE)
```

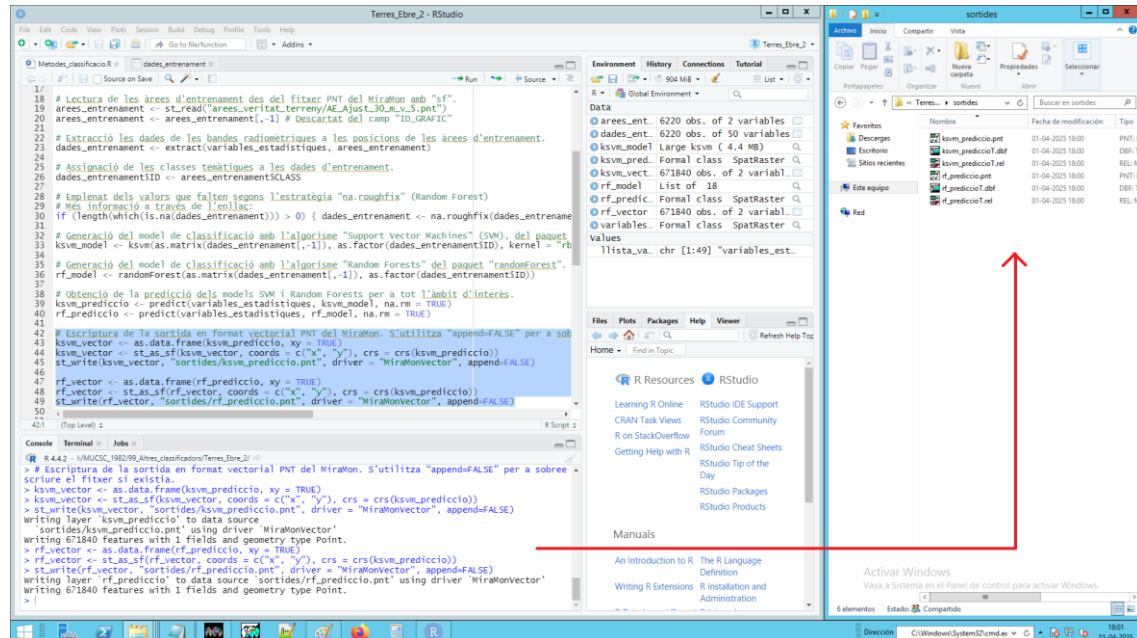


Figura 14. Adaptació de les dades de les prediccions i escriptura via GDAL al format vectorial de punts (PNT) via GDAL, a partir del driver "MiraMonVector" del paquet "sf".

Una vegada obtingudes les prediccions dels models SVM i *Random Forests* en format vectorial (PNT) de MiraMon, es procedeix, des de l'eina GeM+ del MiraMon, a l'addició dels processos executats en l'entorn de l'R. Deixar constància de l'historial o llinatge es crucial per a evidenciar els processos portats a terme, assegurar la seva transferència al llarg del flux de treball i garantir una perfecta traçabilitat del producte obtingut.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

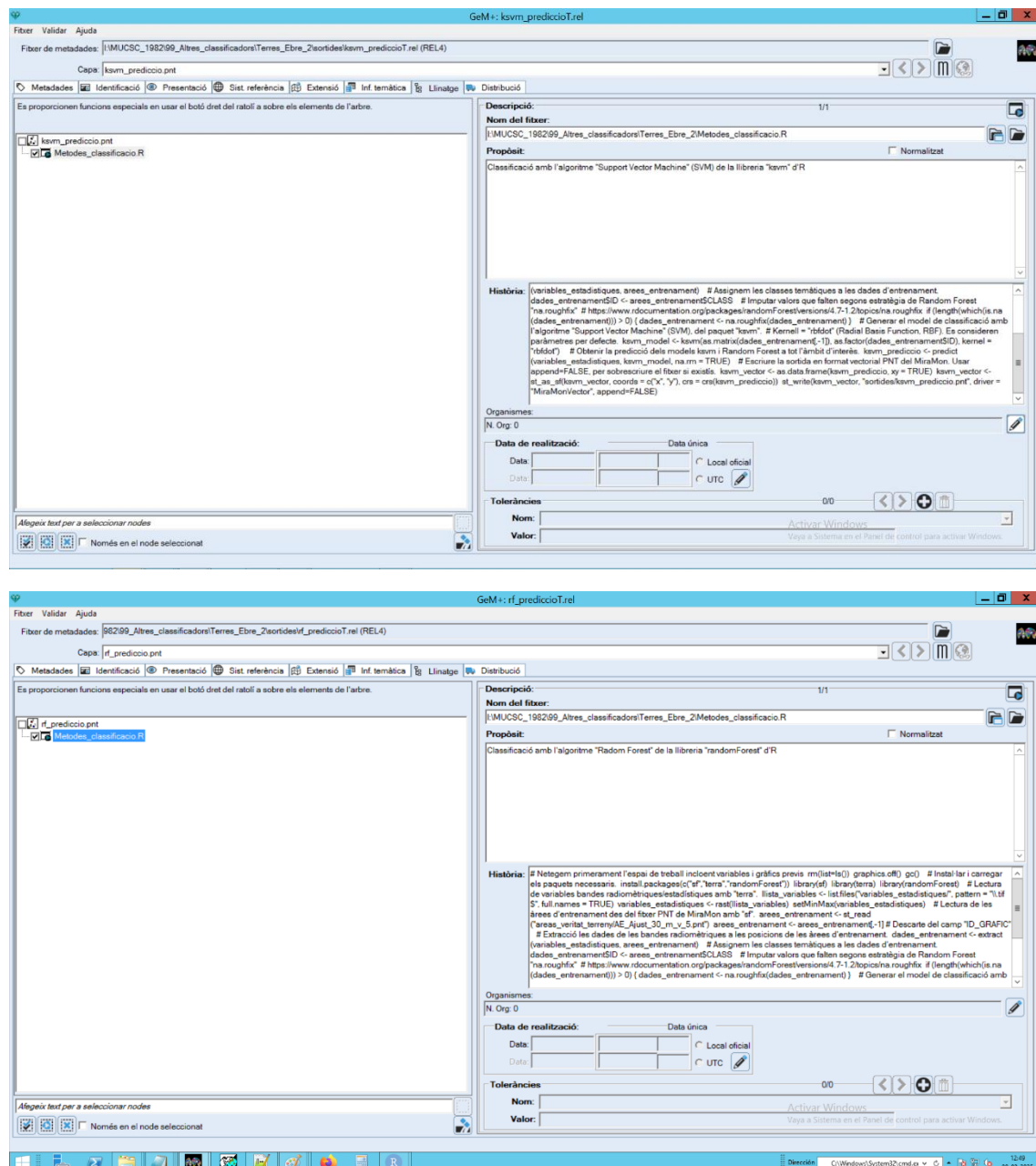


Figura 15. Addició de nou procés a la secció de llinatge de les metadades de les capes de punts utilitzant l'eina *GeM+* del MiraMon.

A continuació s'estableix la relació amb el tesaurus de categories que prèviament ja teníem establert, per tal d'heretar les classes temàtiques en processos següents com el de rasterització.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

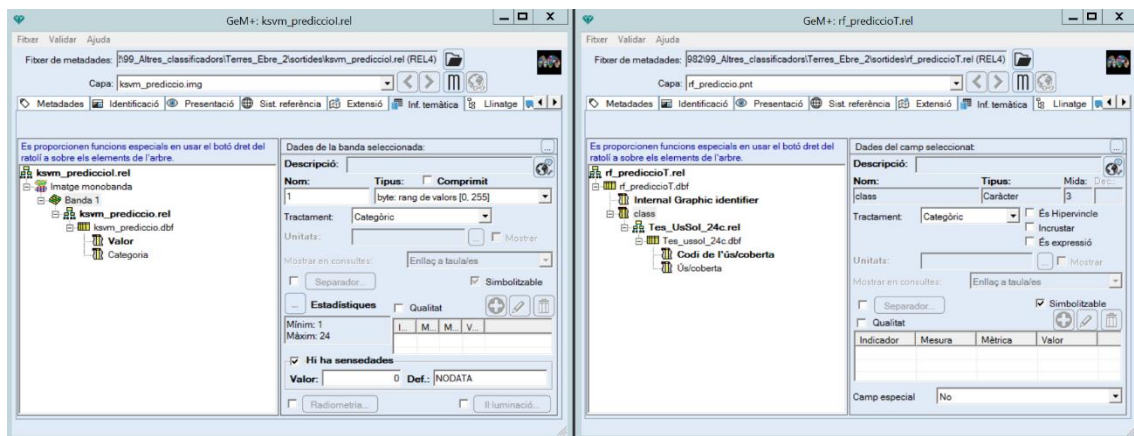


Figura 16. Establiment de la relació amb el tesaurus de categories original a partir del GeM+ del MiraMon.

Una vegada actualitzades i editades les metadades de la capa de punts escrita des d'R, es procedeix a la seva **rasterització** i visualització amb el MiraMon.

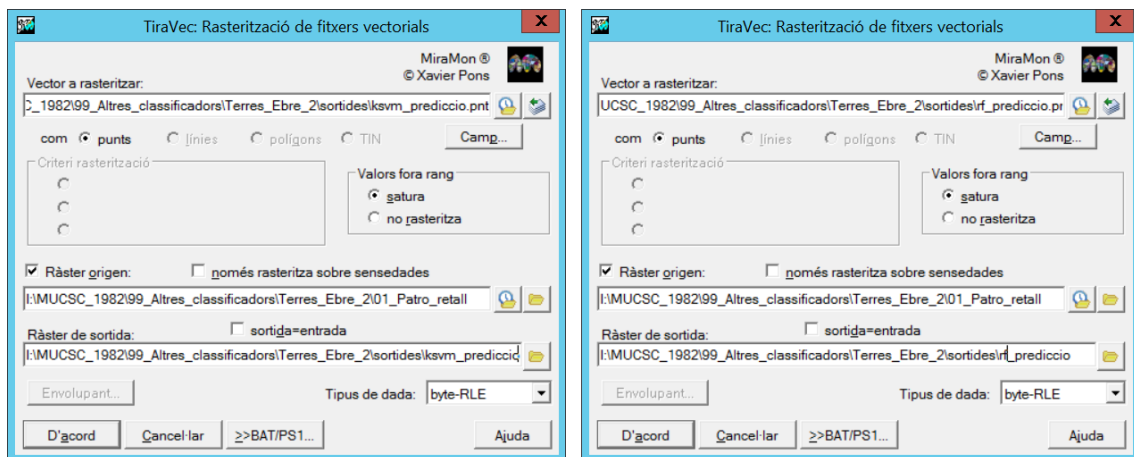


Figura 17. **TiraVec**: Rasterització dels fitxers vectorials obtinguts amb els dos algorismes de classificació assajats en l'R.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

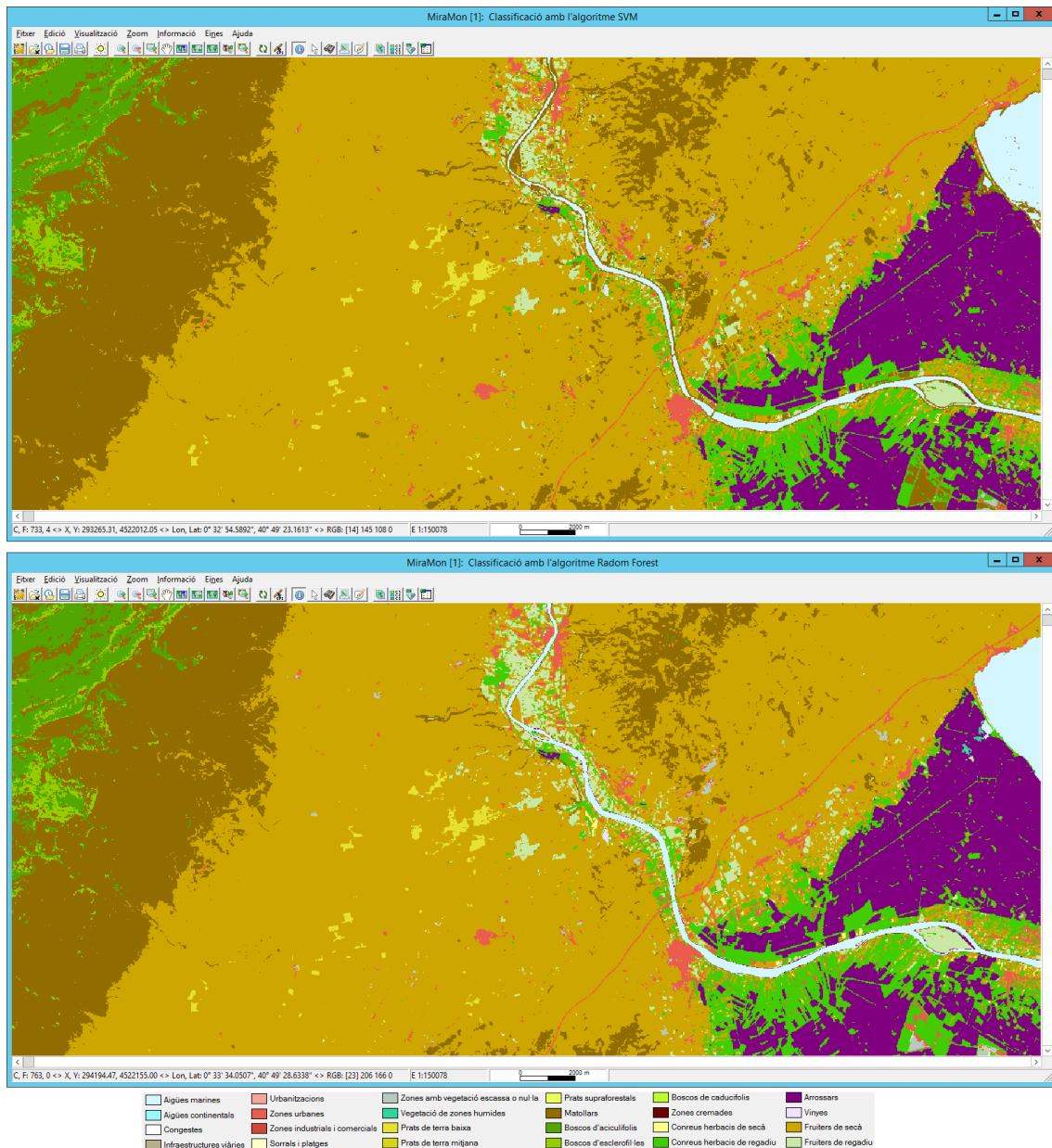


Figura 18. Resultat visual de les classificacions obtingudes amb els algorismes de màquines de vectors de suport (Support Vector Machines, SVM) i boscos aleatoris (Random Forests), a dalt i a sota, respectivament.

Finalment, aquest exemple conclou amb l'avaluació de la qualitat temàtica de les classificacions, a partir de l'obtenció de les matrius de confusió calculades amb dades de test no utilitzades durant la fase d'entrenament.

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

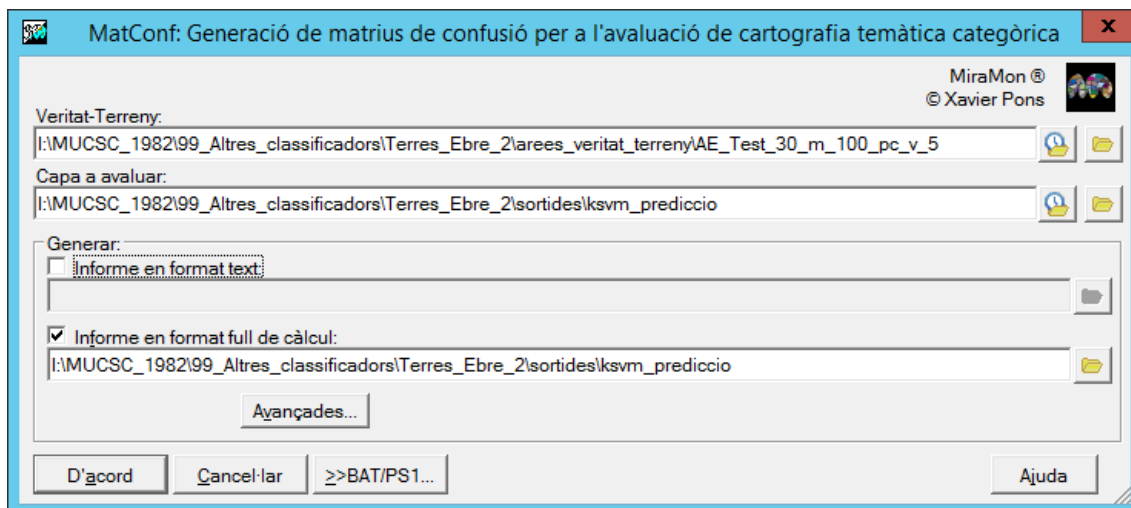


Figura 19. **MatConf**: Generació de matrius de confusió per a l'avaluació de cartografia temàtica.

Com a breu comentari, les prediccions obtingudes a partir del classificador SVM mostren un encert global del 97.17 %, mentre que el *Random Forest* proporciona un encert global molt lleugerament superior amb un 97.25 %. L'algoritme SVM mostra a nivell visual una millor consecució en la definició dels límits entre categories naturals i agrícoles encara que presenta problemes a l'hora de establir la categoria en límits entre aigua i la resta de cobertes. *Random Forest*, en canvi redueix la comissió de la categoria “matollars” als límits entre les masses d'aigua però dóna una pitjor aproximació entre els límits entre categories agrícoles i naturals.

Nota final: Cal ser conscients que existeixen característiques del model de dades del MiraMon que el model GDAL/OGR o els formats que escriu no suporten, o no són suportats plenament. Entre aquestes característiques podem esmentar les relacions topològiques, la cardinalitat 1 a molts entre els elements gràfics i la taula principal d'atributs alfanumèrics, el model relacional de taules que poden ser vinculades a aquesta taula principal, les Z múltiples per a una mateixa coordenada XY, l'assignació d'una mateixa Z a totes les coordenades d'una línia o d'una vora de polígon, o el complet model de metadades. Aquestes poden no aparèixer disponibles en altres formats quan es passa del MiraMon a aquests formats. Aquestes mancances són intrínseques del model GDAL/OGR i, per tant, no són causades per una mala programació del driver. En tot cas, tal i com explica a <https://gdal.org/drivers/vector/miramon.html>, és possible especificar quina Z de les disponibles es vol exportar, gestionar els registres múltiples que puguin existir, l'idioma de documentació de metadades, etc. Si la capa a exportar té relacions amb diverses taules, recordeu que podeu crear una taula única des del MiraMon (opció 17 de l'aplicació **GestBD**), amb la qual cosa perdreu, en el format de sortida, el model relacional, però disposareu de tota la informació.

Resum

El present document serveix com exemple per mostrar la complementarietat entre l'entorn de treball del MiraMon i la possibilitat de lectura i escriptura de dades vectorials del MiraMon en l'entorn de l'R.

L'exemple triat reproduïx l'obtenció de classificacions d'usos i cobertes del sòl en l'àmbit de les Terres de l'Ebre, partint de dades de veritat terreny en format vectorial de punts

Orientacions per a la lectura i escriptura d'arxius vectorials del MiraMon en altres entorns, com per exemple l'R.

(*pnt) del MiraMon, que permeten entrenar els models de l'R SVM i Random Forest, i d'un conjunt de variables estadístiques obtingudes dels sensors MSS i TM de Landsat de dates compreses entre 1982 ± 2 anys disponibles en format ràster (TIFF).

La lectura de dades vectorials del MiraMon es fa a partir del *driver* MiraMonVector via GDAL, disponible en el paquet “sf”, mentre que les dades ràster es llegeixen a partir del paquet “terra”, a l'entorn de l'R.

El procés de classificació es du a terme en l'R, amb un pre-processament i adaptació de les dades prèviament a l'aplicació dels classificadors. A partir dels models ajustats es prediuen les categories a tot l'àmbit d'estudi, i els resultats d'aquest procediment s'adapten per a la seva escriptura en format vectorial de punts del MiraMon.

Una vegada tornats a l'entorn de partida, des del Gestor de Metadades del MiraMon (GeM+) s'afegeixen els processos a la secció del llinatge de les capes vectorials, prèviament a la seva rasterització i a l'avaluació de la qualitat temàtica de les classificacions.

En conclusió, els processos d'intercanvi, ja sigui lectura i/o escriptura de formats vectorials de MiraMon en altres entorns queda ben establerta gràcies a la versió del *driver* MiraMonVector implementat en les llibreries de GDAL, que son incorporades de diversos paquets de l'R.

Durant l'any 2025, està prevista la implementació del *driver* que facilitarà la lectura i escriptura del format ràster de MiraMon (*.img) via GDAL.

Referències

- Hijmans, R.J., 2025. terra: Spatial Data Analysis.
- Karatzoglou, A., Smola, A., Hornik, K., 2024. kernlab: Kernel-Based Machine Learning Lab.
- Karatzoglou, A., Smola, A., Hornik, K., Zeileis, A., 2004. kernlab - An S4 Package for Kernel Methods in R. J. Stat. Softw. 11. <https://doi.org/10.18637/jss.v011.i09>
- Liaw, A., Wiener, M., 2002. Classification and Regression by randomForest. R News 2, 18–22.
- Padial-Iglesias, M., Serra, P., Ninyerola, M., Pons, X., 2021. A framework of filtering rules over ground truth samples to achieve higher accuracy in land cover maps. Remote Sens. 13. <https://doi.org/10.3390/rs13142662>
- Pebesma, E., 2018. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. R J. 10, 439. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- Pebesma, E., Bivand, R., 2023. Spatial Data Science. Chapman and Hall/CRC, New York. <https://doi.org/10.1201/9780429459016>
- RDocumentation. (n.d.). svm function Recuperat de <https://www.rdocumentation.org/packages/e1071/versions/1.7-16/topics/svm>
- RDocumentation. (n.d.). randomForest package. Recuperat de <https://www.rdocumentation.org/packages/randomForest/versions/4.7-1.1>