

Rapporto sull'analisi delle cause di insorgenza e del regime degli incendi

Prodotto T2.5.1

Progetto Interreg IT-FR MED-Star

Strategie e misure per la mitigazione del rischio di incendio nell'area Mediterranea

CUP B54D19000190006

Aprile 2021

Sommario

Autori.....	3
1 Introduzione	4
2 Materiali e metodi	7
2.1 Dati incendi.....	7
2.2 Analisi delle cause.....	9
2.3 Analisi del regime degli incendi	10
3 Risultati	13
3.1 Analisi delle cause di insorgenza	13
3.1.1 Distribuzione temporale degli inneschi	14
3.1.2 Analisi dei database	24
3.1.3 Distribuzione spaziale degli inneschi	34
3.1.4 Analisi di concentrazione degli inneschi.....	44
3.1.5 Analisi dei database aggregati	52
3.2 Analisi del regime degli incendi	55
3.2.1 Dimensione degli incendi	55
3.2.2 Stagionalità e variabilità inter-annuale	57
3.2.3 Condizione meteo nelle giornate incendi.....	62
3.2.4 Periodo di ritorno	64
3.2.5 Intensità degli incendi	67
3.2.6 Severità degli incendi.....	70
Elementi chiave	76
Bibliografia.....	79
Dataset & sitografia	80

Autori

Dr. Josè Maria Costa Saura	Università degli Studi di Sassari- Dip. Agraria
Dr. Claudio Ribotta	Università degli Studi di Sassari- Dip. Agraria
Dr. Valentina Bacciu	Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici-IAFES
Dr. Costantino Sirca	Università degli Studi di Sassari- Dip. Agraria
Prof. Donatella Spano	Università degli Studi di Sassari- Dip. Agraria

Questo prodotto è stato completato grazie ai dati forniti dalla dott.ssa Antonella Massaiu (ONF - Office National de Foret), dal dott. Francesco Tola (Regione Sardegna - Direzione generale della protezione civile) e dal Corpo Forestale e Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna, che ringraziamo per la preziosa collaborazione.

1 Introduzione

Gli incendi sono un fenomeno naturale intrinseco ai sistemi forestale con un ruolo fondamentale in ambiente Mediterraneo (He et al. 2019). Gli incendi boschivi influiscono tanto nelle dinamiche degli ecosistemi come nelle strategie sviluppate dalle specie che li compongono (Paula et al. 2009). Tuttavia, gli incendi boschivi sono anche modulati della componente umana che influisce tanto nella causalità e ricorrenza degli incendi, come nell'infiammabilità del territorio (San-Miguel-Ayanz et al. 2012). Nelle società attuali, gli incendi boschivi sono una problematica non solo di carattere ecologico (e.g. perdite di biodiversità e funzione ecosistemiche, Pausas et al. 2008) ma anche di carattere socioeconomico e culturale (e.g. perdite dei beni materiali, Tedim et al. 2018). Per affrontare questa problematica, lo studio delle cause di insorgenza e del regime degli incendi sono di massima importanza perché potenzialmente permettono di disegnare delle misure adeguate che potrebbero ridurre il rischio e l'impatto che gli incendi hanno sul territorio (Bergeron et al. 2002).

Gli schemi di insorgenza degli incendi, che nell'area Mediterranea sono perlopiù riconducibili direttamente o indirettamente all'attività umana (Romero-Calcerrada et al. 2010), sono una caratteristica intrinseca del regime di incendio di un territorio (Gonzalez-Olabarria et al. 2012). Lo studio delle cause di insorgenza e della loro variabilità spazio-temporale è fondamentale per sviluppare politiche antincendio a lungo termine (Curt et al. 2016). Comprendere le cause di innesco ed i fattori per cui si verificano è infatti indispensabile per sviluppare strategie di prevenzione efficaci (Ganteaume et al. 2013), soprattutto se queste vengono adattate specificamente alle caratteristiche spazio-temporali delle diverse cause (Syphard & Keeley 2015): gli inneschi tendono ad aggregarsi spazialmente in cluster sulla base della causa che li determina (Gonzalez-Olabarria et al. 2012), influenzando la probabilità di insorgenza dell'incendio che nell'area esaminata può variare in modo sostanziale all'interno dello stesso territorio (Ager et al. 2014).

Ad oggi risulta difficile approfondire lo studio della distribuzione spazio-temporale delle cause di incendio a causa della disomogeneità dei database disponibili per il territorio esaminato. Il dettaglio e l'affidabilità dei database di alcuni Paesi risultano migliori rispetto al passato: è questo ad esempio il caso del database Promethée (Ganteaume & Jappiot 2013). Altri database risultano inaccessibili oppure accessibili solo a livello di macro-categorie di classificazione (i.e. naturali, colpose o dolose), che forniscono poche informazioni utili per analizzare la variabilità spazio-temporale del fenomeno.

Incrociare i dati relativi all'insorgenza con banche dati di tipo socio-economico e ambientale è un ambito di studio consolidato, ma poter disporre di database dettagliati sulle cause di innesco permetterebbe di sviluppare modelli interpretativi e predittivi più efficaci, e quindi migliori politiche di contrasto e prevenzione.

Il regime di incendio viene spesso definito come un insieme di attributi che permettono di delineare le caratteristiche spazio-temporali e di magnitudine degli incendi in un'area determinata. La conoscenza di questi attributi permette di adeguare le misure per la prevenzione e estinzione tanto nel tempo quanto nello spazio (Bergeron et al. 2002). Questi attributi afferiscono fondamentalmente alla dimensione ed alla complessità spaziale degli incendi, alla stagionalità ed al periodo di ritorno degli incendi, all'intensità, alla severità e anche alla tipologia degli incendi (Sugihara et al. 2006).

La dimensione media degli incendi, e la sua frequenza per classi di grandezza, ci permette capire la grandezza media degli eventi e quindi le azioni e i mezzi da disporre per combatterli. La continuità del combustibile, la topografia e le condizioni meteorologiche sono dei fattori determinanti nella dimensione degli incendi (Sugihara, 2006). La stagionalità degli incendi, invece, ci permette capire come si distribuiscono gli eventi lungo l'anno e così anche capire/scoprire dei fattori climatici o culturali dietro a questa distribuzione temporale. Un altro aspetto di rilevanza per capire la dinamica del regime degli incendi è il tempo di ritorno, che viene definito come il periodo di tempo che intercorre tra gli incendi in una determinata porzione del territorio (Sugihara et al. 2006). Al di là di aiutare a capire con che frequenza ci possiamo aspettare che un incendio si verifichi (Oliveira et al. 2012), questo parametro ci aiuta anche a capire che tipo di vegetazione (attributi funzionali e struttura) sarà probabilmente più rappresentativa. Alterazioni nel periodo di ritorno possono rompere sistematicamente il ciclo di vita delle diverse specie e minacciarle fino farle sparire degradando l'ecosistema (Pausas et al. 2008). Un altro parametro di grande importanza è l'intensità media degli incendi, perché permette capire le strategie di controllo più adatte per un determinato territorio (Andrews et al. 2011). Se l'energia rilasciata è tendenzialmente medio-bassa, i mezzi manuali e meccanici dovrebbero essere abbastanza, ma se l'energia rilasciata tende a essere elevata, le strategie devono di essere di tutto un altro tipo (e.g. aspettare a che le condizioni meteo cambino o che l'incendio finisca su un punto senza combustibile, Maditinos & Vassiliadis 2011). Per quanto riguarda la severità, questa ci permette capire la gravità degli effetti che si possono riscontrare sui diversi componenti dell'ambiente interessato dall'incendio. È correlata all'intensità del fronte di fuoco ma anche al tempo di residenza della fiamma ed all'umidità

presente al momento del passaggio del fuoco (Sugihara et al. 2006). La severità deve guidare il tipo di intervento post-incendio per recuperare la funzionalità ecosistemica.

Le condizioni meteorologiche associate alle giornate di incendio, e particolarmente quelle dei grandi incendi, sono anche di grande importanza per definire il regime incendio (Rodrigues et al. 2020). Queste permettono capire le situazioni meteo-climatiche più rischiose così come potenziali alterazioni nel regime dovute al cambiamento climatico (Duane & Brotons 2018).

Nel presente report, si cerca di mostrare in forma riassuntiva i principali aspetti legati alle cause di insorgenza e al regime di incendio nell'area di progetto secondo gli elementi elencati nel paragrafo precedente. I risultati vogliono essere un supporto al decision-making ed al policy-making, e costituire una base per analisi di dettaglio maggiore.

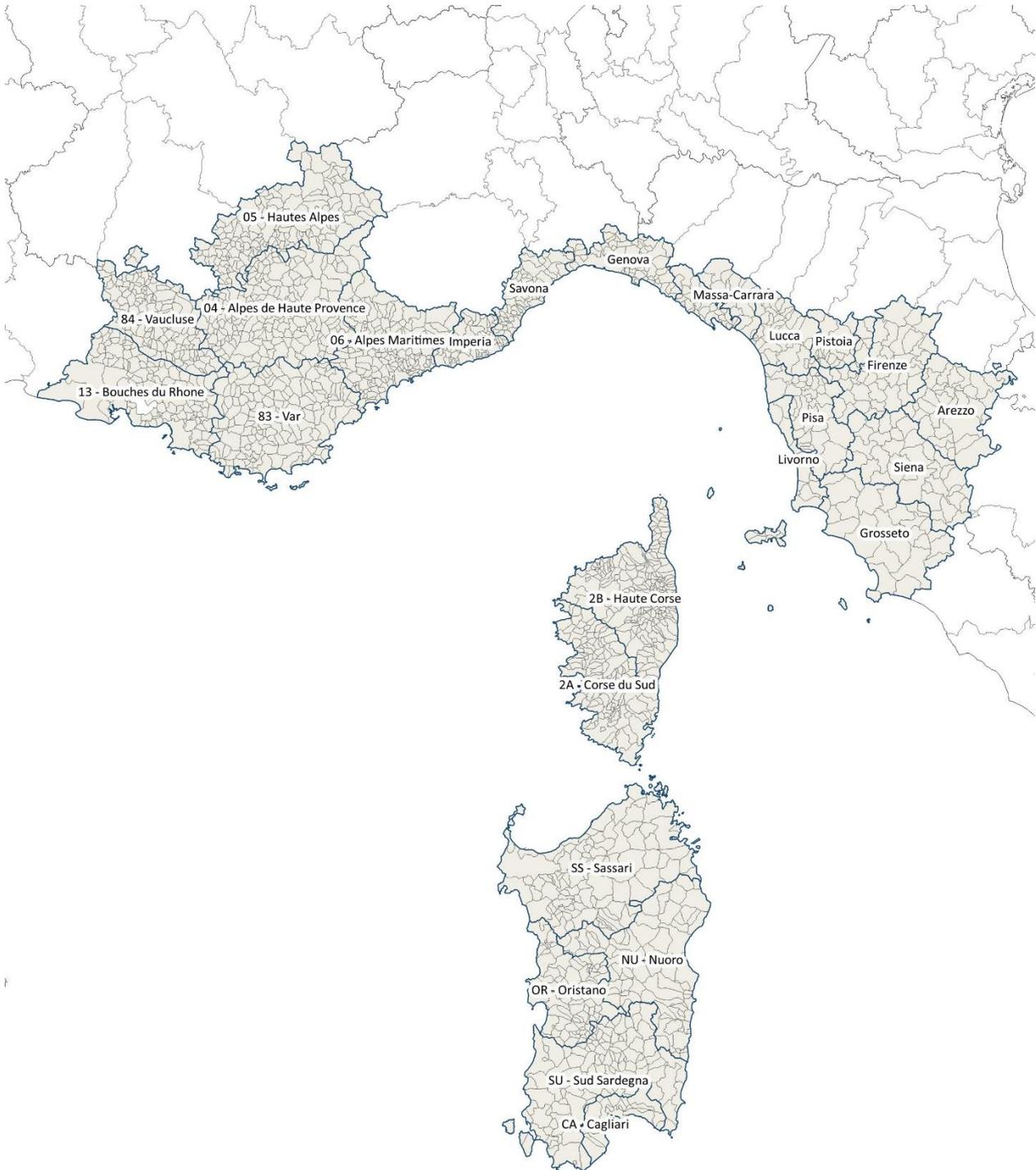
2 Materiali e metodi

2.1 Dati incendi

I dati degli incendi relativi al territorio francese sono stati scaricati dalla banca dati pubblica “*Prometheé - Forest fires database for Mediterranean area in France*” (<https://www.promethee.com/>). Per le elaborazioni che seguono sono stati scaricati i dati relativi al periodo 1999-2019. I dati scaricati comprendono sia il tipo di incendio “FORET” (ovvero incendi che hanno colpito foreste, macchie, macchia mediterranea o terreni con una superficie continua di almeno 1 ettaro. Il termine «colpito» implica che almeno una parte dello strato arbustivo o dello strato arboreo è stata distrutta) sia il tipo di incendio “AFERPU” (Incendi che hanno colpito foreste, macchia, macchia mediterranea o terreni con una superficie inferiore a 1 ettaro; siepi, imboschimenti lineari, coltivazioni erbacee; altri terreni agricoli (stoppie, altre colture) e discariche di rifiuti in natura). I dati scaricati dal portale Prometheé sono stati elaborati ed associati in ambiente GIS al reticolo DFCI con maglia 2km per 2km.

Un ulteriore database utilizzato è stato fornito dall’Office National des Forets e deriva dal lavoro svolto nell’ambito del progetto “*GOLIAT - Groupement d'Outils pour la Lutte Incendie et l'Aménagement du Territoire*” guidato dall’Université de Corse. Da questo database sono stati derivati i perimetri geolocalizzati delle aree percorse dal fuoco maggiori di 25 ha che si sono verificate nel territorio francese per il periodo 1999-2019.

I dati relativi agli incendi ed alle cause di innesco in Sardegna derivano dalla compilazione dei verbali di intervento a cura del personale delle Stazioni del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna. Le informazioni vengono inserite in una Banca Dati regionale del Corpo Forestale e di V.A., che ha fornito i dati per il periodo 1999 al 2015. Le informazioni sulle estensioni, relative ai soli incendi di superficie uguale o superiore ai 1000 m² e suddivisi per comune, sono rilevati con apparecchi GPS palmari e sono accessibili, dal 2005 al 2019, attraverso il geoportale della Regione all’indirizzo: <http://www.sardegnaoportale.it/>. I perimetri degli incendi nelle regioni Liguria e Toscana sono stati acquisiti in formato shapefile (dal 2007 al 2017) dall'ex Corpo Forestale dello Stato (competenza trasferita al C.U.F.A.A. dell’Arma dei Carabinieri a partire dal 2017).



Map 1 - Project area with labeled NUTS3 administrative units

	Classificazione cause di innesco	Dettaglio cause di innesco	Perimetri degli incendi > 25 ha	Perimetri degli incendi < 25 ha
Sardegna	x		x	x
Toscana			x	x
Liguria			x	x
PACA	x	x	x	
Corsica	x	x	x	x

Tabella 1 – Summary table of available data

L'analisi delle cause di incendio e del regime degli incendi è stata costruita sulla base dei database disponibili per il territorio in esame. L'unità amministrativa di base su cui è stata costruita l'analisi è il livello NUTS3 individuato dall'Eurostat, coincidente con il "Département" francese e la "Provincia" italiana.

In territorio francese sono stati analizzati il Département 04 (Alpes de Haute-Provence), il Département 05 (Hautes-Alpes), il Département 06 (Alpes-Maritimes), il Département 84 (Vaucluse), il Département 83 (Var) e il Département 13 (Bouche-du-Rhône), cui si aggiungono il Département 2A (Corse-du-Sud) e il Département 2B (Haute-Corse) della Corsica. In territorio italiano sono state analizzate le Provincie di Sassari, Nuoro, Oristano, Cagliari e Sud Sardegna del territorio della Sardegna.

2.2 Analisi delle cause

Sono diversi gli studi che hanno approfondito sia il rapporto tra inneschi di incendio e condizioni socio-economiche del territorio (tra gli altri, Ferrara et al. 2019) sia la correlazione tra inneschi ed accessibilità del territorio (tra gli altri, Romero-Calcerrada et al. 2010). In questo lavoro, anche a causa della disomogeneità dei dati disponibili, è stato privilegiato un approccio analitico-descrittivo finalizzato a far emergere similitudini e differenze tra le diverse unità amministrative considerate: evidenziare quando e dove una specifica causa incide più delle altre permette di ottimizzare i programmi di prevenzione e contrasto agli inneschi su un obiettivo specifico (Syphard & Keeley 2015). Pur verificandosi anche incendi di tipo naturale o accidentale, è importante ricordare che la maggioranza degli eventi è riconducibile a fenomeni sociali e comportamenti umani.

I database utilizzati non coprono lo stesso arco temporale: i dati sul territorio francese sono disponibili per l'intero periodo considerato, dal 1999 al 2019, mentre il database della Regione Sardegna copre un arco temporale inferiore, che va dal 1999 al 2015. I database sono stati analizzati separatamente per approfondire la distribuzione temporale (capitolo 3.1.1) e la quantità di informazione in essi presente (capitolo 3.1.2). Per confrontare le categorie generali con cui sono classificate le cause di incendio (prima parte del capitolo 3.1.3) è stato necessario armonizzare le categorie adottate nei diversi database. Infatti, solo il database francese presenta informazioni più dettagliate sulle cause di incendio (seconda parte del capitolo 3.1.3). Infine, per le analisi di concentrazione spaziale (capitolo 3.1.4) i database sono stati associati ai datasets geografici relativi alle unità amministrative municipali (livello LAU – Local Administrative Units di Eurostat) e armonizzati in termini di densità (n° records/superficie/anno oppure n° records/abitante/anno).

I dati relativi alle cause contengono un bias intrinseco dovuto alle modalità di rilievo in campo, interpretazione e classificazione del dato stesso: non è possibile garantire in modo assoluto l'uniformità delle azioni di interpretazione e classificazione adottate da operatori diversi. Il fattore umano (o dell'organizzazione) può incidere su come viene raccolto il dato e non si può essere sicuri che il dato sia stato raccolto secondo modalità costanti in tutti gli anni esaminati: soprattutto in caso di sistemi di classificazione delle cause articolati come quello francese, due operatori diversi potrebbero classificare lo stesso evento in due categorie simili ma diverse.

È importante ricordare che i dati contenuti in entrambi i database si riferiscono a inneschi, ovvero tentativi o principi di incendio rilevati dalle autorità competenti che non necessariamente hanno avuto come seguito veri e propri incendi boschivi. I dati registrano quindi il verificarsi sul territorio di eventi potenziali indipendentemente dagli eventuali danni che questi hanno effettivamente creato.

2.3 Analisi del regime degli incendi

L'analisi del regime degli incendi è stato suddiviso su 6 aspetti comunemente usati per lo studio del regime (Sugihara et al. 2006): 1) dimensione degli incendi, 2) stagionalità e variazioni inter-annuali, 3) condizioni meteo delle giornate incendio, 4) periodo di ritorno, 5) intensità degli incendi, 6) severità degli incendi. I dati degli incendi usati per ognuna delle sub-sezioni sono stati fondamentalmente quelli

del periodo 2004-2017, periodo per il quale ci sono dati per tutte le regioni di studio e così evitare delle analisi sbilanciate. Tuttavia, quando possibile, è stato adottato un periodo più esteso per dotare di maggiore robustezza i risultati (e.g. il periodo di ritorno per i Département francesi è stato 1999-2019). Per le analisi con una forte componente spaziale (e.g. lo studio della intensità e della severità) sono stati usati unicamente i dati degli incendi con area percorsa dal fuoco maggiore di 25 ha (il database francese non forniva i perimetri degli incendi con una superficie minore).

Le analisi sulla dimensione e sulla stagionalità degli incendi si sono basate fondamentalmente su analisi dei valori medi e frequenze per classi di grandezza e per regioni di studio. In più, abbiamo valutato l'inizio e la fine della stagione degli incendi attraverso l'indice di rischio incendio Fire Weather Index (FWI) scaricato del European Forest Fire Information System (EFFIS, <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>). Il valore soglia di FWI usato per determinare l'inizio e la fine della stagione incendi è stato di 15.

Per l'analisi delle condizioni meteorologiche delle giornate di incendio si sono usati dati climatici di ERA5 Land forniti dal programma Europeo Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/>) a una risoluzione di 0.1 gradi. Per individuare degli "scenari" meteo delle giornate di incendio è stata fatta un'analisi di tipo cluster sia per gli incendi estivi sia per gli invernali. Il metodo adottato per misurare la "similitudine" tra le singole giornate di incendio è stato la "Grower distance" mentre l'algoritmo di aggregazione dei singoli eventi è stato il "Ward method". Al fine di determinare il numero ottimale di clusters si è scelto di adottare il criterio della pseudo F-stat di Calinski – Harabasz.

Il periodo di ritorno tra incendi è stato stimato tramite i due modi più comunemente usati in letteratura (Sugihara et al. 2006): 1) numero di anni che trascorrono tra due incendi (nello stesso punto dello spazio); 2) numero di anni che servono per bruciare una superficie equivalente all'area considerata. In questo caso le analisi sono state fatte per NUTS 3 e per classi di uso del suolo (dati del Corine Land Cover Inventory, <https://land.copernicus.eu/>).

Per la stima dell'intensità degli incendi è stato usato il simulatore del comportamento e della propagazione degli incendi Flammap (Finney 2006). Flammap usa dati meteorologici (direzione e velocità del vento), topografici (elevazione, pendenza ed esposizione) e di vegetazione (modelli di combustibili) per simulare la propagazione degli incendi. Per determinare le condizioni meteo delle simulazioni, sono stati usati i risultati ottenuti nella sezione "condizione meteo delle giornate incendio". Sono state fatte due simulazioni con vento da nord-ovest e con velocità di vento pari a 15 e 30 km/h. I dati per determinare la topografia e la copertura della vegetazione sono stati ottenuti dal Copernicus Land

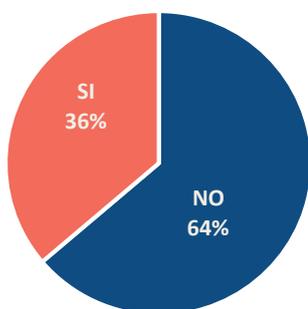
Monitoring Service (<https://land.copernicus.eu/>). Sono stati adottati i dati di distribuzione spaziale dei modelli di combustibile forniti da EFFIS (i 13 modelli di Anderson, 1982). Le simulazioni sono state fatte a una risoluzione di 500m per ridurre i tempi di simulazione e per poter confrontare i risultati con quelli di severità.

Infine, la severità degli incendi è stata stimata tramite i dati di remote-sensing forniti da MODIS, più precisamente il prodotto MOD09A1 (risoluzione 500m). MOD09A1 fornisce i valori di riflettanza delle bande “near infrared” (NIR) e “short-wave infrared” (SWIR), che sono usate per la stima del “Normalized Burn Ratio” (NBR). Il NBR è un indice comunemente usato per la stima del fire severity che si basa sul fatto che la vegetazione nello spettro elettromagnetico riflette molto sul NIR e assorbe tanto sul SWIR, mentre che la vegetazione bruciata mostra un pattern completamente opposto. Così, la differenza tra pre-fire e post-fire NBR permette di valutare la severità dell'incendio a livello di pixel. In più per incrementare la bontà dei dati, il prodotto MODIS fornisce i valori maggiori per periodo di 8 giorni. Inoltre è stato fatto un filtraggio basato sul “Quality Assurance layer” (QA) per mantenere unicamente quei valori con maggiore qualità di stima (e.g. senza presenza di nuvole). La media di NBR viene calcolata per gli anni precedente e posteriore all'incendio, e così la severità viene definita come differenza relativizzata dei due valori (rdNBR). La procedura è stata quella eseguita da Parks et al. (2018), che permette tramite Google Earth Engine di stimare la severità per un vasto numero di incendi in un modo automatico.

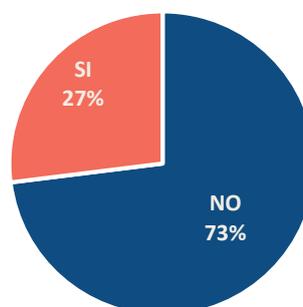
3 Risultati

3.1 Analisi delle cause di insorgenza

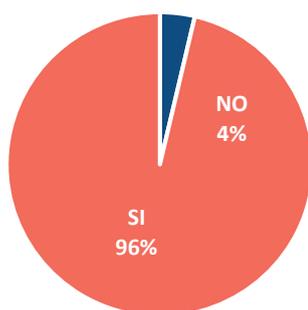
I grafici a torta riportati di seguito mostrano la consistenza dei database su cui sono state condotte le analisi del capitolo relativo alle cause di innesco.



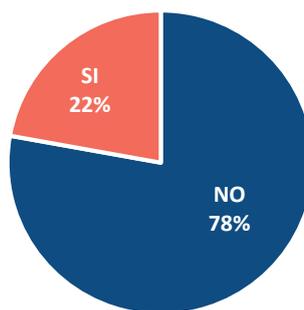
Presenza di dato sull'area bruciata	N° di records
No	47879
Si	27202
Totale complessivo	75081



Presenza di dato sulla causa	N° di records
No	54825
Si	20256
Totale complessivo	75081



Presenza di dato sull'area bruciata	N° di records
No	1818
Si	47796
Totale complessivo	49614



Presenza di dato sulla causa	N° di records
No	38617
Si	10997
Totale complessivo	49614

Figura 2 – PACA and Corsica Regions database consistency (above) and Sardinia Region's database consistency (below)

3.1.1 Distribuzione temporale degli inneschi

La prima analisi effettuata sui database ha riguardato la distribuzione temporale degli inneschi, al fine di avere un quadro complessivo rispettivamente al “quando” il fenomeno si verifica nel territorio esaminato.

In primo luogo abbiamo esaminato come gli inneschi si distribuiscano mensilmente lungo l'intero periodo di studio. Lo scopo è quello di restituire l'andamento con cui il fenomeno si è verificato sul territorio e di individuare le tendenze in atto. I risultati sono illustrati nella tabella 2 per quanto riguarda il database francese e nella tabella 3 per il database italiano. L'intensità del colore è proporzionale al numero dei record presenti in ogni cella.

Nella tabella 2 si può notare come il numero dei record decresca negli anni successivi al 2003, anno in cui si registra il maggior numero di inneschi. Per tutti gli anni tra il 1999 e il 2007 si registrano oltre 4000 inneschi per anno, mentre tutti gli anni compresi tra il 2008 e il 2019 registrano meno di 4000 inneschi per anno, con il minimo pari a 1643 inneschi registrati nell'anno 2018. Questo evidenzia come, nel periodo esaminato, si sia verificata una contrazione significativa del fenomeno degli atti incendiari sul territorio francese. Nella tabella 3 invece si rileva un andamento tendenzialmente costante negli anni del numero degli inneschi, con il massimo in corrispondenza dell'anno 2014 e il minimo, pari a 2047 inneschi, in corrispondenza dell'anno 2000.

Una informazione importante è che possiamo ricavare da questo tipo di analisi è l'andamento stagionale del fenomeno e come esso cambia nel corso degli anni. La tabella 3, relativa al territorio francese, presenta due picchi stagionali. Il massimo è rilevabile nella stagione estiva ma risulta accompagnato da un consistente numero di inneschi che si verificano nel periodo invernale, in particolare nei mesi di febbraio e marzo. Questo doppio andamento risulta più evidente per gli anni compresi tra il 1999 e il 2012, mentre negli anni tra il 2013 e il 2019 risulta meno evidente. Il numero massimo di inneschi si rileva nei mesi di luglio e agosto, seguiti dai mesi di giugno e marzo.

Nel territorio della Regione Sardegna (tabella 3) gli inneschi si verificano principalmente nel periodo estivo. L'andamento presenta un forte aumento dei dati registrati nel mese di giugno e raggiunge il massimo nei mesi di luglio ed agosto. A differenza di quanto registrato per il territorio francese, il fenomeno risulta fortemente concentrato nel periodo estivo, con una presenza consistente fino al mese di ottobre. Nel periodo invernale il numero di inneschi risulta decisamente ridotto.

Tabella 3 - Occurrence of the number of triggers for the period 1999-2019 in the PACA and Corsica regions

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Totale n°	Totale n°/km ²
gennaio	152	256	41	513	161	210	310	87	218	153	19	9	37	271	53	39	180	134	178	224	197	3442	0,08
febbraio	1000	641	279	497	351	347	754	184	136	302	203	38	129	345	96	58	44	160	153	126	271	6114	0,15
marzo	657	607	165	728	742	531	602	256	439	414	471	126	144	650	76	231	256	155	311	101	441	8103	0,20
aprile	190	113	253	483	420	331	265	439	303	238	84	126	190	157	88	188	237	247	185	199	146	4882	0,12
maggio	131	219	116	177	499	286	327	561	258	132	254	138	312	121	87	288	244	254	230	65	153	4852	0,12
giugno	579	424	636	446	872	739	476	679	364	112	515	317	353	253	289	298	286	321	426	94	313	8792	0,22
luglio	987	903	847	720	1152	911	755	714	735	332	817	465	401	532	376	279	408	514	636	229	375	13088	0,32
agosto	725	733	1142	548	1070	648	481	721	480	342	497	439	343	458	312	201	347	515	474	242	349	11067	0,27
settembre	234	513	944	98	458	399	156	244	483	181	295	302	228	187	256	191	245	185	300	174	289	6362	0,16
ottobre	145	91	280	125	295	240	135	124	643	179	164	256	562	119	180	321	103	116	523	107	152	4860	0,12
novembre	45	12	191	64	54	113	37	92	377	7	46	21	77	38	135	77	124	61	343	21	20	1955	0,05
dicembre	59	10	259	27	62	44	53	29	166	4	12	31	247	52	103	23	91	81	89	61	61	1564	0,04
Totale n°	4904	4522	5153	4426	6136	4799	4351	4130	4602	2396	3377	2268	3023	3183	2051	2194	2565	2743	3848	1643	2767	75081	1,85
Totale n°/km²	0,12	0,11	0,13	0,11	0,15	0,12	0,11	0,10	0,11	0,06	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,04	0,07	1,85	

Tabella 4 - Occurrence of the number of triggers for the period 1999-2015 in the Sardinia region

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totale n°	Totale n°/km ²
gennaio	2			3			1	1		4			2	3	7	2	13	38	0,00
febbraio	1	5	1	7	1	1		4	1	5	1	2	2	2		2		35	0,00
marzo	5	17	15	38	7	3	8	1	1	8	11	4	1	46	1	3	7	176	0,01
aprile		7	6	6	11		3	16		11		10	14	17	6	3	22	132	0,01
maggio	20	73	66	65	130	3	81	239	70	112	166	70	124	51	26	94	125	1515	0,06
giugno	553	335	657	648	687	450	528	649	553	327	695	500	574	540	545	942	646	9829	0,41
luglio	714	573	697	796	1024	1039	1171	630	1023	598	888	705	752	658	536	1025	873	13702	0,57
agosto	694	566	729	369	786	900	674	652	679	651	519	985	735	611	532	891	772	11745	0,49
settembre	435	448	614	110	263	457	348	164	498	442	244	949	447	385	265	885	612	7566	0,31
ottobre	283	23	638	50	102	275	167	24	479	227	32	413	622	255	136	797	52	4575	0,19
novembre			63	5			32	1	7			1	33	3	4	146	2	297	0,01
dicembre			2											1			1	4	0,00
Totale n°	2707	2047	3488	2097	3011	3128	3013	2381	3311	2385	2556	3639	3306	2572	2058	4790	3125	49614	2,06
Totale n°/km²	0,11	0,08	0,14	0,09	0,12	0,13	0,12	0,10	0,14	0,10	0,11	0,15	0,14	0,11	0,09	0,20	0,13	2,06	

La seconda analisi ha riguardato la distribuzione mensile del numero di inneschi che caratterizza ogni unità amministrativa esaminata. Lo scopo è individuare le differenze di andamento del fenomeno che caratterizzano ogni unità amministrativa presa in considerazione nel report. La tabella 4 mostra i dati relativi al territorio francese, la tabella 5 i dati relativi al territorio della regione Sardegna. L'intensità del colore rosso è proporzionale al numero di records per ogni colonna.

Nella tabella 5 possiamo notare come alcuni Departement abbiano un doppio regime di inneschi: i Departements 84 - Vaucluse, 06 - Alpes Maritime e 04 - Alpes de Haute Provence presentano due massimi annuali, il primo in corrispondenza del mese di marzo e il secondo in corrispondenza dei mesi estivi. Nei Departement 83 (Var), 13 (Bouches du Rhône), 2A (Corse du Sud) e 2B (Haute Corse) gli inneschi si concentrano maggiormente nella stagione estiva. Il Departement 05 – Haute Alps è l'unico in cui gli inneschi si concentrano marcatamente nel periodo invernale.

Le aree in cui si verificano più inneschi sono i Departement 13 (Bouche du Rhône), 2B (Haute Corse) e 83 (Var). In tutti e tre gli inneschi si concentrano nel periodo estivo e il fenomeno assume valori marcatamente più elevati che nelle restanti aree. Il Departement 05 (Haute Alps), oltre ad essere l'unico con un andamento spiccatamente invernale, è anche quello in cui si registrano meno inneschi.

La tabella 6 mostra come in tutte le Provincie della regione Sardegna gli inneschi si concentrino quasi esclusivamente nella stagione estiva. Pur condividendo lo stesso andamento stagionale, è tuttavia possibile notare alcune differenze tra le diverse aree esaminate. La provincia di Cagliari è quella che fa rilevare il minor numero di inneschi e presenta un andamento leggermente anticipato rispetto alle altre, con il numero massimo di inneschi rilevato nel mese di giugno. La provincia di Oristano è quella in cui gli inneschi presentano un andamento stagionale più ampio e si distribuiscono nei mesi compresi tra giugno e settembre. Nella provincia del Sud Sardegna si rileva un numero di inneschi fortemente più elevato di quello che si rileva nelle altre provincie.

Departement	05	06	04	2A	84	83	2B	13	Totale
gennaio	222	287	318	140	233	712	869	661	3442
febbraio	320	399	832	177	1177	1213	887	1109	6114
marzo	731	502	949	491	1069	1409	1477	1475	8103
aprile	359	289	363	409	540	919	767	1236	4882
maggio	127	191	201	559	354	1119	911	1390	4852
giugno	203	363	426	1176	867	1543	1600	2614	8792
luglio	343	557	833	1458	1229	2836	2224	3608	13088
agosto	308	589	706	1257	894	2270	2758	2285	11067
settembre	176	306	403	669	537	1148	1707	1416	6362
ottobre	154	215	223	594	253	992	1659	770	4860
novembre	124	95	159	153	123	546	419	336	1955
dicembre	127	188	102	67	37	439	462	142	1564
Totale	3194	3981	5515	7150	7313	15146	15740	17042	75081
Totale n°/km ²	0,56	0,93	0,79	1,78	2,04	2,51	3,34	3,25	

Tabella 6 - Monthly variability of the number of triggers for each Department of the PACA and Corsica regions.

Provincia	Cagliari	Nuoro	Oristano	Sassari	Sud Sardegna	Totale complessivo
gennaio	1	26		2	9	38
febbraio	1	22	3	3	6	35
marzo	9	74	14	33	46	176
aprile	11	54	9	23	35	132
maggio	245	202	200	308	560	1515
giugno	1733	1094	1376	1474	4152	9829
luglio	1506	2288	1848	2836	5224	13702
agosto	941	2281	1770	2463	4290	11745
settembre	487	1562	1532	1378	2607	7566
ottobre	266	979	955	1050	1325	4575
novembre	12	54	59	118	54	297
dicembre		2		1	1	4
Totale complessivo	5212	8638	7766	9689	18309	49614
Totale n°/km ²	4,17	1,53	2,59	1,26	2,80	

Tabella 5 - Monthly variability of the number of triggers for each Province of the Sardinia Region

Infine, in tabella 7 e 8 gli stessi dati della tabella 5 e 6 vengono riproposti per evidenziare quali sono le unità amministrative in cui il fenomeno assume una rilevanza maggiore in ogni mese dell'anno. L'intensità del colore rosso è proporzionale al numero di record di ogni riga. Evidenzia quale sia in ogni mese l'unità amministrativa più colpita dal fenomeno.

La tabella 6 illustra i dati del territorio francese. Possiamo notare come i dipartimenti 13 (Bouches du Rhône), 2B (Haute Corse) e 83 (Var) presentino in tutto l'anno un numero significativamente maggiore di inneschi rispetto a quello degli altri Departement. Si nota una forte concentrazione del fenomeno in queste tre aree tuttavia, in relazione al carico di inneschi presente negli altri Departement considerati, si possono evidenziare alcune anomalie nella distribuzione dei records. Nei mesi di febbraio e marzo in media il fenomeno assume dimensioni rilevanti anche nei Departement 4 (Alpes de Haute Provence) e 84 (Vaucluse), mentre nel mese di dicembre il Departement 13 (Bouches du Rhône) registra un numero relativamente basso di inneschi.

La tabella 7 illustra i dati relativi al territorio della Regione Sardegna. Durante il periodo estivo è la provincia del Sud Sardegna a far rilevare il massimo numero di inneschi: questo si giustifica anche considerando che in questa provincia il fenomeno presenti una magnitudo annuale decisamente maggiore che nelle altre provincie. Tuttavia si evidenzia che nel periodo invernale è la provincia di Nuoro a far rilevare un numero relativamente alto di inneschi, pur non essendo una provincia in cui il fenomeno assume dimensioni annuali particolarmente rilevanti. Si evidenzia anche come nel mese di novembre il fenomeno assuma una rilevanza notevole solamente nella provincia di Sassari.

Departement	5	6	4	2A	84	83	2B	13	Totale complessivo
gennaio	222	287	318	140	233	712	869	661	3442
febbraio	320	399	832	177	1177	1213	887	1109	6114
marzo	731	502	949	491	1069	1409	1477	1475	8103
aprile	359	289	363	409	540	919	767	1236	4882
maggio	127	191	201	559	354	1119	911	1390	4852
giugno	203	363	426	1176	867	1543	1600	2614	8792
luglio	343	557	833	1458	1229	2836	2224	3608	13088
agosto	308	589	706	1257	894	2270	2758	2285	11067
settembre	176	306	403	669	537	1148	1707	1416	6362
ottobre	154	215	223	594	253	992	1659	770	4860
novembre	124	95	159	153	123	546	419	336	1955
dicembre	127	188	102	67	37	439	462	142	1564
Totale complessivo	3194	3981	5515	7150	7313	15146	15740	17042	75081

Tabella 7 – Spatial variability of the number of triggers of 1999-2019 period for each month for the PACA and Corsica regions.

Provincia	Cagliari	Nuoro	Oristano	Sassari	Sud Sardegna	Totale complessivo
gennaio	1	26		2	9	38
febbraio	1	22	3	3	6	35
marzo	9	74	14	33	46	176
aprile	11	54	9	23	35	132
maggio	245	202	200	308	560	1515
giugno	1733	1094	1376	1474	4152	9829
luglio	1506	2288	1848	2836	5224	13702
agosto	941	2281	1770	2463	4290	11745
settembre	487	1562	1532	1378	2607	7566
ottobre	266	979	955	1050	1325	4575
novembre	12	54	59	118	54	297
dicembre		2		1	1	4
Totale complessivo	5212	8638	7766	9689	18309	49614

Tabella 8 - Spatial variability of the number of triggers of 1999-2015 period for each month for the Sardinia Region.

La quarta analisi ha approfondito l'andamento orario degli inneschi. I risultati sono illustrati nel grafico 9 e nelle tabelle 10 e 11. L'intensità del colore è proporzionale al numero di record registrati per ogni colonna; per ogni unità amministrativa sono riportati sia il numero assoluto sia l'incidenza percentuale.

Si nota un andamento crescente a partire dalla tarda mattinata fino alle ore 15:00, orario in cui si raggiunge il numero massimo di inneschi, dopo il quale il numero di inneschi decresce fino a raggiungere il valore minimo in corrispondenza delle prime ore della notte. Il maggior numero di inneschi coincide con le ore di maggiore attività socio economica della popolazione. Il dato relativo alle ore 00:00 potrebbe essere collegato ad un errore nella registrazione del database. Non si rilevano sostanziali differenze tra le regioni francesi e quelle italiane.

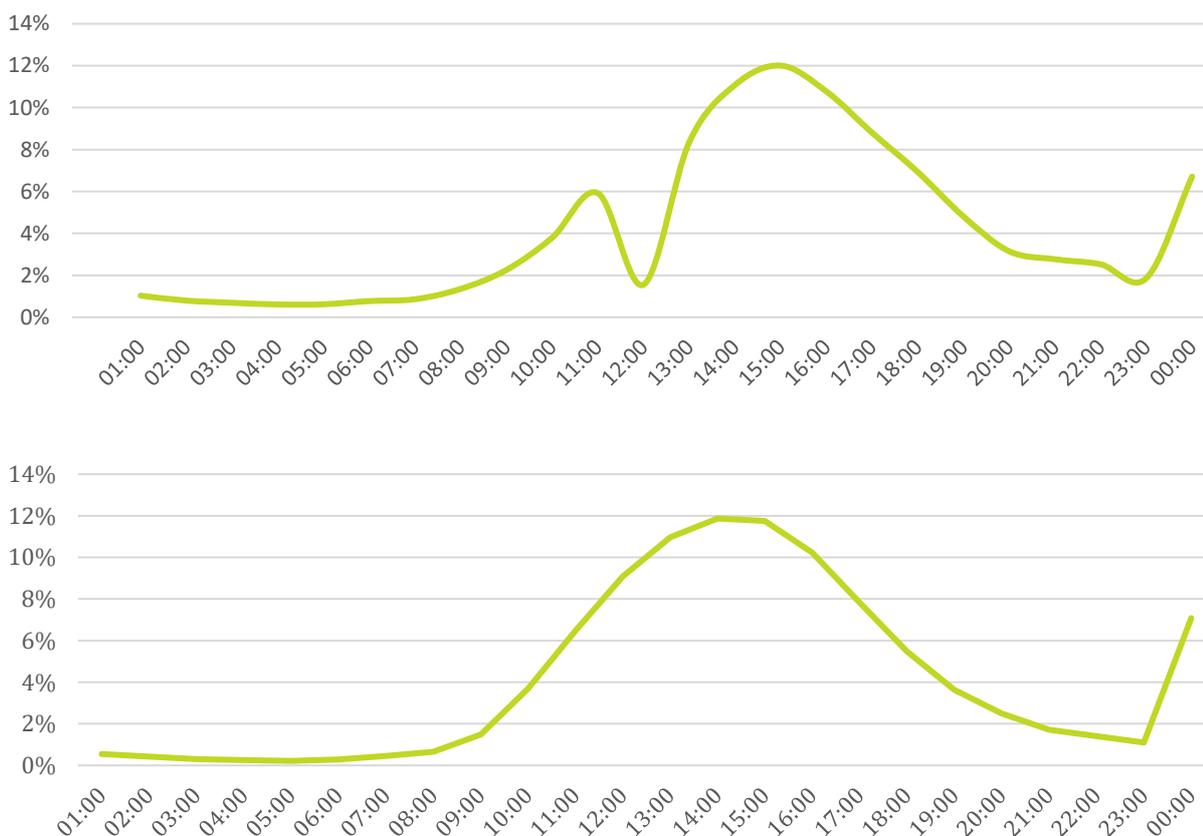


Grafico 9 - Hourly trend of triggers, above for the PACA and Corsica regions, below for the Sardinia Region. On the x axis the hours of the day, on the y axis the quantity of triggers expressed as a percentage. Data refer to the total number of triggers recorded in the periods examined, i.e. 1999-2019 for France and 1999-2015 for Sardinia.

Departement

	4		5		6		13		83		84		2A		2B		n° totale	% totale
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%		
01:00	29	0,5%	18	0,6%	41	1,0%	257	1,5%	149	1,0%	68	0,9%	59	0,8%	152	1,0%	773	1,0%
02:00	23	0,4%	16	0,5%	37	0,9%	181	1,1%	108	0,7%	57	0,8%	61	0,9%	113	0,7%	596	0,8%
03:00	28	0,5%	9	0,3%	29	0,7%	162	1,0%	98	0,6%	56	0,8%	45	0,6%	91	0,6%	518	0,7%
04:00	17	0,3%	6	0,2%	33	0,8%	99	0,6%	108	0,7%	47	0,6%	40	0,6%	109	0,7%	459	0,6%
05:00	25	0,5%	12	0,4%	27	0,7%	128	0,8%	96	0,6%	39	0,5%	43	0,6%	95	0,6%	465	0,6%
06:00	18	0,3%	15	0,5%	36	0,9%	166	1,0%	117	0,8%	46	0,6%	39	0,5%	142	0,9%	579	0,8%
07:00	22	0,4%	24	0,8%	32	0,8%	182	1,1%	137	0,9%	33	0,5%	55	0,8%	161	1,0%	646	0,9%
08:00	52	0,9%	34	1,1%	52	1,3%	226	1,3%	237	1,6%	60	0,8%	73	1,0%	281	1,8%	1015	1,4%
09:00	86	1,6%	53	1,7%	88	2,2%	342	2,0%	358	2,4%	109	1,5%	159	2,2%	499	3,2%	1694	2,3%
10:00	167	3,0%	111	3,5%	151	3,8%	507	3,0%	531	3,5%	245	3,4%	331	4,6%	804	5,1%	2847	3,8%
11:00	330	6,0%	176	5,5%	226	5,7%	822	4,8%	847	5,6%	370	5,1%	522	7,3%	1153	7,3%	4446	5,9%
12:00	62	1,1%	32	1,0%	61	1,5%	382	2,2%	220	1,5%	105	1,4%	73	1,0%	231	1,5%	1166	1,6%
13:00	450	8,2%	238	7,5%	402	10,1%	1163	6,8%	1310	8,6%	609	8,3%	695	9,7%	1400	8,9%	6267	8,3%
14:00	676	12,3%	365	11,4%	460	11,6%	1725	10,1%	1755	11,6%	870	11,9%	842	11,8%	1627	10,3%	8320	11,1%
15:00	748	13,6%	415	13,0%	477	12,0%	1840	10,8%	1875	12,4%	1043	14,3%	921	12,9%	1694	10,8%	9013	12,0%
16:00	651	11,8%	375	11,7%	420	10,6%	1795	10,5%	1569	10,4%	939	12,8%	776	10,9%	1561	9,9%	8086	10,8%
17:00	515	9,3%	305	9,5%	319	8,0%	1594	9,4%	1263	8,3%	690	9,4%	588	8,2%	1335	8,5%	6609	8,8%
18:00	445	8,1%	264	8,3%	221	5,6%	1316	7,7%	977	6,5%	532	7,3%	450	6,3%	996	6,3%	5201	6,9%
19:00	280	5,1%	187	5,9%	180	4,5%	982	5,8%	725	4,8%	316	4,3%	263	3,7%	674	4,3%	3607	4,8%
20:00	168	3,0%	101	3,2%	106	2,7%	687	4,0%	479	3,2%	221	3,0%	171	2,4%	428	2,7%	2361	3,1%
21:00	151	2,7%	103	3,2%	101	2,5%	583	3,4%	435	2,9%	195	2,7%	135	1,9%	375	2,4%	2078	2,8%
22:00	122	2,2%	85	2,7%	117	2,9%	619	3,6%	370	2,4%	136	1,9%	131	1,8%	315	2,0%	1895	2,5%
23:00	69	1,3%	43	1,3%	70	1,8%	459	2,7%	297	2,0%	120	1,6%	89	1,2%	255	1,6%	1402	1,9%
00:00	381	6,9%	207	6,5%	295	7,4%	825	4,8%	1085	7,2%	407	5,6%	589	8,2%	1249	7,9%	5038	6,7%
Totale	5515	100%	3194	100%	3981	100%	17042	100%	15146	100%	7313	100%	7150	100%	15740	100%	75081	100%

Tabella 10 - Hourly trend of triggers for each department of the PACA and Corsica regions. In green the data with which the upper part of graph 9 was built

	Provincia										n° totale	% totale
	Cagliari		Nuoro		Oristano		Sassari		Sud Sardegna			
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%		
01:00	24	0,5%	79	0,9%	26	0,3%	55	0,6%	87	0,5%	271	0,5%
02:00	18	0,3%	72	0,8%	28	0,4%	37	0,4%	57	0,3%	212	0,4%
03:00	7	0,1%	48	0,6%	18	0,2%	38	0,4%	37	0,2%	148	0,3%
04:00	10	0,2%	54	0,6%	10	0,1%	30	0,3%	26	0,1%	130	0,3%
05:00	11	0,2%	30	0,3%	8	0,1%	29	0,3%	29	0,2%	107	0,2%
06:00	20	0,4%	30	0,3%	19	0,2%	39	0,4%	34	0,2%	142	0,3%
07:00	30	0,6%	48	0,6%	31	0,4%	47	0,5%	68	0,4%	224	0,5%
08:00	43	0,8%	73	0,8%	45	0,6%	58	0,6%	105	0,6%	324	0,7%
09:00	68	1,3%	151	1,7%	126	1,6%	145	1,5%	247	1,3%	737	1,5%
10:00	155	3,0%	338	3,9%	351	4,5%	364	3,8%	626	3,4%	1834	3,7%
11:00	247	4,7%	566	6,6%	581	7,5%	663	6,8%	1154	6,3%	3211	6,5%
12:00	331	6,4%	768	8,9%	799	10,3%	899	9,3%	1712	9,4%	4509	9,1%
13:00	425	8,2%	877	10,2%	916	11,8%	1112	11,5%	2115	11,6%	5445	11,0%
14:00	525	10,1%	944	10,9%	961	12,4%	1152	11,9%	2308	12,6%	5890	11,9%
15:00	555	10,6%	952	11,0%	917	11,8%	1190	12,3%	2217	12,1%	5831	11,8%
16:00	523	10,0%	866	10,0%	805	10,4%	1030	10,6%	1855	10,1%	5079	10,2%
17:00	388	7,4%	658	7,6%	643	8,3%	757	7,8%	1438	7,9%	3884	7,8%
18:00	261	5,0%	482	5,6%	394	5,1%	599	6,2%	978	5,3%	2714	5,5%
19:00	200	3,8%	344	4,0%	246	3,2%	363	3,7%	646	3,5%	1799	3,6%
20:00	148	2,8%	265	3,1%	199	2,6%	206	2,1%	418	2,3%	1236	2,5%
21:00	126	2,4%	211	2,4%	96	1,2%	159	1,6%	258	1,4%	850	1,7%
22:00	92	1,8%	189	2,2%	85	1,1%	122	1,3%	210	1,1%	698	1,4%
23:00	82	1,6%	153	1,8%	54	0,7%	77	0,8%	180	1,0%	546	1,1%
00:00	882	16,9%	396	4,6%	394	5,1%	484	5,0%	1360	7,4%	3516	7,1%
(vuoto)	41	0,8%	44	0,5%	14	0,2%	34	0,4%	144	0,8%	277	0,6%
Totale	5212	100%	8638	100%	7766	100%	9689	100%	18309	100%	49614	100%

Tabella 11 - Hourly trend of triggers for each department of the Sardinia Region. In green the data with which the lower part of graph 9 was built

3.1.2 Analisi dei database

Il secondo gruppo di analisi ha lo scopo di approfondire la struttura e la composizione dei database disponibili per lo studio delle cause di incendio. Sono state effettuate alcune analisi con lo scopo di evidenziare le differenze tra i database, valutare le possibilità di armonizzazione degli stessi e definire la consistenza dei dati a disposizione.

Le tabelle 12 e 13 mostrano la struttura con cui sono organizzati i database, rispettivamente quello francese e quello della Regione Sardegna. La classificazione delle cause riportata nelle tabelle è stata desunta dall'insieme delle cause presenti in ognuno dei database e ne rispecchia il contenuto.

Il database francese si articola su 3 livelli, il database italiano invece si articola su 2 livelli. La classificazione delle cause del database italiano è stata armonizzata con quella adottata dal database francese, che risulta più articolato. Le classificazioni naturale (per la quale nel database francese si specifica la dicitura causale *"Fulmini"*) e accidentale sono presenti in entrambi i database; la classificazione *"Malevolenza"* del database francese e quella *"Dolosa"* del database italiano racchiudono gli inneschi messi in atto con l'intenzione di far accadere un incendio boschivo; le due classificazioni *"Involontaria"* del database francese e quella *"Colposa"* del database italiano indicano gli inneschi di incendio boschivo avvenuti contro l'intenzione del soggetto agente, ovvero i casi in cui l'incendio boschivo si verifica come conseguenza non voluta dovuta a negligenza, imperizia o ignoranza del soggetto. Le altre classificazioni includono gli inneschi per i quali non si è rilevata una causa definita. Si noti che il primo livello di classificazione è di natura prettamente generale e definisce solamente la tipologia dell'inesco, senza fornire indicazioni sulla causa.

È stata conservata la differenza relativa alle cause riconducibili all'abbruciamento di rifiuti. In assenza di maggiori informazioni, è stato ritenuto plausibile che nel database francese la causa 24 *"Deposito di rifiuti"* intenda l'incendio boschivo come conseguenza non intenzionale dell'incendio di un deposito di rifiuti mentre nel database italiano si intenda l'incendio boschivo come gesto intenzionale compiuto al fine di bruciare dei rifiuti.

Cause di I° livello	Cause di II° livello	Cause di III° livello		
1 - Fulmini	11 - Fulmini			
	19 - Altre Installazioni			
2 - Accidentale	21 - Linee elettriche	211 - Rottura 212 - Scintille		
	22 - Ferrovia			
	23 - Veicoli	231 - Marmitta, freni... 232 - Incendio		
	24 - Deposito di rifiuti	241 - Autorizzato 242 - Clandestino		
3 - Malevolenza	31 - Conflitto	311 - Occupazione del suolo 312 - Caccia		
	32 - Interesse	321 - Occupazione del suolo 322 - Venatorio 323 - Pastorizia		
	33 - Piromania			
4 - Involontaria (lavoro)	41 - Lavori forestali	411 - Mezzi d'opera 412 - Fuoco di vegetazione in piedi 413 - Fuoco di vegetazione tagliata		
		42 - Lavori agricoli	421 - Mezzi d'opera 422 - Fuoco di vegetazione in piedi 423 - Fuoco di vegetazione tagliata 424 - Fuoco pastorale	
			43 - Lavori industriali-pubblici	431 - Mezzi d'opera 432 - Fuoco di vegetazione in piedi 433 - Fuoco di vegetazione tagliata
	44 - Ripresa di incendio			
	5 - Involontaria (privati)	51 - Lavoro (privati)	511 - Mezzi d'opera 512 - Fuoco di vegetazione in piedi 513 - Fuoco di vegetazione tagliata	
			52 - Attività ricreative	521 - Giochi di ragazzi 522 - Fuochi d'artificio 523 - Barbecue, Fornelli, Fuochi ricreativi
				53 - Lancio di oggetti incandescenti
69 - Altre imprudenze				
99 - Altro				

Tabella 12 - Structure of the database for french Departements with explanation of the hierarchy of causes of I° - II° - III° level

Cause di I° livello	Cause di II° livello	Causa equivalente nel DB francese
Naturale	Naturale	
Accidentale	Linee elettriche	21-Linee Elettriche
Dolosa	Brucciatura rifiuti	-
	non definita	
Colposa	Attività agricole	42-Lavori Agricoli
	Attività industriali	43-Lavori Industriali-Pubblici
	Attività lavorative forestali	41-Lavori Forestali
	Sigarette e fiammiferi	53-Lancio di Oggetti Incandescenti
	non definita	
Indefinita		

Tabella 13 - Structure of the database for Italian Provinces with explanation of the hierarchy of causes of I° - II° level and equivalence with the terms of the French database

La seconda analisi, riportata nei grafici 14 e 16 e nelle tabelle 16 e 17, ha lo scopo di esaminare la composizione dei database e quantificare i records presenti in ognuno dei tre livelli di determinazione della causa di innesco. Ricordiamo che il database francese risulta composto da 75.081 records di cui 20.256 (il 27%) contengono l'indicazione di una causa almeno di primo livello, mentre il database sardo risulta composto di 49.714 records di cui 10.997 (il 22%) con indicazione di una causa almeno di primo livello.

Per quanto concerne le cause degli inneschi, il database francese contiene decisamente più informazioni del database italiano. Nel database francese viene identificata una causa di terzo livello per circa il 40% degli inneschi non intenzionali e per circa il 20% degli inneschi accidentali. Per gli inneschi di natura intenzionale l'informazione risulta invece decisamente più limitata: solo al 3% circa dei records è associata una causa di terzo livello, mentre per oltre il 90% dei records non viene identificata una causa oltre il primo livello. È importante ricordare che, in particolare per gli inneschi di natura intenzionale, alcune informazioni di maggior dettaglio sulla causalità del gesto possono non essere state registrate nel database per motivi giudiziari.

Il database italiano risulta composto quasi esclusivamente da records con associata solo una causa di primo livello, tranne che per gli inneschi di natura accidentale la cui causa di secondo livello viene invece identificata nella totalità dei casi. Una minima percentuale degli inneschi di natura non intenzionale, poco meno dell'1%, viene identificata al secondo livello.

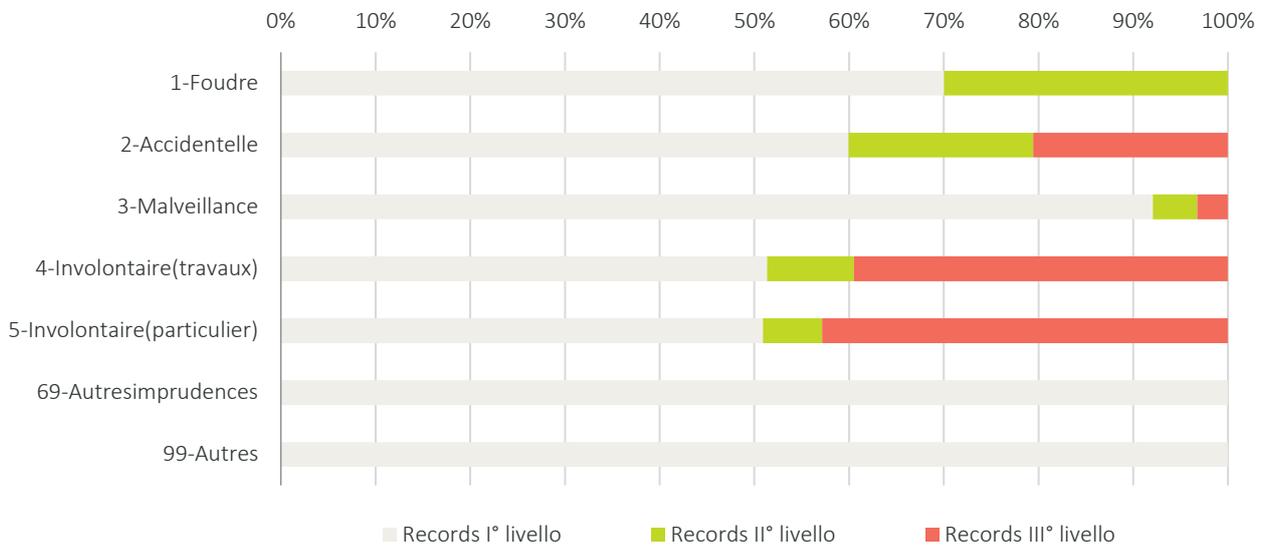


Grafico 14 - Percentage composition of the french database for each 1st level cause. In green the percentage of records that include a 2nd level cause, in red the percentage which includes a 3rd level cause. The translation of the row labels is shown in table 14.

	Records I° lev			Records II° lev			Records III° lev			N° totale	% totale
	n°	% della categoria	% su totale	n°	% della categoria	% su totale	n°	% della categoria	% su totale		
1 - Fulmini	977	70,0%	4,8%	418	30,0%	2,1%				1395	100%
2 - Accidentale	1067	59,9%	5,3%	347	19,5%	1,7%	366	20,6%	1,8%	1780	100%
3 - Malevolenza	6871	92,1%	33,9%	350	4,7%	1,7%	242	3,2%	1,2%	7463	100%
4 - Involontaria (lavoro)	1429	51,3%	7,1%	256	9,2%	1,3%	1099	39,5%	5,4%	2784	100%
5 - Involontaria (privati)	3456	50,9%	17,1%	425	6,3%	2,1%	2910	42,9%	14,4%	6791	100%
69 - Altre imprudenze	22	100%	0,1%							22	100%
99 - Altro	21	100%	0,1%							21	100%
Totale complessivo	13843		68,3%	1796		8,9%	4617		22,8%	20256	100%

Tabella 15 - Composition of the database for each 1st level cause, with percentage weight of detailed records beyond 1st level. These are the values with which the Tab-13 was built

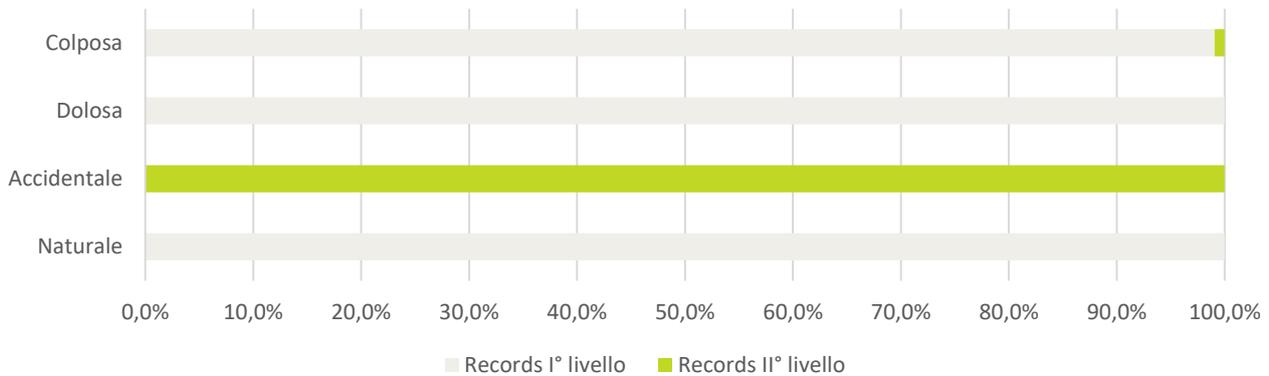


Grafico 16 - Percentage composition of the Sardinian database for each 1st level cause. In green the percentage of records that include a 2nd level cause.

	Records I° lev			Records II° lev			N° totale	% totale
	n°	% della categoria	% su totale	n°	% della categoria	% su totale		
Naturale	391	100,0%	3,6%	0	0,0%	0,0%	391	3,6%
Accidentale	0	0,0%	0,0%	5	100,0%	0,0%	5	0,0%
Dolosa	8799	100,0%	80,0%	0	0,0%	0,0%	8799	80,0%
Colposa	1785	99,1%	16,2%	17	0,9%	0,2%	1802	16,4%
Totale complessivo	10975		99,8%	22		0,2%	10997	100%

Tabella 17 - Composition of the database for each 1st level cause, with percentage weight of detailed records beyond 1st level. These are the values with which the Tab-15 was built.

Guardando la tabella 15, relativa al database francese, si può notare come 1796 records abbiano associata una causa di secondo livello e 4617 records abbiano associata una causa di terzo livello. Diversamente, come emerge dalla tabella 17, solo a 22 records del database italiano è stata associata una causa di secondo livello. Ne consegue che eventuali approfondimenti su specifiche causalità d'innesco possono essere condotte unicamente sul database francese perché quello italiano non presenta un numero di records sufficiente da poter essere considerato rappresentativo.

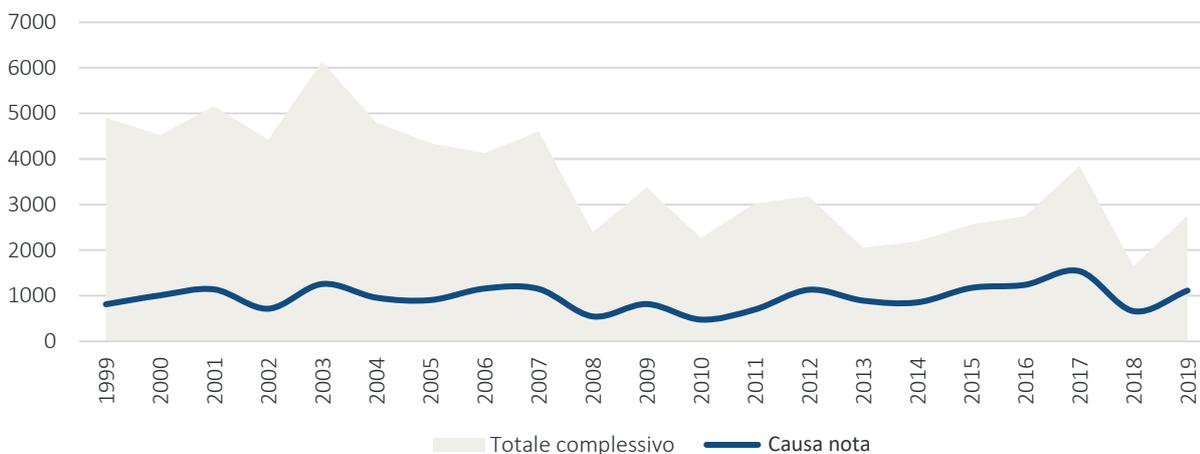


Grafico 18 - Annual trend of the PACA and Corsica Region's database. With respect to the total of records, the quantity of records associated with a cause of any level is highlighted with the blue line.

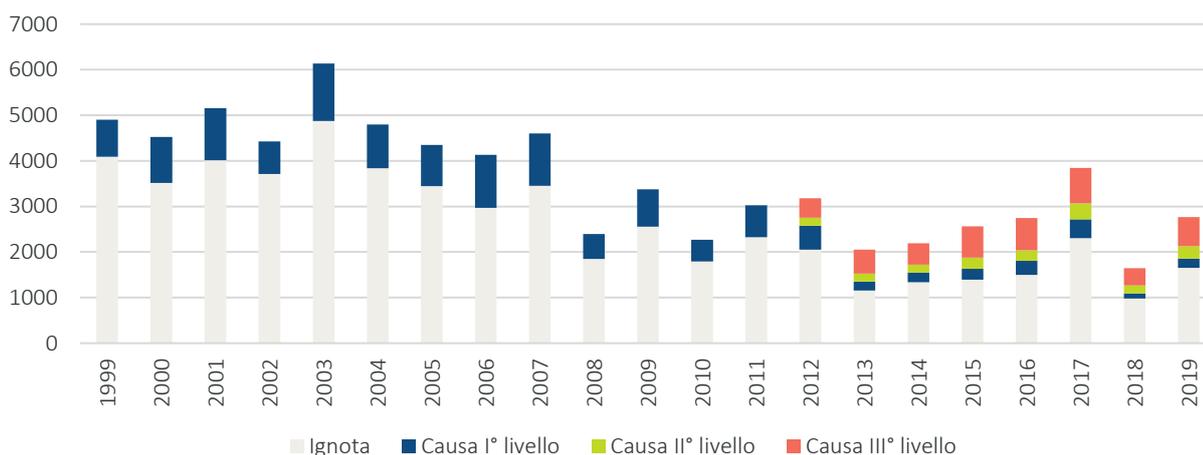


Grafico 19 - Annual composition of the PACA and Corsica Region's database.

L'analisi illustrata nei grafici 18 – 19 – 20 – 21 mostra le variazioni annuali nella composizione del database. Per l'elaborazione dei grafici 18 e 20, è stata considerato come record con causa "nota" qualunque record cui fosse associata una causa di primo, di secondo o di terzo livello.

Osservando i dati relativi al database francese, riportati nelle tabelle 18 e 19, si può notare come il numero totale di inneschi registrati nel database diminuisca nel corso degli anni, in particolare a partire dall'anno 2003. La quantità di records cui è stata associata almeno una causa rimane invece stabilmente intorno ai 1000 records per anno. Si noti anche come le cause di secondo e di terzo livello vengano identificate ed associate ai records solo a partire dall'anno 2012: prima di tale data il database francese conteneva solamente indicazioni di primo livello. Ne consegue che, sul territorio francese, la conoscenza

delle causalità che sottendono al fenomeno è aumentata negli ultimi anni sia in termini qualitativi (le cause vengono identificate con un dettaglio maggiore) sia in termini quantitativi (viene identificata la causa di un numero maggiore di inneschi rispetto al numero totale degli inneschi che si verificano).

Il database della Sardegna, come si può vedere nei grafici 20 e 21, non fa emergere tendenze notevoli e presenta un andamento annuale del numero di inneschi che risulta oscillare stabilmente intorno ai 3000 inneschi per anno, ad eccezione del picco di 4790 inneschi raggiunto nel 2014. La quantità di inneschi per cui viene identificata almeno la causa di primo livello risulta essere in media del 22% circa (cfr. tabella 23).

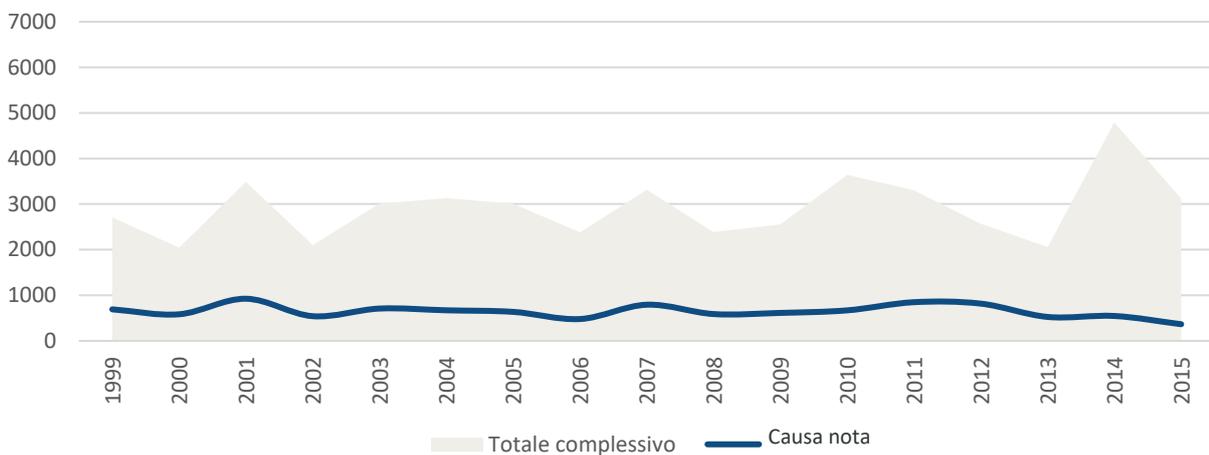


Grafico 20 - Annual trend of the Sardinia Region's database. With respect to the total of records, the quantity of records associated with a cause of any level is highlighted with the blue line.

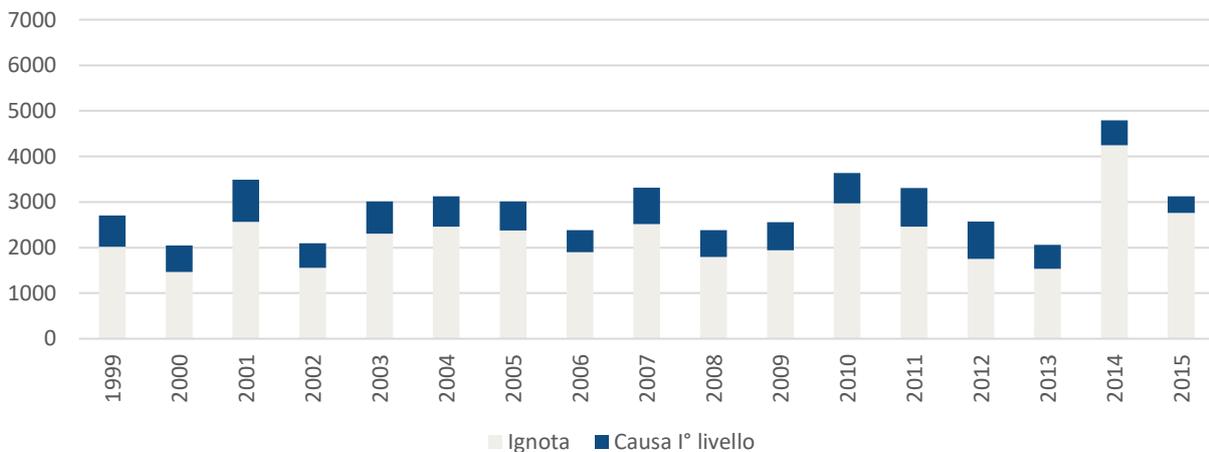


Grafico 21 - Annual composition of the Sardinia Region's database

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Totale
Ignota	4091	3513	4013	3710	4878	3841	3446	2972	3452	1849	2559	1791	2325	2051	1157	1340	1393	1502	2308	980	1654	54825
Causa I° livello	813	1009	1140	716	1258	958	905	1158	1150	547	818	477	698	526	193	211	237	302	410	115	202	13843
Causa II° livello														174	175	170	246	235	353	171	272	1796
Causa III° livello														432	526	473	689	704	777	377	639	4617
Totale complessivo	4904	4522	5153	4426	6136	4799	4351	4130	4602	2396	3377	2268	3023	3183	2051	2194	2565	2743	3848	1643	2767	75081
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Totale
Ignota	83,4%	77,7%	77,9%	83,8%	79,5%	80,0%	79,2%	72,0%	75,0%	77,2%	75,8%	79,0%	76,9%	64,4%	56,4%	61,1%	54,3%	54,8%	60,0%	59,6%	59,8%	73,0%
Causa I° livello	16,6%	22,3%	22,1%	16,2%	20,5%	20,0%	20,8%	28,0%	25,0%	22,8%	24,2%	21,0%	23,1%	16,5%	9,4%	9,6%	9,2%	11,0%	10,7%	7,0%	7,3%	18,4%
Causa II° livello														5,5%	8,5%	7,7%	9,6%	8,6%	9,2%	10,4%	9,8%	2,4%
Causa III° livello														13,6%	25,6%	21,6%	26,9%	25,7%	20,2%	22,9%	23,1%	6,1%
Totale complessivo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 22 - Annual composition of the PACA and Corsica Region's database, expressed in number of records (above) and percentage incidence (under) recorded for each year. Data with which are constructed the Tab 17 and 18.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totale
Ignota	2016	1464	2564	1556	2302	2458	2377	1902	2518	1797	1943	2970	2458	1755	1533	4244	2760	38617
Causa I° livello	691	583	924	541	709	670	636	479	793	588	613	669	848	817	525	546	365	10997
Totale complessivo	2707	2047	3488	2097	3011	3128	3013	2381	3311	2385	2556	3639	3306	2572	2058	4790	3125	49614
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Totale
Ignota	74,5%	71,5%	73,5%	74,2%	76,5%	78,6%	78,9%	79,9%	76,0%	75,3%	76,0%	81,6%	74,3%	68,2%	74,5%	88,6%	88,3%	77,8%
Causa I° livello	25,5%	28,5%	26,5%	25,8%	23,5%	21,4%	21,1%	20,1%	24,0%	24,7%	24,0%	18,4%	25,7%	31,8%	25,5%	11,4%	11,7%	22,2%
Totale complessivo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabella 23 - Annual composition of the Sardinia Region's database, expressed in number of records (above) and percentage incidence (under) recorded for each year. Data with which are constructed the Tab 19 and 20.

Nella figura 24 è riportata l'incidenza percentuale dei records cui è associata un'informazione sulla causa nel database francese e nel database italiano.

Nel database francese le classificazioni "4 - Involontaria (Lavoro)" e "5 - Involontaria (Privati)", che incidono rispettivamente il 4% e il 9% del totale, indicano gli inneschi di natura non intenzionale e possono essere considerati equivalenti alla classificazione italiana "Colposa".

Si può notare una differenza sostanziale: nel database francese la causa più frequente è quella non intenzionale (9% + 4% = 13%), mentre nel database italiano la stessa causa distingue solo il 3% dei records.

Diversamente, nel database italiano la maggioranza degli inneschi viene ricondotta a gesti di natura intenzionale ("Dolosa" - 18%), che nel database francese distinguono solo il 10% dei records.

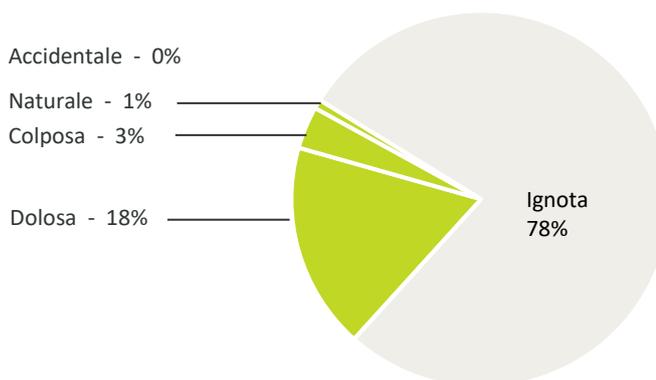
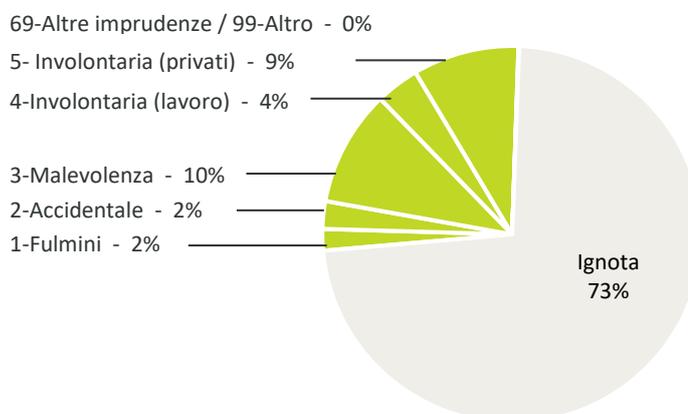


Figura 24 – Percentage composition of the trigger's causes database for the PACA and Corsica Regions (above) and the Sardinia Region (below)

L'analisi illustrata nelle tabelle 25 e 26 mostra quali sono le unità amministrative per le quali è disponibile un'informazione maggiore sulle cause di innesco, ovvero quelle in cui si riesce ad identificare almeno la causa di primo livello per il maggior numero di inneschi in rapporto al numero totale degli stessi.

La tabella 25, relativa al database francese, illustra mediamente viene identificata la causa di circa il 27% dei records. Possiamo vedere che l'unità amministrativa in cui vengono individuate più cause è il Département 2A (Corse du Sud), dove oltre il 50% dei record hanno associata un'informazione sulla causa. Di contro nel Département 84 (Valcluse) si identifica la causa solo per il 4% dei records. Il Département 13 (Bouche du Rhône) risulta essere quello con un'incidenza maggiore di inneschi rilevati

(17.042 records), di cui solo il 16% contiene un'informazione sulla causa. Nella tabella 26, relativa al database italiano, mediamente viene identificata la causa di poco più del 22% degli inneschi. La Provincia con il risultato migliore risulta essere quella di Nuoro, con oltre il 50% dei records ai quali è associata un'informazione sulla causa. Il valore più basso si riscontra invece nella Provincia di Cagliari, con poco più del 4% dei records identificati. Anche qua possiamo vedere con me l'unità amministrativa più colpita dal fenomeno, la Provincia del Sud Sardegna, identifichi poco più del 9% delle cause degli oltre 18.000 inneschi rilevati nel periodo analizzato.

Departement	Ignota		Nota		Totale complessivo	
	n°	%	n°	%	N°	%
4	4367	79%	1148	21%	5515	100%
5	2495	78%	699	22%	3194	100%
6	2329	59%	1652	41%	3981	100%
13	14309	84%	2733	16%	17042	100%
83	8857	58%	6289	42%	15146	100%
84	7012	96%	301	4%	7313	100%
2A	3297	46%	3853	54%	7150	100%
2B	12159	77%	3581	23%	15740	100%
Totale complessivo	54825	73%	20256	27%	75081	100%

Tabella 26 - Percentage of records with associated cause for each Department of the PACA and Corsica Regions.

Provincia	Ignota		Nota		Totale complessivo	
	n°	%	n°	%	n°	%
Cagliari	4979	95,5%	233	4,5%	5212	100%
Nuoro	4106	47,5%	4532	52,5%	8638	100%
Oristano	6319	81,4%	1447	18,6%	7766	100%
Sassari	6588	68,0%	3101	32,0%	9689	100%
Sud Sardegna	16625	90,8%	1684	9,2%	18309	100%
Totale complessivo	38617	77,8%	10997	22,2%	49614	100%

Tabella 25 - Percentage of records with associated cause for each Province of the Sardinia Region.

3.1.3 Distribuzione spaziale degli inneschi

Questa analisi ha lo scopo di approfondire la distribuzione spaziale degli inneschi registrati nei database. Nelle tabelle 27 e 28 è mostrata la quantità di records con associata almeno una causa di primo livello per ogni unità amministrativa presa in considerazione.

	Departement								Totale complessivo	% sul totale dei record
	4	5	6	13	83	84	2A	2B		
1 - Fulmini	135	58	237	142	390	37	165	231	1395	1,9%
2 - Accidentale	143	38	134	304	510	101	351	199	1780	2,4%
3 - Malevolenza	144	20	367	1458	1702	74	1488	2210	7463	9,9%
4 - Involontaria (lavoro)	269	155	219	162	1100	45	446	388	2784	3,7%
5 - Involontaria (privati)	447	410	695	666	2579	44	1401	549	6791	9,0%
69 - Altre imprudenze	7	12		1	1		1		22	0,0%
99 - Altro	3	6			7		1	4	21	0,0%
Non definita	4367	2495	2329	14309	8857	7012	3297	12159	54825	
Totale complessivo	5515	3194	3981	17042	15146	7313	7150	15740	75081	26,9%

Tabella 27 - Data of French database relating to the 1° level causes, broken down for each Department. Red highlights the numerically more consistent causes

	Provincia					Totale complessivo	% sul totale dei records
	Cagliari	Nuoro	Oristano	Sassari	Sud Sardegna		
Involontaria	114	515	322	494	357	1802	3,6%
Dolosa	108	3940	1078	2434	1239	8799	17,7%
Naturale	11	77	47	169	87	391	0,8%
Accidentale				4	1	5	0,0%
Non definita	4979	4106	6319	6588	16625	38617	
Totale complessivo	5212	8638	7766	9689	18309	49614	22,1%

Tabella 28 - Data of Italian database relating to the 1° level causes, broken down for each Province. Red highlights the numerically more consistent causes

Analogamente a quanto è stato fatto in precedenza, le classificazioni “4 - *Involontaria (lavoro)*” e “5 - *Involontaria (privati)*” del database francese possono essere considerate insieme, in quanto afferenti ad eventi di natura non intenzionale. Questo approccio trova la sua utilità nel facilitare il confronto con i dati presenti nel database della Regione Sardegna, riportato nella tabella 27. Tuttavia nell'analisi sono state tenute separate, così come sono presenti nel database originale, al fine di distinguere tra eventi non intenzionali riconducibili ad attività lavorative ed eventi che, pur essendo sempre di natura non intenzionale, non risultano collegati ad attività lavorative ma ad attività domestiche, ludiche, comportamentali o amatoriali.

Nella tabella 27, relativa al territorio francese, è possibile notare che se le classificazioni “4 - *Involontaria (lavoro)*” e “5 - *Involontaria (privati)*” vengono considerate insieme, il numero di eventi riconducibili a cause non intenzionali risulta maggiore di quello di eventi con causa intenzionale. Questo è vero per tutti i Departement tranne che per il Departement 2B (Haute Corse) e il Departement 13 (Bouche du Rhône), che invece vedono una prevalenza di eventi di natura intenzionale. Nel database italiano, tabella 27, sono invece maggioritari i records identificati come eventi di natura intenzionale: l'unica Provincia in cui si identificano come maggioritari gli eventi di natura non intenzionale è la Provincia di Cagliari.

Per quanto riguarda il territorio francese, la causa che fa registrare un numero maggiore di eventi è quella relativa ad eventi non intenzionali e non legati ad attività lavorative nel Departement 83 (Var), pari a 2579 records. Gli eventi di natura non intenzionale legati ad attività lavorative risultano più numerosi nel dipartimento 83 e, in misura minore, nei Departement corsi 2A e 2B. Gli eventi di natura intenzionale risultano tuttavia particolarmente consistenti nei Departement 2B, 83, 2A e 13.

Nella tabella 28, relativa al database sardo, si può notare che il numero più alto di records si rileva per la causa intenzionale nella Provincia di Nuoro, 3940 records, cui segue quella di Sassari con 2434 records. Anche gli eventi di natura non intenzionale risultano maggiori nella Provincia di Nuoro, nuovamente seguita da quella di Sassari.

Gli inneschi di natura accidentale o naturale incidono in percentuali molto basse in entrambi i database, con una presenza leggermente più forte nel database francese. In particolare, si sottolinea come i records del database italiano cui è associata una causa di natura accidentale siano solo cinque e abbiano un'incidenza inferiore allo 0,1% rispetto al totale dei records con indicazione della causa, a fronte del dato francese che risulta pari al 2,4%.

	Departement								N° totale	% sul totale dei records
	4	5	6	13	83	84	2A	2B		
	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°		
11 - Fulmini	38	31	57	39	107	5	51	83	411	0,55%
19 - Altre Installazioni					6			1	7	0,01%
21 - Linee elettriche	42	15	8	35	101	1	33	27	262	0,35%
22 - Ferrovia	2	2		23	30				57	0,08%
23 - Veicoli	41	6	12	68	68	2	30	16	243	0,32%
24 - Deposito di rifiuti	9	4	3	8	62		33	32	151	0,20%
31 - Conflitto			7	1	34	4	6	40	92	0,12%
32 - Interesse	1		75		14		25	91	206	0,27%
33 - Piromania	44	13	30	6	24	2	41	134	294	0,39%
41 - Lavori forestali	57	16	11	42	220	1	42	48	437	0,58%
42 - Lavori agricoli	82	64	7	15	272	1	29	103	573	0,76%
43 - Lavori industriali-pubblici	10	35	9	12	86		36	38	226	0,30%
44 - Ripresa di incendio	9	16	2	3	47		15	27	119	0,16%
51 - Lavori (privati)	213	263	82	90	961	1	406	174	2190	2,92%
52 - Attività ricreative	65	67	29	43	170	6	42	29	451	0,60%
53 - Lancio di oggetti incandescenti	59	37	24	67	450	1	25	31	694	0,92%
Totale complessivo	672	569	356	452	2652	24	814	874	6413	8,54%

Tabella 29 - Absolute numerical consistency of second level causes in the French database. The categories of II ° level includes the records of III ° level. The intensity of the red varies according to a matrix scale.

	Provincia					Totale complessivo
	Cagliari	Nuoro	Oristano	Sassari	Sud Sardegna	
21-Linee Elettriche				4	1	5
41-Lavori Forestali		1				1
42-Lavori Agricoli		8	1	1	3	13
43-Lavori Industriali-Pubblici		1			1	2
53-Lancio di oggetti incandescenti		1				1
Totale complessivo		11	1	5	5	22

Tabella 30 - Absolute numerical consistency of second level causes in the database of Sardinia. The intensity of the red varies according to a matrix scale.

Il numero di dati disponibili si contrae in modo significativo se si considerano solamente i records per cui la causa è stata identificata con un livello di dettaglio pari al secondo al secondo livello di classificazione delle cause. Questo livello di dettaglio risulta essenziale per avere informazioni significative sulle ragioni per cui l'evento si è verificato, perché il primo livello è utile solamente per una classificazione di massima. Sono 6413 su 75.081 (8,54%) i records del database francese che contengono un'indicazione di causa dettagliata al secondo livello di classificazione, mentre solo 22 records sui 49.614 presenti nel database italiano contengono questa informazione. Questa sostanziale differenza tra i 2 database è il motivo per cui, per quanto riguarda il territorio italiano, non sono state fatte molte delle elaborazioni che sono invece riportate nelle pagine seguenti per il territorio francese.

La tabella 29 riporta i dati contenuti nel database francese. Il numero più alto di eventi si registra infatti nel Departement 83 (Var) per la classificazione "51 – Lavori (privati)", afferente ad inneschi dovuti a lavorazioni condotte in ambito privato-amatoriale. La seconda causa che presenta i valori assoluti più elevati è la causa "53 – Lancio di oggetti incandescenti", sempre nel Departement 83 (Var), cui segue nuovamente la causa "51 – Lavori (privati)" nel Departement 2A (Corse du Sud).

Nonostante il numero esiguo di dati, è possibile fare alcune considerazioni anche sul database italiano, riportato nella tabella 30. La provincia con più eventi identificati in modo causale al secondo livello è la Provincia di Nuoro, per il quale si rilevano 8 eventi, seguita da Sassari e Sud Sardegna con 5 identificazioni ciascuna. La causa che è stata identificata più spesso è "42-Lavori Agricoli", che assume valori superiori alla media nella provincia di Nuoro, mentre gli eventi causati da linee elettriche si rilevano maggiormente nella Provincia di Sassari.

Il confronto tra il numero di records disponibili per ogni unità amministrativa evidenzia come per il Departement 83 (Var) siano disponibili molti più dati rispetto a quelli disponibili per gli altri dipartimenti, nonostante il numero assoluto di eventi accaduti in quest'area sia addirittura inferiore agli eventi registrati per i Departement 13 (Bouche du Rhône) e 2B (Haute Corse). Per questo motivo nelle elaborazioni seguenti sono stati adottati modelli interpretativi differenti dalla lettura dei dati in numeri assoluti, mirati a fornire interpretazioni scorporate per ogni tipologia di causa oppure per ogni unità amministrativa. Inoltre spesso è stata preferita una lettura percentuale dei dati, così da restituire l'incidenza relativa del fenomeno e permettere di individuare i nodi in cui esso assumeva le dimensioni più significative.

	Departement								incidenza % media
	4	5	6	13	83	84	2A	2B	
11 - Fulmini	5,7%	5,4%	16,0%	8,6%	4,0%	20,8%	6,3%	9,5%	9,5%
19 - Altre Installazioni	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
21 - Linee elettriche	6,3%	2,6%	2,2%	7,7%	3,8%	4,2%	4,1%	3,1%	4,2%
22 - Ferrovia	0,3%	0,4%	0,0%	5,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
23 - Veicoli	6,1%	1,1%	3,4%	15,0%	2,6%	8,3%	3,7%	1,8%	5,2%
24 - Deposito di rifiuti	1,3%	0,7%	0,8%	1,8%	2,3%	0,0%	4,1%	3,7%	1,8%
31 - Conflitto	0,0%	0,0%	2,0%	0,2%	1,3%	16,7%	0,7%	4,6%	3,2%
32 - Interesse	0,1%	0,0%	21,1%	0,0%	0,5%	0,0%	3,1%	10,4%	4,4%
33 - Piromania	6,5%	2,3%	8,4%	1,3%	0,9%	8,3%	5,0%	15,3%	6,0%
41 - Lavori forestali	8,5%	2,8%	3,1%	9,3%	8,3%	4,2%	5,2%	5,5%	5,8%
42 - Lavori agricoli	12,2%	11,2%	2,0%	3,3%	10,3%	4,2%	3,6%	11,8%	7,3%
43 - Lavori industriali-pubblici	1,5%	6,2%	2,5%	2,7%	3,2%	0,0%	4,4%	4,3%	3,1%
44 - Ripresa di incendio	1,3%	2,8%	0,6%	0,7%	1,8%	0,0%	1,8%	3,1%	1,5%
51 - Lavori (privati)	31,7%	46,2%	23,0%	19,9%	36,2%	4,2%	49,9%	19,9%	28,9%
52 - Attività ricreative	9,7%	11,8%	8,1%	9,5%	6,4%	25,0%	5,2%	3,3%	9,9%
53 - Lancio di oggetti incendescenti	8,8%	6,5%	6,7%	14,8%	17,0%	4,2%	3,1%	3,5%	8,1%
Totale complessivo	100,0%	100%							

Tabella 31 - Departments in which the II° level cause has a greater incidence. Red color scale for each row.

La tabella 31 riporta il peso percentuale di ogni causa in ogni Departement. La percentuale è espressa rispetto al totale della colonna. La scala di colore, che si ripete ad ogni riga, permette invece di evidenziare in quale Departement la causa incide di più e quindi dove essa risulta essere di più un problema.

Possiamo vedere, per esempio, che la causa "11 - Fulmini" ha l'incidenza maggiore nei Departement 84 e 6, dove rappresenta rispettivamente il 20,8% e il 16% degli inneschi dell'unità amministrativa. Oppure che gli inneschi dovuti alla presenza di linee ferroviarie (causa "23-CheminDeFer") incidono in modo rilevabile solo nel Departement 13 (Bouches du Rhône), dove rappresentano più del 5% del totale.

	Departement								N° totale
	4	5	6	13	83	84	2A	2B	
11 - Fulmini	38	31	57	39	107	5	51	83	411
19 - Altre Installazioni					6			1	7
21 - Linee elettriche	42	15	8	35	101	1	33	27	262
22 - Ferrovia	2	2		23	30				57
23 - Veicoli	41	6	12	68	68	2	30	16	243
24 - Deposito di rifiuti	9	4	3	8	62		33	32	151
31 - Conflitto			7	1	34	4	6	40	92
32 - Interesse	1		75		14		25	91	206
33 - Piromania	44	13	30	6	24	2	41	134	294
41 - Lavori forestali	57	16	11	42	220	1	42	48	437
42 - Lavori agricoli	82	64	7	15	272	1	29	103	573
43 - Lavori industriali-pubblici	10	35	9	12	86		36	38	226
44 - Ripresa di incendio	9	16	2	3	47		15	27	119
51 - Lavori (privati)	213	263	82	90	961	1	406	174	2190
52 - Attività ricreative	65	67	29	43	170	6	42	29	451
53 - Lancio di oggetti incendescenti	59	37	24	67	450	1	25	31	694
Totale complessivo	672	569	356	452	2652	24	814	874	6413

Tabella 32 - Numericamente più consistente causa per ogni dipartimento. Scala di colore rosso per ogni colonna.

La tabella 32 riporta gli stessi dati della tabella 31 ma esprimendone la consistenza numerica: permette di individuare la causa numericamente più consistente in ogni unità amministrativa considerata, evidenziata dalla scala di colore rosso ripetuta per ogni colonna. La causa "51 – Lavori (privati)", riconducibile a inneschi non intenzionali collegati a lavorazioni condotte in ambito domestico-privato, risulta essere la più frequente in tutte le unità amministrative tranne che nel Departement 84 (Vaucluse). È interessante notare come ci siano alcuni Departement in cui una causa prevale nettamente sulle altre: è il caso, ad esempio, del Departement 2A (Corse du Sud) in cui la causa "51 – Lavori (privati)" registra un numero di eventi molto più elevato delle altre cause. In altri Departement tale prevalenza non è così netta e anche altre cause arrivano a rappresentare una frazione significativa degli inneschi: ad esempio nel Departement 2B (Haute Corse) a fianco della causa "51 – Lavori (privati)" si vedono emergere diverse altre cause.

	Departement								N° di Departement in cui la causa incide per più del 10%	Cause che incidono per più del 5% del totale degli inneschi di II° livello	N° totale inneschi
	4	5	6	13	83	84	2A	2B			
11 - Fulmini	5,7%	5,4%	16,0%	8,6%	4,0%	20,8%	6,3%	9,5%	2	6,4%	411
19 - Altre Installazioni	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%		0,1%	7
21 - Linee elettriche	6,3%	2,6%	2,2%	7,7%	3,8%	4,2%	4,1%	3,1%		4,1%	262
22 - Ferrovia	0,3%	0,4%	0,0%	5,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%		0,9%	57
23 - Veicoli	6,1%	1,1%	3,4%	15,0%	2,6%	8,3%	3,7%	1,8%	1	3,8%	243
24 - Deposito di rifiuti	1,3%	0,7%	0,8%	1,8%	2,3%	0,0%	4,1%	3,7%		2,4%	151
31 - Conflitto	0,0%	0,0%	2,0%	0,2%	1,3%	16,7%	0,7%	4,6%	1	1,4%	92
32 - Interesse	0,1%	0,0%	21,1%	0,0%	0,5%	0,0%	3,1%	10,4%	2	3,2%	206
33 - Piromania	6,5%	2,3%	8,4%	1,3%	0,9%	8,3%	5,0%	15,3%	1	4,6%	294
41 - Lavori forestali	8,5%	2,8%	3,1%	9,3%	8,3%	4,2%	5,2%	5,5%		6,8%	437
42 - Lavori agricoli	12,2%	11,2%	2,0%	3,3%	10,3%	4,2%	3,6%	11,8%	4	8,9%	573
43 - Lavori industriali-pubblici	1,5%	6,2%	2,5%	2,7%	3,2%	0,0%	4,4%	4,3%		3,5%	226
44 - Ripresa di incendio	1,3%	2,8%	0,6%	0,7%	1,8%	0,0%	1,8%	3,1%		1,9%	119
51 - Lavori (privati)	31,7%	46,2%	23,0%	19,9%	36,2%	4,2%	49,9%	19,9%	7	34,1%	2190
52 - Attività ricreative	9,7%	11,8%	8,1%	9,5%	6,4%	25,0%	5,2%	3,3%	2	7,0%	451
53 - Lancio di oggetti incendescenti	8,8%	6,5%	6,7%	14,8%	17,0%	4,2%	3,1%	3,5%	2	10,8%	694
Totale complessivo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%	6413

Tabella 33 - Causes that have an incidence greater than 10% for each department. Alongside, the number of departments in which the cause affects more than 10%. The causes that account for more than 5% of the total are shown in green

Nella tabella 33 sono evidenziate le celle in cui si rileva un'incidenza superiore al 10%. Permette di individuare le cause che sono responsabili di una parte significativa degli inneschi, e quindi di sapere su quali cause è più conveniente focalizzare l'attenzione per ridurre l'entità del fenomeno. La causa "51 – Lavori (privati)" è un problema trasversale a tutte le unità amministrative e rappresenta un problema in sette Departement su otto, seguita dalla causa "42 - Lavori agricoli" che caratterizza oltre un decimo degli inneschi in quattro Departement su otto. Risulta evidente la convenienza di sviluppare policy mirate ad un contenimento dei fenomeni sociali che stanno alla base di tali cause.

Le tabelle seguenti (tabelle 34 – 35 – 36) evidenziano la stessa tipologia di informazione sui records per i quali è disponibile il dato relativo alla causa di terzo livello.

		Departement								Totale
		4	5	6	13	83	84	2A	2B	
11 - Fulmini	(vuoto)	5,7%	5,4%	16,0%	8,6%	4,0%	20,8%	6,3%	9,5%	6,4%
	11 - Fulmini Totale	5,7%	5,4%	16,0%	8,6%	4,0%	20,8%	6,3%	9,5%	6,4%
21 - Linee elettriche	211 - Rottura	0,4%	1,1%	2,0%	0,2%	1,4%	0,0%	0,2%	1,1%	1,0%
	212 - Scintille	2,1%	0,7%	0,0%	0,0%	1,4%	4,2%	1,0%	0,2%	1,0%
	(vuoto)	3,7%	0,9%	0,3%	7,5%	1,0%	0,0%	2,8%	1,7%	2,0%
	21 - Linee elettriche Totale	6,3%	2,6%	2,2%	7,7%	3,8%	4,2%	4,1%	3,1%	4,1%
22 - Ferrovia	(vuoto)	0,3%	0,4%	0,0%	5,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
	22 - Ferrovia Totale	0,3%	0,4%	0,0%	5,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
23 - Veicoli	231 - Marmitta, freni...	0,3%	0,4%	0,6%	0,9%	0,8%	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%
	232 - Incendio	1,5%	0,4%	2,5%	4,2%	1,6%	0,0%	0,9%	0,5%	1,5%
	(vuoto)	4,3%	0,4%	0,3%	10,0%	0,2%	8,3%	2,8%	1,3%	1,9%
	23 - Veicoli Totale	6,1%	1,1%	3,4%	15,0%	2,6%	8,3%	3,7%	1,8%	3,8%
24 - Deposito di rifiuti	241 - Autorizzato	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,6%
	242 - Clandestino	0,0%	0,2%	0,6%	0,0%	0,9%	0,0%	3,3%	1,9%	1,1%
	(vuoto)	1,2%	0,4%	0,3%	1,8%	0,1%	0,0%	0,7%	1,6%	0,7%
	24 - Deposito di rifiuti Totale	1,3%	0,7%	0,8%	1,8%	2,3%	0,0%	4,1%	3,7%	2,4%
Altre cause		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
Totale cause naturali/accidentali		19,6%	10,2%	22,5%	38,3%	14,1%	33,3%	18,1%	18,2%	17,6%

Tabella 34 - Natural and accidental causes. Incidence of causes for each department. Red scale for each column.

		Departement							Totale	
		4	5	6	13	83	84	2A		2B
31 - Conflitto	311 - Occupazione del suolo	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	2,5%	0,6%
	312 - Caccia	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	1,3%	0,3%
	(vuoto)	0,0%	0,0%	0,6%	0,2%	0,7%	16,7%	0,4%	0,8%	0,6%
	31 - Conflitto Totale	0,0%	0,0%	2,0%	0,2%	1,3%	16,7%	0,7%	4,6%	1,4%
32 - Interesse	321 - Occupazione del suolo	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,6%	0,2%
	322 - Venatorio	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	3,3%	0,6%
	323 - Pastorizia	0,0%	0,0%	18,5%	0,0%	0,2%	0,0%	2,2%	5,4%	2,1%
	(vuoto)	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	1,1%	0,3%
	32 - Interesse Totale	0,1%	0,0%	21,1%	0,0%	0,5%	0,0%	3,1%	10,4%	3,2%
33 - Piromania	(vuoto)	6,5%	2,3%	8,4%	1,3%	0,9%	8,3%	5,0%	15,3%	4,6%
	33 - Piromania Totale	6,5%	2,3%	8,4%	1,3%	0,9%	8,3%	5,0%	15,3%	4,6%
Altre cause		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Totale cause dolose		6,7%	2,3%	31,5%	1,5%	2,7%	25,0%	8,8%	30,3%	9,2%

Tabella 35 - Intentional causes. Incidence of causes for each department

Questo tipo di analisi serve ad evidenziare emergenze specifiche del territorio considerato. Nella tabella 33 si nota come i fulmini rappresentino la più frequente tra le cause di tipo naturale e accidentale. Tale tipo di causa rappresenta oltre il 38% dei records con causa di terzo livello registrati nel Departement 13 (Bouches du Rhône), anche se in quest'area il numero di inneschi dovuti ai fulmini è complessivamente inferiore a quello dovuto al gruppo "23 - Veicoli". Nella tabella 34, relativa alle cause intenzionali, emerge l'importanza assunta dalla causa "323 - Pastorizia" nel Departement 06 (Alpes Maritimes): in quest'area, nel periodo esaminato, la maggior parte degli inneschi di natura dolosa si deve a tale causa.

Analoghe deduzioni possono essere sviluppate per i dati contenuti nella tabella 35, relativa agli eventi non intenzionali. Tra tutti si noti, ad esempio, l'emergere degli inneschi dovuti ai mozziconi gettati a bordo strada dall'auto nel Departement 13, oppure l'emergere di quelli legati a lavori forestali che risultano incidere più del 5% solamente nello stesso Departement 13.

		Departement								
		4	5	6	13	83	84	2A	2B	Totale
41 – Lavori forestali	411 - Mezzi d'opera	2,4%	0,2%	0,8%	1,8%	1,1%	4,2%	0,9%	0,5%	1,1%
	412 - Fuoco di vegetazione in piedi	3,9%	0,5%	1,1%	0,7%	1,9%	0,0%	1,2%	2,7%	1,9%
	413 - Fuoco di vegetazione tagliata	1,9%	2,1%	0,8%	6,4%	4,1%	0,0%	2,8%	2,1%	3,2%
	(vuoto)	0,3%	0,0%	0,3%	0,4%	1,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,7%
	41 - Lavori forestali Totale	8,5%	2,8%	3,1%	9,3%	8,3%	4,2%	5,2%	5,5%	6,8%
42 – Lavori agricoli	421 - Mezzi d'opera	3,0%	0,9%	0,3%	0,7%	1,4%	0,0%	0,7%	0,6%	1,2%
	422 - Fuoco di vegetazione in piedi	2,8%	3,2%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,9%	2,4%	1,5%
	423 - Fuoco di vegetazione tagliata	2,1%	7,0%	1,4%	1,5%	6,5%	0,0%	1,1%	3,4%	4,3%
	424 - Fuoco pastorale	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	4,8%	0,7%
	(vuoto)	3,7%	0,2%	0,3%	1,1%	1,3%	4,2%	0,7%	0,6%	1,2%
	42 - Lavori agricoli Totale	12,2%	11,2%	2,0%	3,3%	10,3%	4,2%	3,6%	11,8%	8,9%
51 - Lavoro (privati)	511 - Mezzi d'opera	1,6%	0,9%	0,8%	3,1%	2,6%	0,0%	1,2%	0,8%	1,8%
	512 - Fuoco di vegetazione in piedi	15,0%	19,3%	2,5%	0,4%	2,9%	0,0%	5,3%	5,5%	6,1%
	513 - Fuoco di vegetazione tagliata	13,7%	25,5%	18,8%	9,1%	24,3%	4,2%	42,5%	13,0%	22,6%
	(vuoto)	1,3%	0,5%	0,8%	7,3%	6,4%	0,0%	0,9%	0,6%	3,6%
	51 – Lavoro (privati) Totale	31,7%	46,2%	23,0%	19,9%	36,2%	4,2%	49,9%	19,9%	34,1%
52 - Attività ricreative	521 - Giochi di ragazzi	4,6%	2,8%	2,0%	2,7%	2,0%	12,5%	3,2%	1,4%	2,5%
	522 - Fuochi d'artificio	2,2%	2,6%	1,7%	2,2%	0,8%	4,2%	1,0%	1,0%	1,3%
	523 - Barbecue, Fornelli, Fuochi ricreativi	2,5%	6,3%	4,5%	4,4%	3,2%	4,2%	1,0%	0,6%	2,9%
	(vuoto)	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,4%	4,2%	0,0%	0,3%	0,3%
	52 - Attività ricreative Totale	9,7%	11,8%	8,1%	9,5%	6,4%	25,0%	5,2%	3,3%	7,0%
53 – Lancio di oggetti incendescenti	531 - Mozziconi da camminatori	1,0%	0,9%	3,7%	0,9%	2,5%	0,0%	0,2%	0,8%	1,6%
	532 - Mozziconi da veicoli	1,6%	1,2%	0,8%	7,7%	5,8%	0,0%	1,4%	2,1%	3,7%
	533 - Razzo di soccorso	0,1%	0,2%	0,8%	1,3%	0,2%	0,0%	0,5%	0,1%	0,3%
	534 - Sversamento di ceneri calde	4,2%	2,8%	0,6%	0,4%	3,6%	4,2%	0,6%	0,2%	2,4%
	(vuoto)	1,8%	1,4%	0,8%	4,4%	4,8%	0,0%	0,4%	0,3%	2,8%
	53 - Lancio di oggetti incendescenti Totale	8,8%	6,5%	6,7%	14,8%	17,0%	4,2%	3,1%	3,5%	10,8%
Altre cause	2,8%	9,0%	3,1%	3,3%	5,0%	0,0%	6,3%	7,4%	5,4%	
Totale cause colpose	73,7%	87,5%	46,1%	60,2%	83,2%	41,7%	73,1%	51,5%	73,1%	

Tabella 36 - Unintended causes. Incidence of causes for each department

Si riporta di seguito, nelle tabelle 37 e 38, un estratto della raccolta di informazioni sulle cause di incendio operata del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna. Il dato riportato, anche se limitato al periodo 2015 – 2019, può essere utile per delineare un quadro conoscitivo delle motivazioni che hanno condotto al verificarsi degli incendi in Sardegna.

Tra le cause di natura colposa, riportate in tabella 37, quella identificata più frequentemente risulta essere legata direttamente alle pratiche agricole: l'abbruciamento abusivo di stoppie, i.e. residui di colture erbacee rimasti in campo dopo il taglio o la mietitura, rappresenta circa il 32% delle cause colpose individuate.

Causa specifica		2015	2016	2017	2018	2019	Totale
Causa Colposa	Uso di apparecchi meccanici, a fiamma, od elettrici	8	14	21	3	15	61
	Incustodia e/o mancata bonifica dei residui di fuochi accesi in area di campagna	7	3	5	4	12	31
	Abbruciamento abusivo di stoppie	11	31	20	5	25	92
	Mancata osservanza delle prescrizioni contenute nell'autorizzazione rilasciata in forza alle Prescrizioni Regionali Antincendio	3	2	5	1	8	19
	Carenza nella manutenzione di elettrodotti o altre linee elettriche	0	0	0	0	0	0
	Mancata bonifica degli abbruciamenti di ramaglie nelle utilizzazioni boschive	1	0	2	0	1	4
	Violazione delle norme nella gestione delle discariche di R.S.U. - Rifiuti solidi urbani	1	1	1	1	0	4
	Carenza nella manutenzione dei convogli ferroviari	1	0	0	0	0	1
	Getto di fiammiferi o mozziconi di sigaretta accesi da parte di allevatori o agricoltori in area di campagna	0	0	3	0	2	5
	Getto di fiammiferi o mozziconi di sigaretta accesi da parte di automobilisti lungo le reti viarie	4	2	0	1	0	7
	Mancanza di cautele nell'apertura o ripulitura di viali parafuoco	0	0	1	0	0	1
	Getto di fiammiferi o mozziconi di sigaretta accesi da parte di gitanti e campeggiatori in area di campagna	0	1	0	0	1	2
	Brillamento di mine o esplosivi	1	0	1	0	1	3
	Getto di petardi, razzi o fuochi artificiali	0	0	0	0	0	0
	Getto di fiammiferi o mozziconi di sigaretta accesi da parte di cacciatori in area di campagna	3	2	5	1	8	19
	Colposo per ragioni ignote	3	2	10	6	21	42
	Totale cause colpose		45	63	69	21	89

Tabella 37 - Extract from the collection of information on the causes of fire in Sardinia, unintentional causes

Causa specifica		2015	2016	2017	2018	2019	Totale
Causa Dolosa	Apertura, rinnovazione, e miglioramento dei pascoli	4	1	4	0	9	18
	Violazione di provvedimenti antincendio emessi dalle autorità (violazione dell'art. 650 del Codice Penale)	0	2	0	0	0	2
	Conflitti e/o vendette tra privati (pascolo)	4	4	1	2	8	19
	Ripulitura di terreni per lavori colturali agricoli	5	8	11	1	2	27
	Piromania	1	2	2	4	5	14
	Conflitti e/o vendette tra allevatori e/o pastori e la pubblica amministrazione	1	1	4	0	0	6
	Ritorsione per motivi di caccia o bracconaggio	0	2	0	0	1	3
	Commessi da minorenni per gioco o divertimento	2	0	3	1	0	6
	Per garantire la continuità occupazionale nei cantieri di rimboschimento	0	0	1	0	0	1
	Per essere inclusi nelle squadre antincendio	0	0	0	0	0	0
	Speculazione edilizia	0	0	0	0	0	0
	Protesta contro i licenziamenti nei cantieri forestali	0	0	2	0	0	2
	Commessi da persone in stato di ubriachezza	0	0	0	0	1	1
	Ritorsione o protesta contro assunzioni nei cantieri forestali in presunta violazione alle norme sul collocamento	0	0	0	0	0	0
	Per fini di truffa	0	0	0	0	0	0
	Per creare allarme nella popolazione e/o nella struttura A.I.	1	4	1	1	7	14
	Per fini di deprezzamento di aree turistiche onde acquisirle a prezzi inferiori a quelli di mercato	0	0	1	0	0	1
	Terrorismo politico	0	0	0	0	0	0
	Dolo con causa specifica indefinita	46	18	150	42	158	414
	Totale cause dolose	64	42	180	51	191	528

Tabella 38 - Extract from the collection of information on the causes of fire in Sardinia, intentional causes

Anche tra le cause di natura dolosa, riportate in tabella 38, quelle riscontrate più spesso sono riconducibili al settore agro-pastorale. La ripulitura di terreni agricoli risulta essere la prima causa dolosa di incendio, seguita dai conflitti tra privati legati all'attività di pascolo e dalla volontà di migliorare e rinnovare degli stessi attraverso il passaggio del fuoco.

Si noti anche che circa l'80% delle cause individuate come di natura dolosa rimane indefinito. Tra le cause identificate, quelle legate direttamente o indirettamente ad attività agro-pastorali risultano essere la causa principale di incendio in Sardegna.

3.1.4 Analisi di concentrazione degli inneschi

L'analisi di concentrazione ha lo scopo di individuare le aree in cui si verifica un numero maggiore di inneschi. Come base cartografica sono state utilizzate le unità amministrative locali (LAU – 2019) che, per il territorio in esame coincidono con le municipalità. Non essendo disponibile per il territorio italiano, non è stato possibile utilizzare il dato relativo al reticolo francese DFCI.

La prima mappa (Map-2) mostra la media annuale numero di inneschi che si sono verificati nei periodi esaminati sul territorio di ogni LAU: evidenzia quali sono le unità amministrative in cui si verificano più inneschi. Esaminando i dati riportati nella tabella 37 possiamo notare che diverse le città di dimensioni maggiori presentano un numero elevato di inneschi. La tendenza delle aree urbane ad avere un numero di inneschi per anno maggiore di quello delle aree rurali risulta più marcata in alcuni territori, i.e. in Corsica, mentre risulta meno evidente per la Regione PACA e per la Regione Sardegna.

Per comprendere meglio l'impatto sul territorio è stata elaborata una seconda mappa (Map-2) che mostra la densità degli inneschi che si verificano in media ogni anno su un'area di 10 ettari. Come la precedente, la mappa adotta come base cartografica le LAU del 2019. Rispetto alla precedente questa mappa restituisce informazioni riguardo alla pressione incendiaria che viene esercitata sul territorio. Diversamente della precedente mappa, le aree urbane non emergono in modo particolare. Emergono piuttosto dei cluster territoriali in cui la pressione incendiaria, ovvero la densità degli inneschi, assume dei valori più alti rispetto alle altre parti del territorio. Questo si verifica, ad esempio, nella costa Nord-orientale della Corsica, nella zona costiera occidentale della Regione PACA o ancora nella pianura del Campidano della Regione Sardegna.

La terza mappa (Map-3) mostra il rapporto tra numero di inneschi e popolazione residente in ogni LAU. Dato che la maggior parte degli inneschi sono collegati all'attività umana, la mappa restituisce informazioni su quanti inneschi per persona si verificano sul territorio e quindi su quanto è elevato il pericolo dovuto ai comportamenti individuali o sociali.

Nazione	LAU	NUTS3	Codice LAU	Inneschi n°	Periodo (anni)	Inneschi / anno
IT	Villacidro	SU - Sud Sardegna	111096	915	17	53,8
IT	Carbonia	SU - Sud Sardegna	111009	855	17	50,3
FR	Marseille	13 - Bouches du Rhone	13055	1017	21	48,4
FR	Arles	13 - Bouches du Rhone	13004	999	21	47,6
FR	Aix-en-Provence	13 - Bouches du Rhone	13001	980	21	46,7
FR	Ajaccio	2A - Corse du Sud	2A004	819	21	39,0
FR	Martigues	13 - Bouches du Rhone	13056	784	21	37,3
IT	Olbia	SS - Sassari	90047	634	17	37,3
IT	Serramanna	SU - Sud Sardegna	111077	625	17	36,8
IT	Sassari	SS - Sassari	90064	626	17	36,8
IT	Siliqua	SU - Sud Sardegna	111084	614	17	36,1
IT	Capoterra	CA - Cagliari	92011	603	17	35,5
IT	Sanluri	SU - Sud Sardegna	111067	592	17	34,8
IT	Oristano	OR - Oristano	95038	590	17	34,7
IT	Quartu Sant'Elena	CA - Cagliari	92051	580	17	34,1
FR	Lucciana	2B - Haute Corse	2B148	690	21	32,9
IT	Alghero	SS - Sassari	90003	553	17	32,5
FR	Bastia	2B - Haute Corse	2B033	635	21	30,2
IT	Villasor	SU - Sud Sardegna	111106	514	17	30,2
FR	Avignon	84 - Vaucluse	84007	627	21	29,9
FR	Ghisonaccia	2B - Haute Corse	2B123	622	21	29,6
IT	Terralba	OR - Oristano	95065	488	17	28,7
IT	Bosa	OR - Oristano	95079	481	17	28,3
IT	Iglesias	SU - Sud Sardegna	111035	467	17	27,5
FR	Fréjus	83 - Var	83061	576	21	27,4
IT	Ittiri	SS - Sassari	90033	445	17	26,2
IT	Sinnai	CA - Cagliari	92080	442	17	26,0
IT	Suni	OR - Oristano	95087	440	17	25,9
IT	Sorso	SS - Sassari	90069	422	17	24,8
FR	Manosque	04 - Alpes de Haute	4112	508	21	24,2
FR	Borgo	2B - Haute Corse	2B042	504	21	24,0
FR	Istres	13 - Bouches du Rhone	13047	504	21	24,0
IT	San Gavino Monreale	SU - Sud Sardegna	111062	400	17	23,5
FR	Vescovato	2B - Haute Corse	2B346	491	21	23,4
IT	Serrenti	SU - Sud Sardegna	111078	389	17	22,9
IT	Sant'Antioco	SU - Sud Sardegna	111071	388	17	22,8
IT	Assemini	CA - Cagliari	92003	388	17	22,8
IT	Samassi	SU - Sud Sardegna	111059	385	17	22,6
FR	Hyères	83 - Var	83069	474	21	22,6

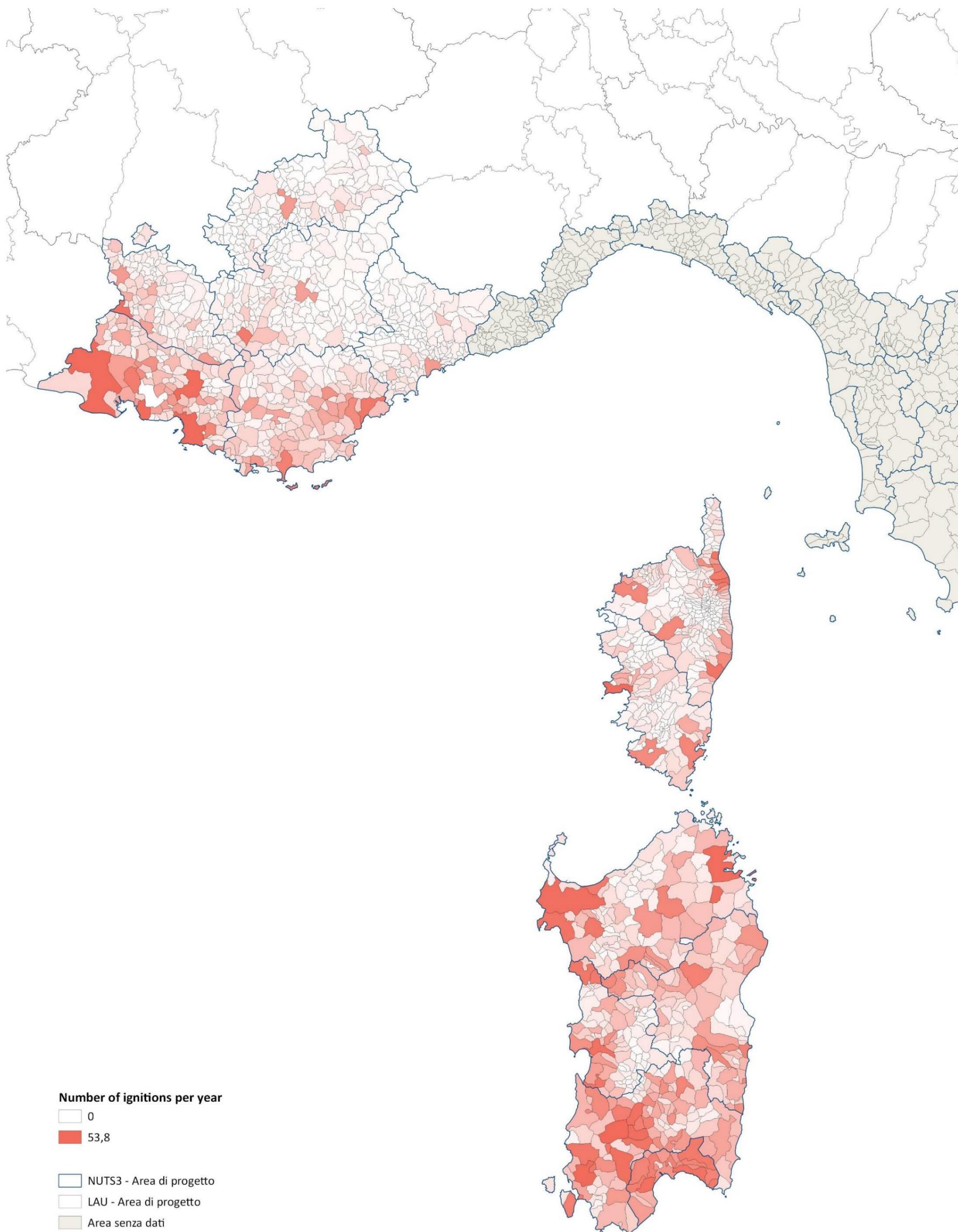
Tabella 39 - LAU with the highest number of ignitions per year. Extract of the data with which the map-2 was built.

Nazione	LAU	NUTS3	Codice LAU	Inneschi n°	Area (ha)	Periodo (anni)	Inneschi / anno / 10 ha
FR	Bastia	2B - Haute Corse	2B033	635	1985,1	21	0,15
FR	Vescovato	2B - Haute Corse	2B346	491	1765,8	21	0,13
FR	Port-de-Bouc	13 - Bouches du Rhone	13077	321	1171,7	21	0,13
FR	Costa	2B - Haute Corse	2B097	23	96,459	21	0,11
FR	Lucciana	2B - Haute Corse	2B148	690	2917,9	21	0,11
IT	Mon serrato	CA - Cagliari	92109	120	616,39	17	0,11
IT	Las Plassas	SU - Sud Sardegna	111037	157	1081,4	17	0,09
FR	Sorbo-Ocagnano	2B - Haute Corse	2B286	202	1102,6	21	0,09
IT	Zerfaliu	OR - Oristano	95075	198	1551,6	17	0,08
FR	Venzolasca	2B - Haute Corse	2B343	287	1657,7	21	0,08
FR	Santa-Lucia-di-Moriani	2B - Haute Corse	2B307	99	599,1	21	0,08
FR	Furiani	2B - Haute Corse	2B120	322	1946,8	21	0,08
FR	Biguglia	2B - Haute Corse	2B037	430	2673,2	21	0,08
IT	Selargius	CA - Cagliari	92068	371	2685,2	17	0,08
FR	Favalello	2B - Haute Corse	2B110	88	575,01	21	0,07

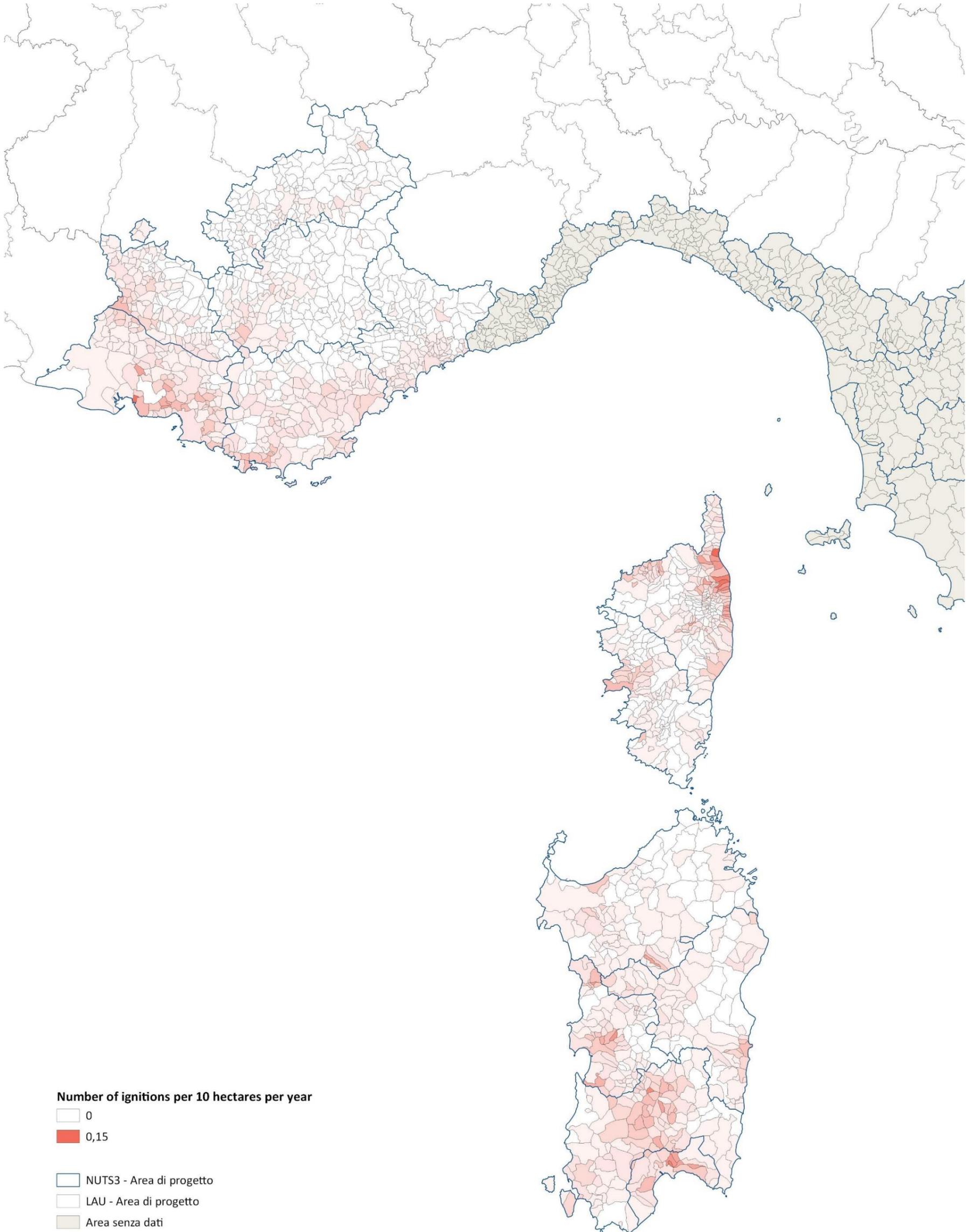
Tabella 40 - LAU with the highest number of triggers occurring annually on an area of 10 ha. Extract of the data with which the map-3 was built

Nazione	LAU	NUTS3	Codice LAU	Inneschi (n°)	Abitanti (ab)	Periodo (anni)	Inneschi / anno / abitante
FR	Vérignon	83 - Var	83147	18	10	21	0,086
FR	Favalello	2B - Haute Corse	2B110	88	76	21	0,055
FR	Mausoléo	2B - Haute Corse	2B156	19	17	21	0,053
FR	Sant'Andréa-di-Bozio	2B - Haute Corse	2B292	79	72	21	0,052
FR	Focicchia	2B - Haute Corse	2B116	28	26	21	0,051
IT	Las Plassas	SU - Sud Sardegna	111037	157	226	17	0,041
FR	Altiani	2B - Haute Corse	2B012	40	48	21	0,040
FR	Lento	2B - Haute Corse	2B140	80	103	21	0,037
FR	Ampriani	2B - Haute Corse	2B015	17	24	21	0,034
FR	Sermano	2B - Haute Corse	2B275	43	63	21	0,033
FR	Piano	2B - Haute Corse	2B214	19	28	21	0,032
FR	Tallone	2B - Haute Corse	2B320	193	315	21	0,029
FR	Pioggiola	2B - Haute Corse	2B235	53	88	21	0,029
FR	Zuani	2B - Haute Corse	2B364	18	30	21	0,029
FR	Albertacce	2B - Haute Corse	2B007	111	200	21	0,026

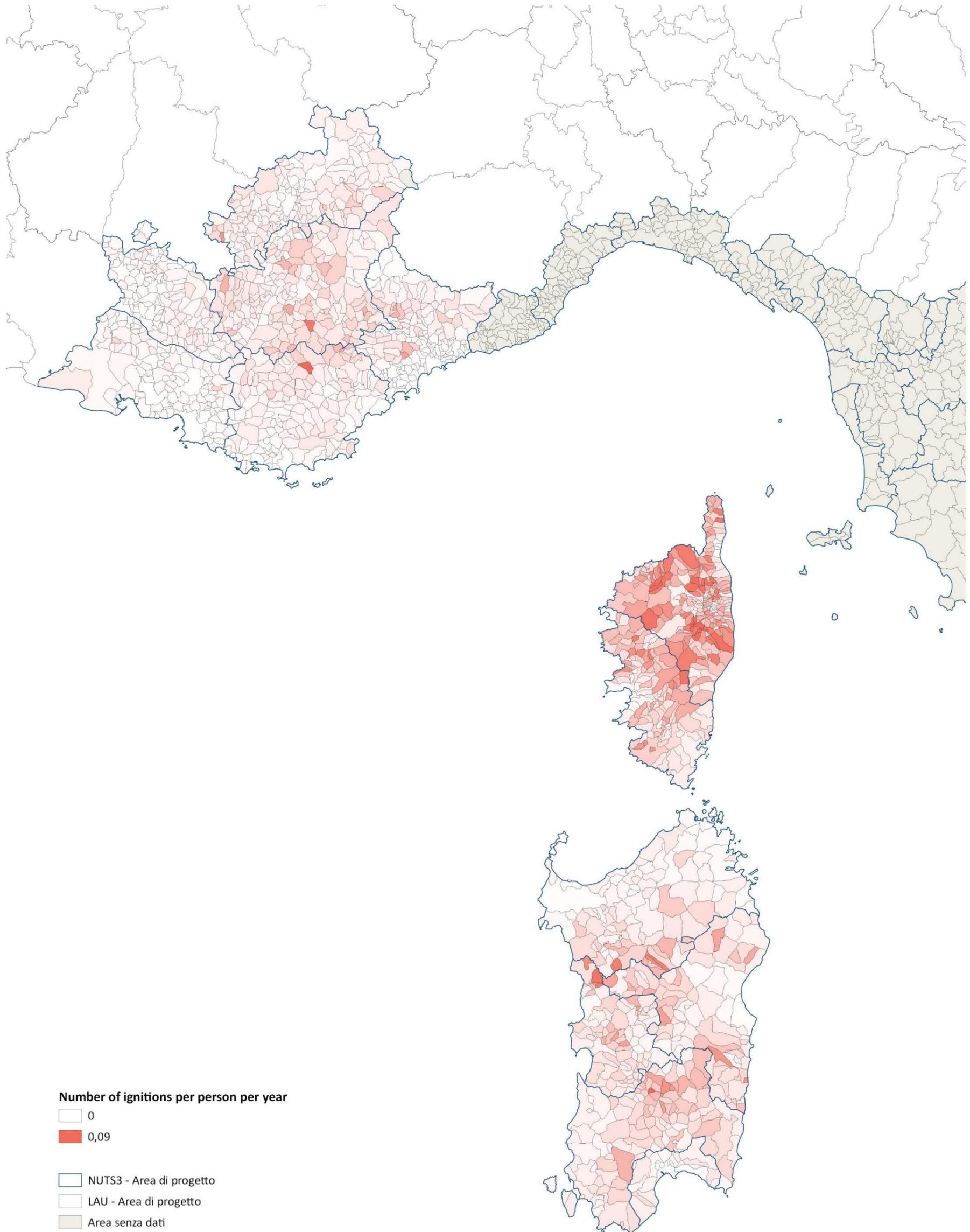
Tabella 41 - LAU with the highest number of triggers occurring per inhabitant annually. Extract of the data with which the map-4 was built



Map 2 - Average annual number of ignitions detected for each local administrative unit. Continuous red color scale from the smallest to the largest value



Map 3 - Average annual number of ignitions occurring on an area of 10 hectares for each local administrative unit. Continuous red scale from maximum to minimum value



Map 4 - Average annual number of ignitions occurring per inhabitant for each local administrative unit. Continuous red scale from maximum to minimum value

3.1.5 Analisi dei database aggregati delle Regioni Toscana e Liguria

Per le Province (livello amministrativo NUTS 3) appartenenti alla Regione Liguria ed alla Regione Toscana non è stato possibile reperire database che registrassero gli inneschi di incendio avvenuti sul territorio. Per fornire almeno un quadro generale sulle cause di incendio in queste aree sono stati esaminati i dati riportati nei rispettivi Piani regionali antincendio.

Per queste aree l'analisi è trattata in un paragrafo separato dai precedenti perché si basa su dati ricavati da aggregazioni ed elaborazioni effettuate precedentemente da terzi, in particolare dalle Regioni citate e dai competenti settori dell'Arma dei Carabinieri. Inoltre questi dati potrebbero riferirsi unicamente ad incendi boschivi conclamati e quindi non comprendere gli inneschi che si sono verificati sul territorio ma non si sono evoluti in veri e propri incendi boschivi: potrebbero quindi non essere idonei a descrivere l'insieme dei potenziali atti incendiari che mettono in pericolo il territorio.

Le indicazioni sulle cause contenute nei Piani AIB delle due Regioni sono riportate nelle figure 42 e 43. Al fine di considerare un periodo temporale simile a quello delle altre Regioni, per la Regione Toscana sono stati accorpati i dati del periodo 2000-2010 con quelli del periodo 2011-2017: nella tabella 44 sono riportati separatamente i dati relativi ad ognuno dei due periodi. Si noti che tra i due periodi indicati è avvenuto un accorpamento di alcune tipologie di cause.

In entrambe le Regioni risultano più numerosi gli incendi legati a cause di tipo volontario, seguiti dagli eventi riconducibili a cause di tipologia non intenzionale; le cause naturali presentano un'incidenza simile a quella riscontrata per il territorio francese e quello della Sardegna.

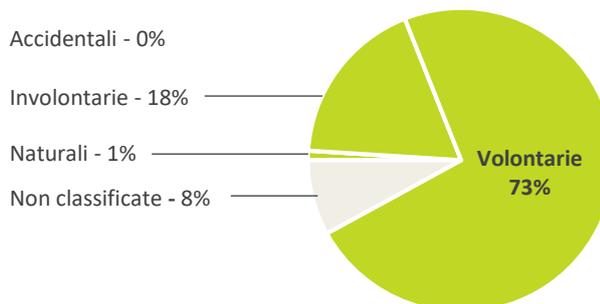


Figure 42 - Percentage composition of the wildfire's causes database for the Liguria Region, 1987 - 2016

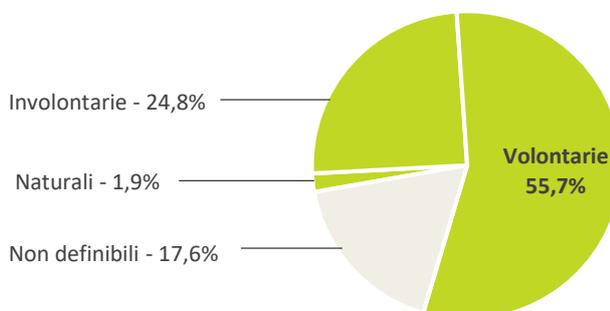


Figure 43 - Percentage composition of the wildfire's causes database for the Toscana Region, 2000 - 2017

	2011-2017		2000-2010		Totale		
	n°	%	n°	%	n°	% media pesata	
Naturali	72	2,2%	82	1,8%	154	1,9%	
Involontarie	Colpose	892	1012	21,9%	1962	24,8%	
	Accidentali		58	1,3%			
Volontarie	1557	47,5%	2808	60,9%	4365	55,7%	
Non definibili	Non classificabili	497	15,2%	655	14,2%	1409	17,6%
	Dubbie	257	7,9%				
	3275	100%	4615	100%	7890	100%	

Tabella 44 – Data on fire causes retrieved and elaborated from Tuscany’s “Piano AIB 2019-2021”. Data with which the Figure-37 was built.

Nel Piano AIB 2019-2021 della Regione Toscana sono contenute anche alcune informazioni più dettagliate, paragonabili alle cause di secondo livello del database adottato nelle sezioni precedenti. Si riporta come il 45% degli incendi di origine naturale sia ascrivibile alla caduta di fulmini. Considerando gli incendi di natura non intenzionale, un terzo degli stessi è attribuito all’abbruciamento di residui agricoli e il 15% è legato all’abbruciamento di residui forestali, mentre un ulteriore 7% è da imputare all’uso di strumenti lavorativi ed alle attività ricreative. A mozziconi di sigaretta si devono 50 casi nel biennio 2016-2017, perlopiù incendi collegati a scarpate stradali.

Di seguito si riportano alcune informazioni aggiuntive relative all’andamento orario e alla consistenza numerica degli incendi boschivi nelle Provincie liguri, estrapolate dal Piano AIB della Regione Liguria.

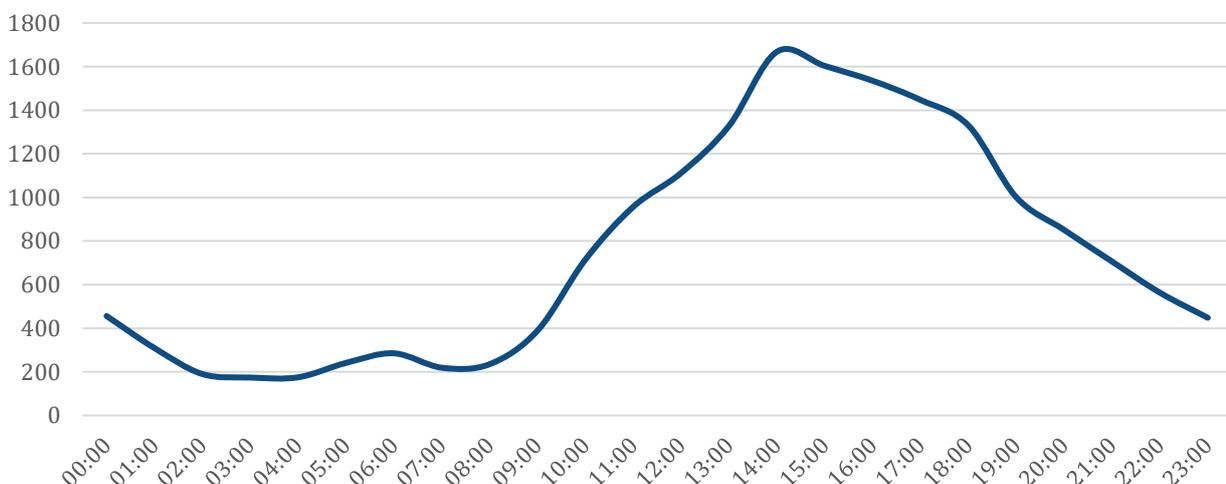


Figura 45 - Hourly trend of wildfires for Liguria Region. Elaboration on Liguria’s “Piano AIB” data.

Anno	Provincia				Totale
	Imperia	Savona	Genova	La Spezia	
1999	130	128	163	45	466
2000	167	95	109	54	425
2001	190	135	150	62	537
2002	151	94	145	27	417
2003	227	237	311	90	865
2004	104	75	100	71	350
2005	125	82	113	41	361
2006	124	89	104	65	382
2007	139	80	119	46	384
2008	77	45	100	69	291
2009	98	60	115	59	332
2010	53	34	15	11	113
2011	118	60	63	52	293
2012	138	48	120	48	354
2013	57	20	45	17	139
2014	53	11	25	9	98
2015	122	29	54	22	227
2016	88	39	72	24	223
Totale	2161	1361	1923	812	6257

Tabella 46 – Annual numerical consistency of wildfires for each Province of Liguria Region. Data with which Figure 39 was constructed

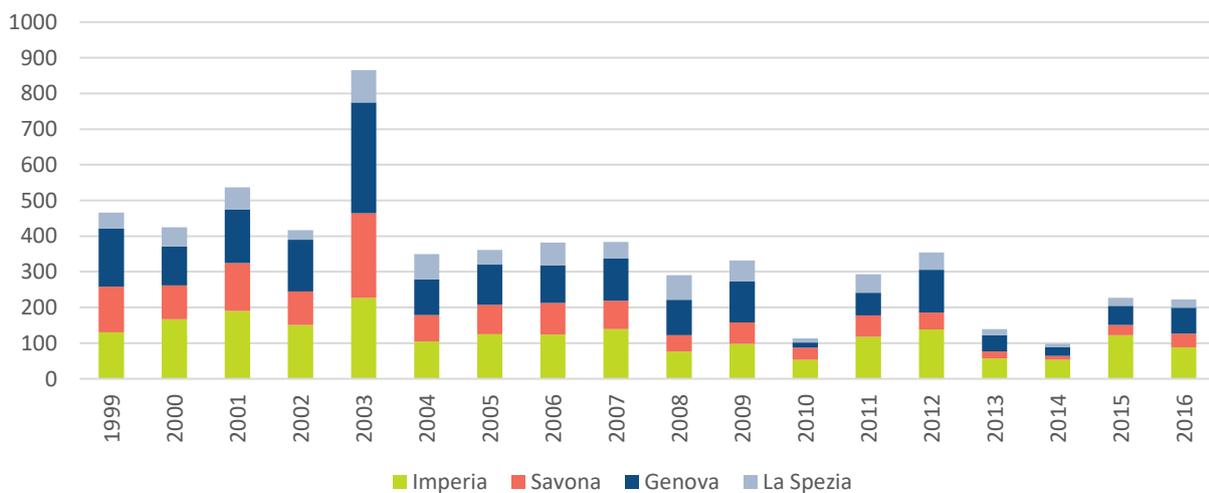


Figura 47 - Annual trend of wildfires for each Province of Liguria Region

3.2 Analisi del regime degli incendi

3.2.1 Dimensione degli incendi

La superficie media degli incendi nell'area di studio varia da meno di un ettaro fino ai 10.000 ha circa, (periodo analisi 2004-2017). Circa il 63% degli incendi ha una superficie inferiore ad un ettaro mentre che quelli che bruciano una area superiore a 100 ha rappresentano solo il 0.01%. Tuttavia, questo 0.01% rappresenta quasi il 60% dell'area bruciata totale (vedi tabella 48). Le unità amministrative in cui si verifica il numero maggiore di grandi incendi sono Sud Sardegna, Sassari, Nuoro, Haute Corse e Bouches-du-Rhône (Figura 49). Questi risultati sottolineano la necessità di capire e prevedere meglio questo tipo d'incendi per ridurre l'impatto sul territorio.

Class (ha)	BA	BA %	N° fires	N° fires %
(0,1]	7365	0.02	29123	0.636
(1,10]	43035	0.13	12894	0.282
(10,50]	61838	0.19	2947	0.064
(50,100]	29602	0.09	424	0.009
(100,250]	38256	0.12	252	0.006
(250,500]	28533	0.09	78	0.002
(500,Inf]	121813	0.37	80	0.002

Tabella 48 – Burn area (BA) and fire frequency (N° of fires) across fire size classes in the study area for the periodo 2004-2017.

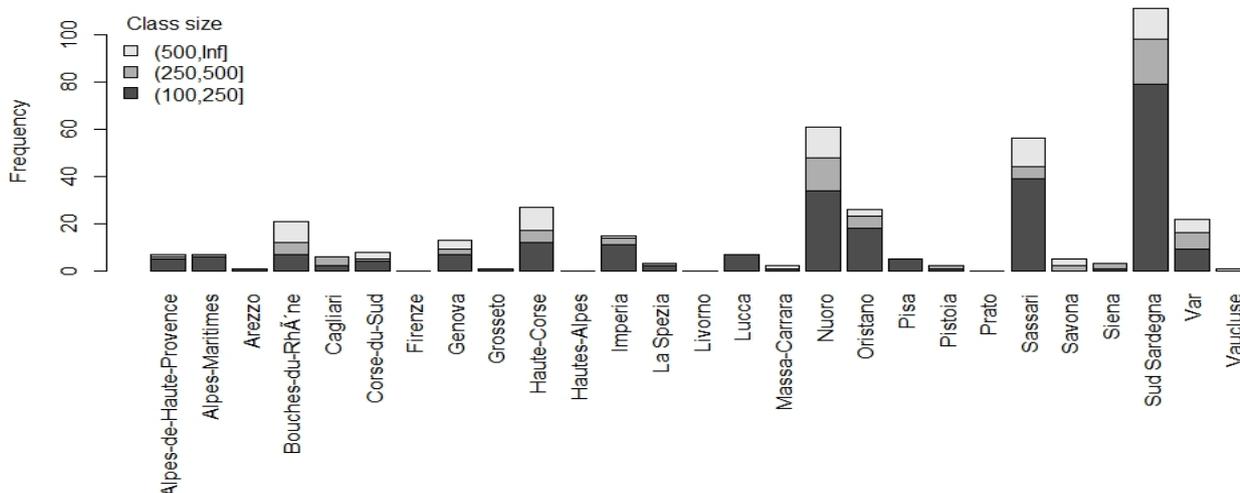


Figura 49 – Frequency of fire size classes across provinces for the period 2004-2017.

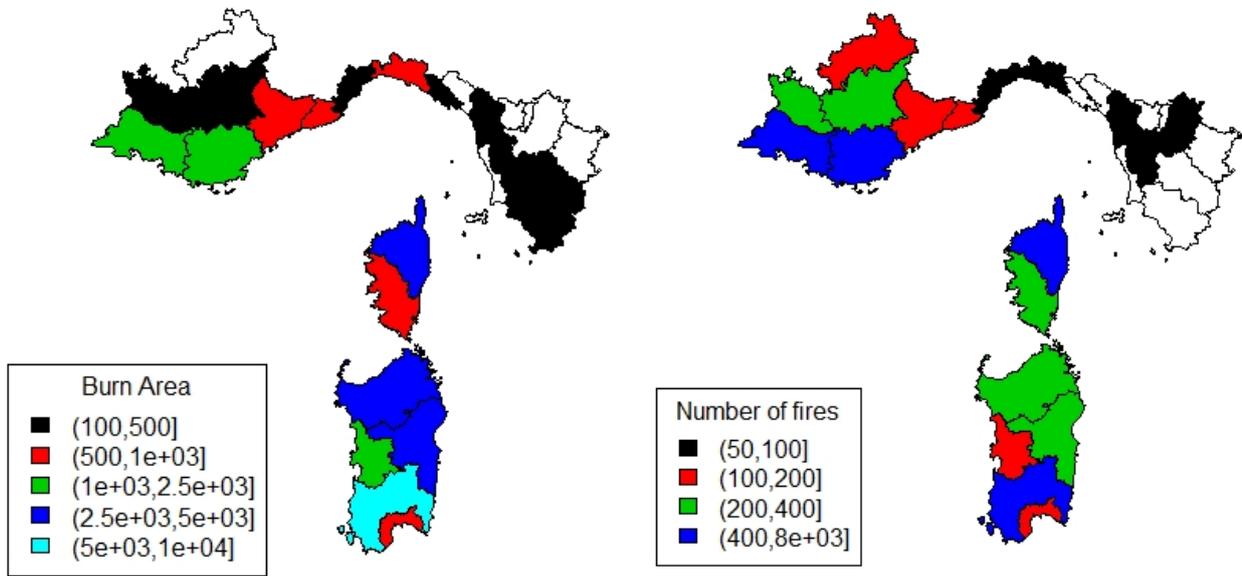


Figura 50 – Mean annual burn area and fire frequency across provinces.

Le analisi in termini relativi, cioè area bruciata media per km², conferma che sono le unità amministrative sarde e quelle corse ad avere una maggiore incidenza (figura 50).

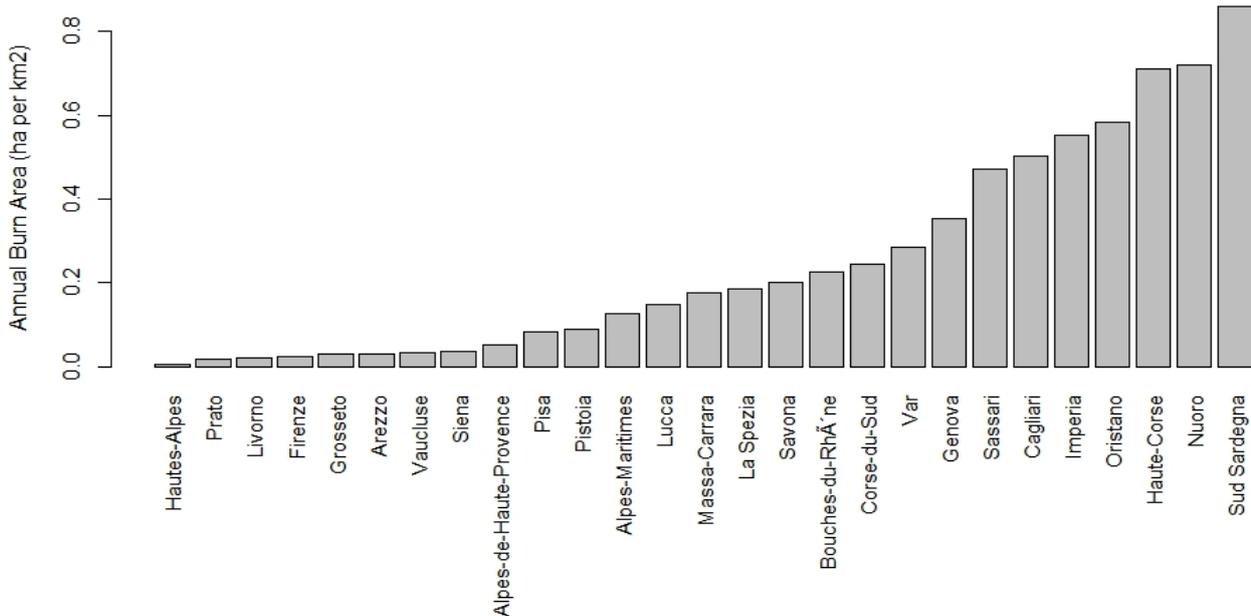


Figura 51 – Annual burn area in relative terms across provinces (ha per km²).

3.2.2 Stagionalità e variabilità inter-annuale

Sull'area di studio la maggior parte degli incendi si verifica durante il periodo giugno-ottobre, anche se si rileva qualche "picco" durante il mese di marzo (figura 52), che come è stato osservato nell'analisi delle cause di insorgenza potrebbe essere fondamentalmente associato ad alcuni Departement francesi (vedi tabella 5).

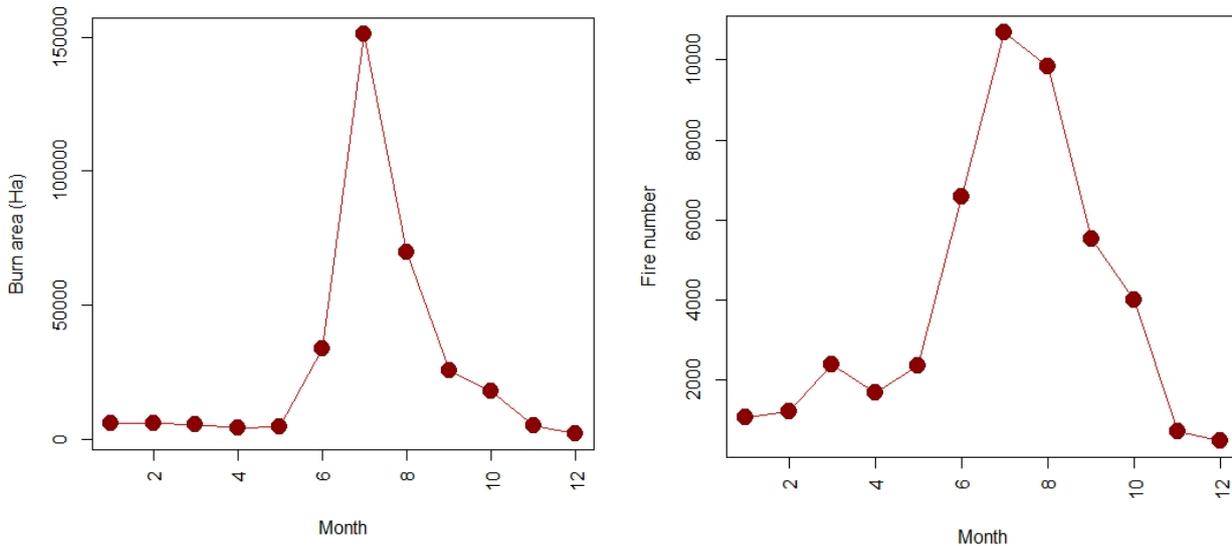


Figura 52 – Monthly distribution on burn area and fire frequency in the study area for the period 2004-2017.

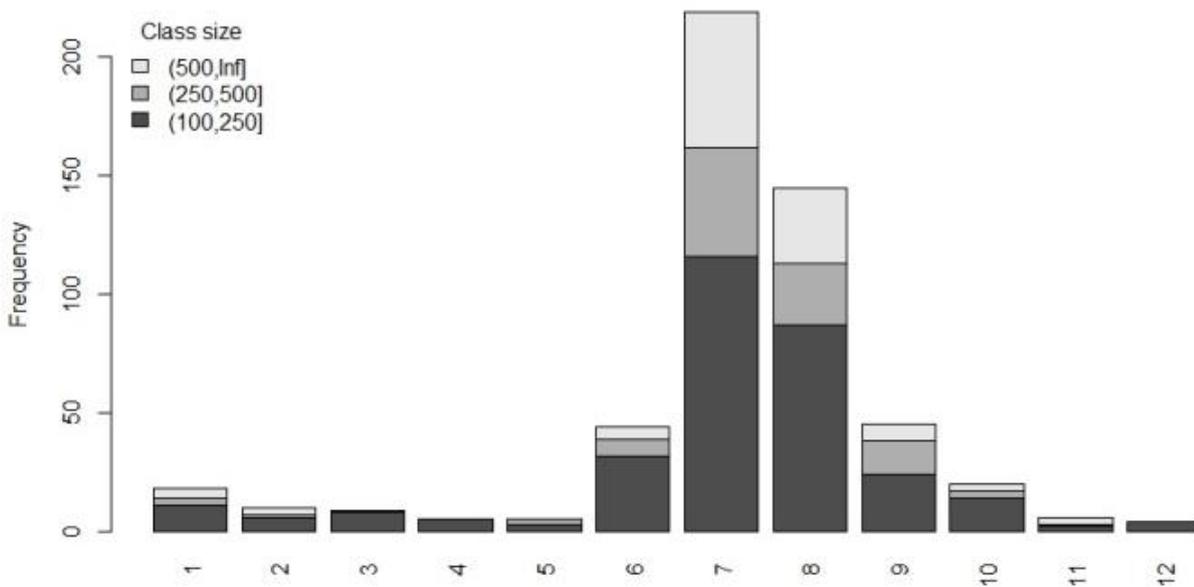


Figura 53 – Monthly frequency across fire size classes in the study area for the period 2004-2017.

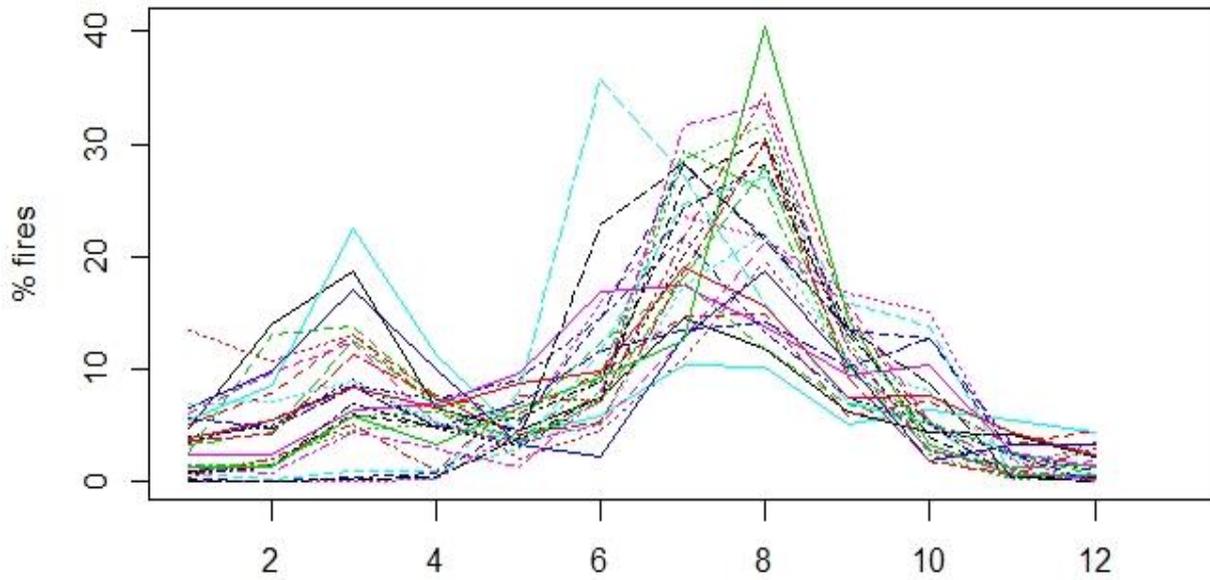


Figura 54 – Monthly percentage of fire across provinces for the period 2004-2017.

Durante il periodo estivo, l'area bruciata maggiore si registra nel mese di luglio. Luglio è anche il mese nel quale si verificano gli incendi con le maggiori classi di grandezza (figure 53 e 54). Invece la maggiore percentuale degli incendi si verificano a marzo si concentra nelle regioni alpine (figura 55).

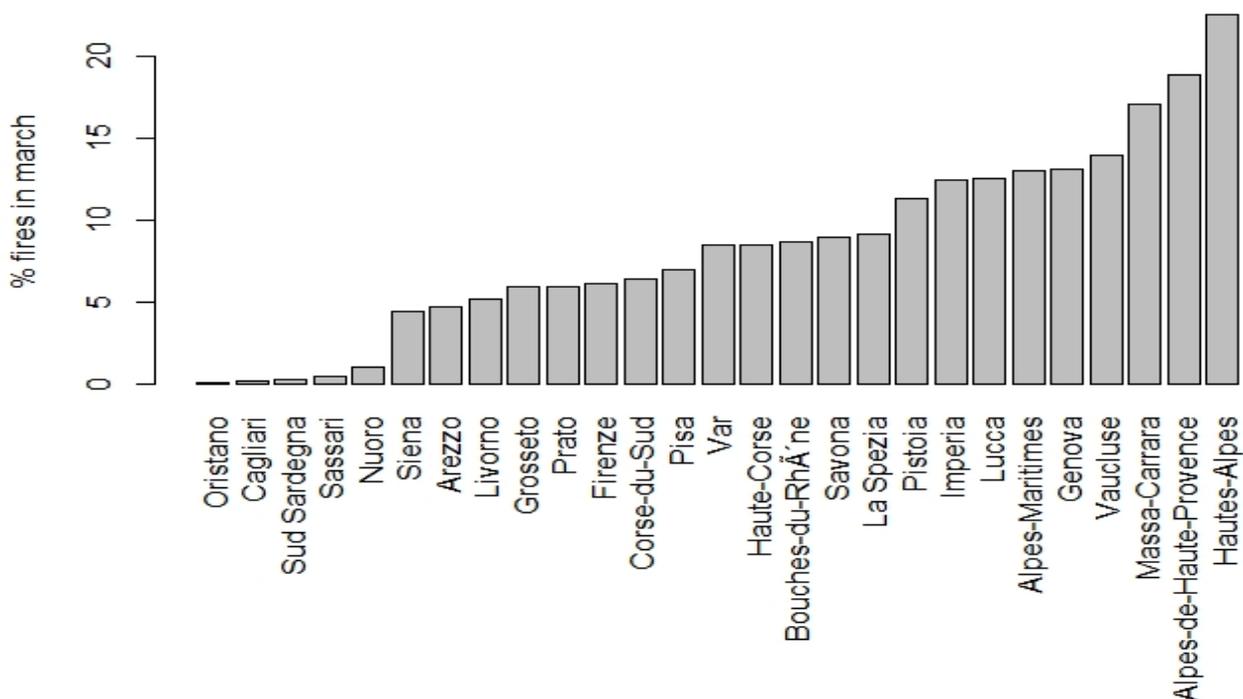


Figura 55 – Percentage of fires occurring in March across provinces.

La lunghezza della stagione incendi (figura 56), calcolata su base climatica attraverso l'indice FWI, si mostra più lunga nel Sud Sardegna e nell'ovest della regione PACA. Queste due aree sono quelle in cui la stagione favorevole agli incendi inizia prima e finisce più tardi. Il nord della Toscana e la Liguria sono le aree che presentano una stagione meno lunga.

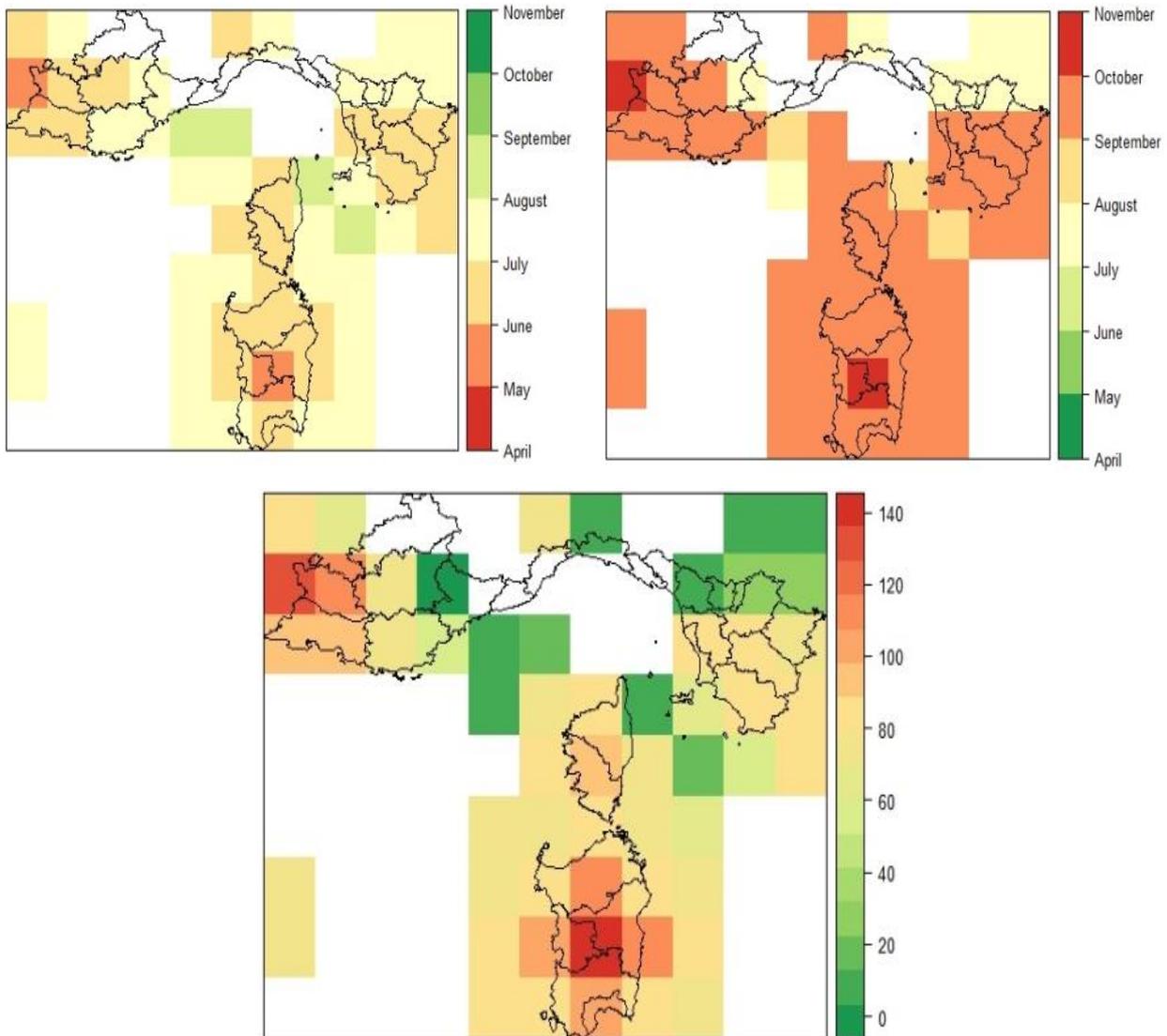


Figura 56 – Beginning (upper left panel), end (upper right panel) and duration (lower panel) of the fire season in the study area based on FWI (FWI=15 was used as threshold for setting the beginning and end of the fire season). Source: EFFIS, based on Era Interim data at 0.75° resolution).

La variabilità inter-annuale mostra diversi picchi nel periodo di studio (figura 57). Quelli più evidenti sono quelli del 2003 e 2009, ma anche gli anni 2000, 2007 e 2017 sono caratterizzati da una elevata area bruciata. I dati analizzati non mostrano un incremento dell'area bruciata negli ultimi anni. È importante notare che i dati italiani coprono solamente il periodo 2004-2017 (evidenziato dalle linee nere verticali); questo fa sì che i valori fuori da questo range risultino essere sottostimati.

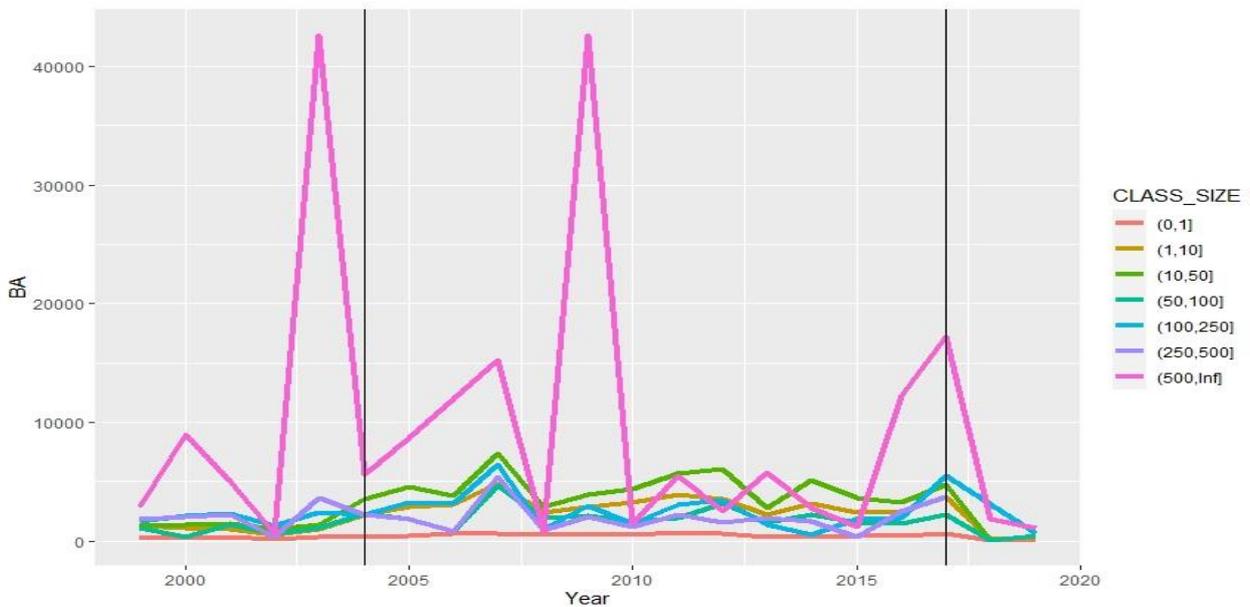


Figura 57 – Yearly burn area (BA) across fire size classes. Vertical lines represent the period with data for all regions.

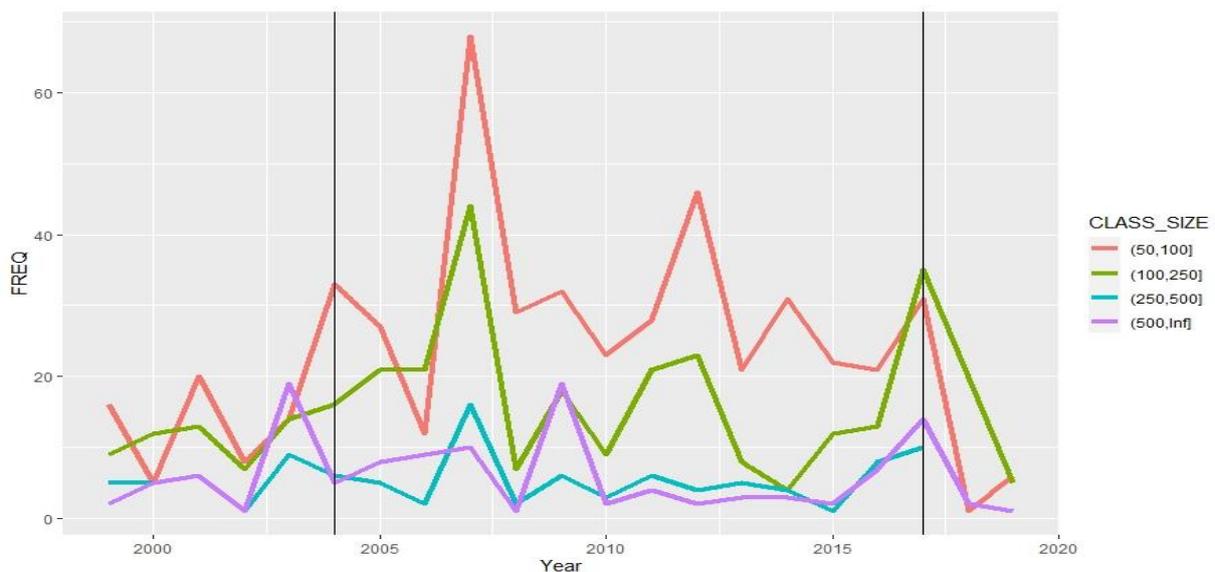


Figura 58 – Fire number (FREQ) across years and fire size classes. Vertical lines represent the period with data for all regions.

Gli anni 2007, 2012 and 2017 sono stati quelli in cui si sono verificati più incendi appartenenti alle classi di area bruciata di grandezza maggiore (figura 58). Ovviamente maggiore è il numero degli incendi maggiore è l'area bruciata, e questo si verifica per tutte le principali classi di grandezza (figura 59).

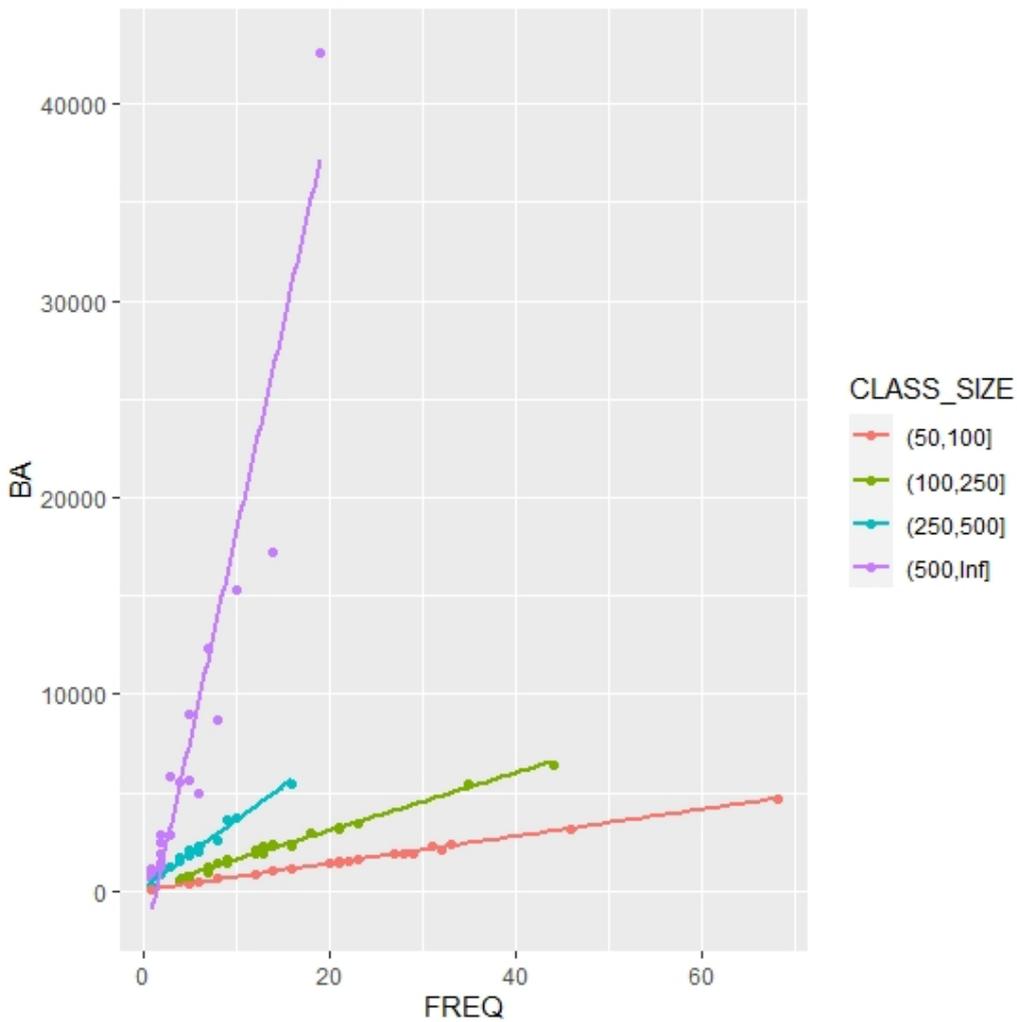


Figura 59 – Correlation between burn area (BA) and fire frequency (FREQ) across fire size classes.

3.2.3 Condizione meteo nelle giornate incendi

Le analisi delle condizioni meteo nelle giornate incendi mostrano come, in media, più le condizioni meteo si fanno estreme più la grandezza degli incendi cresce (figura 60). I grandi incendi si caratterizzano per un'alta temperatura, bassa umidità dell'aria e alta velocità del vento. Considerando l'intera area esaminata, i venti provenienti del nord-ovest sono i più comuni nelle giornate di incendio (figura 61).

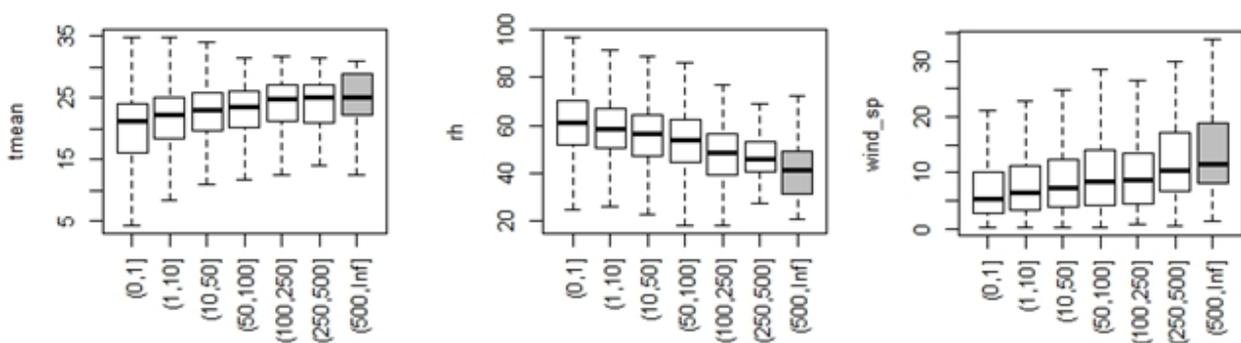


Figura 60 – Weather conditions during fire days across fire size classes (tmean=mean temperature, rh= relative humidity, wind_sp=wind speed) along the period 2004-2017.

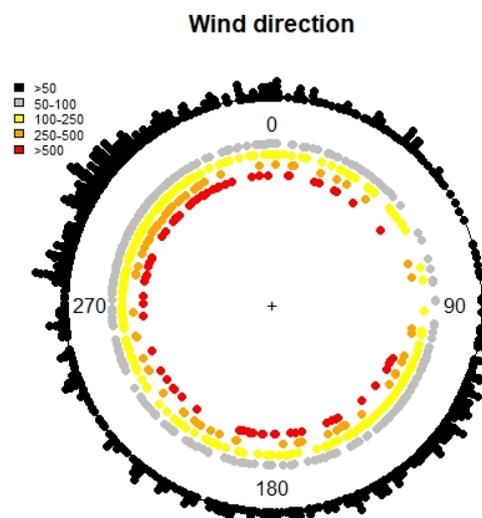


Tabella 61 – Wind direction during fire days across fire size classes (periodo 2004-2017).

La clusterizzazione delle giornate di incendio per l'estate (giugno-settembre) e l'inverno (dicembre-marzo) ha mostrato un numero ottimale di 3 scenari meteo per l'estate e 5 per l'inverno (figura 52). Per l'estate, due scenari di vento con componente nord e nord-ovest differenziati tra loro per velocità media del vento, e un terzo con venti di componente sud-est con valori medi di umidità più bassi. Anche in inverno, le giornate di incendio sono caratterizzate da venti provenienti dal quadrante nord ma con delle differenze in termini di umidità e velocità del vento rispetto all'estate.

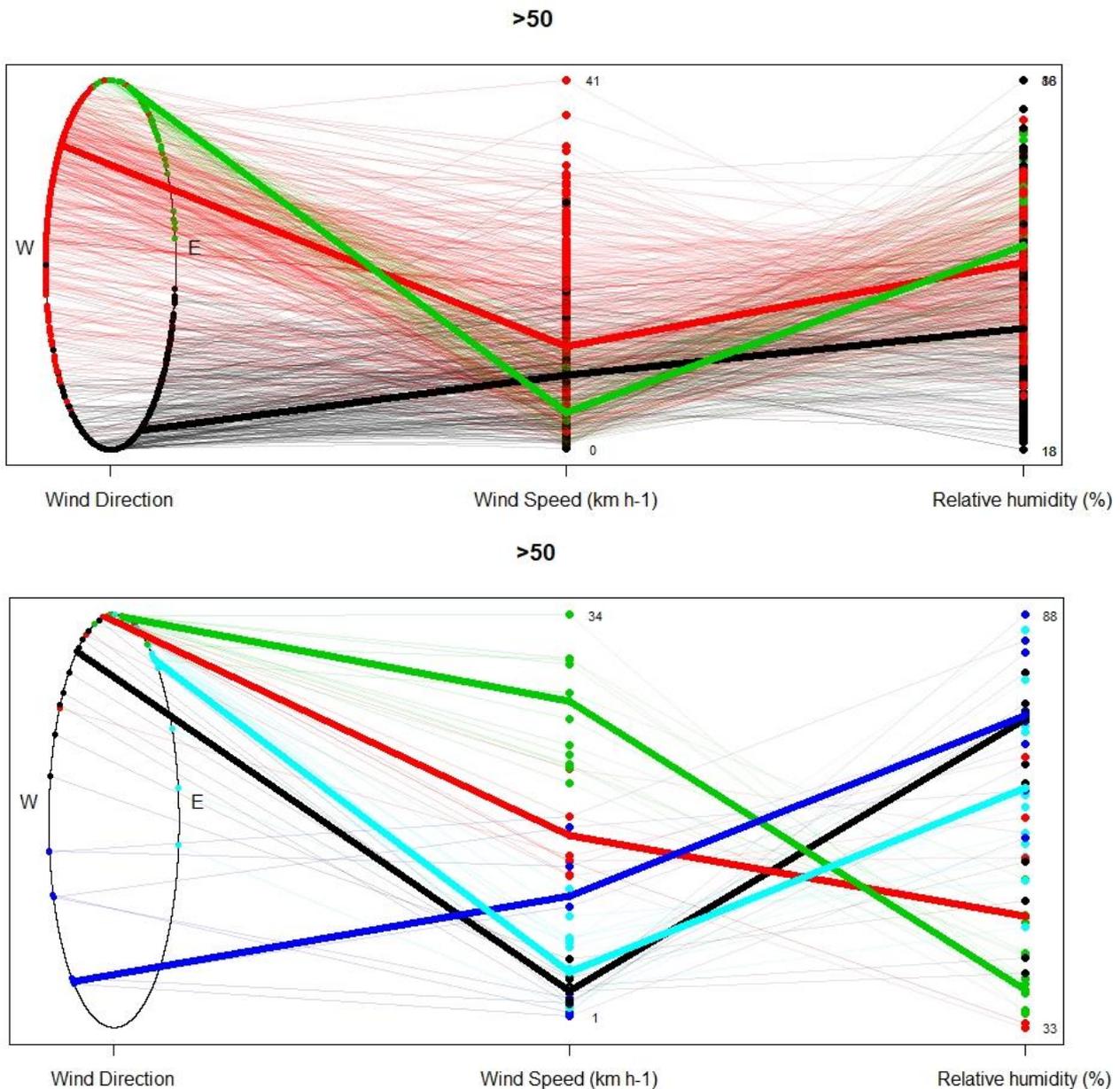


Figura 62 – Climatic clusters for summer (upper panel) and winter (lower panel).

3.2.4 Periodo di ritorno

Le analisi mostrano che il FRP (*Fire return period*) è marcatamente più corto in molte delle unità amministrative di Corsica e Sardegna (figura 63). Questi risultati suggeriscono che su queste aree ci possono essere problemi maggiori per il recupero post-incendio degli ecosistemi. Questi risultati sono in linea con quelli mostrati in precedenza relativi alle analisi spaziali della frequenza e della superficie media degli incendi (figura 53).

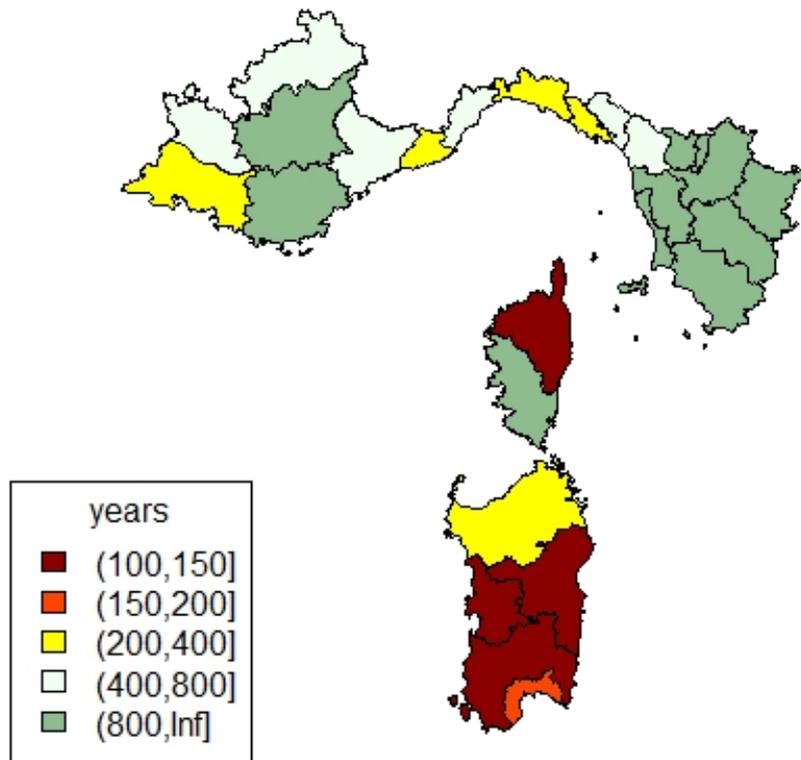


Figura 63 – Fire roation period in the study area (Italian data cover the period 2004-2017 whereas France data the period 1999-2019).

Le analisi sul FRP tra classi di uso del suolo (dati disponibili unicamente per l'Italia perché i perimetri di incendio disponibili per la Francia era numericamente pochi) mostrano che le praterie e le aree agroforestali sono quelle con il FRP minore, seguite delle aree di cespuglieto sclerofillo (figura 64). Tra gli ecosistemi boschivi quelli di conifere hanno un FRP nettamente inferiore rispetto a quelli dominati dalle latifoglie.

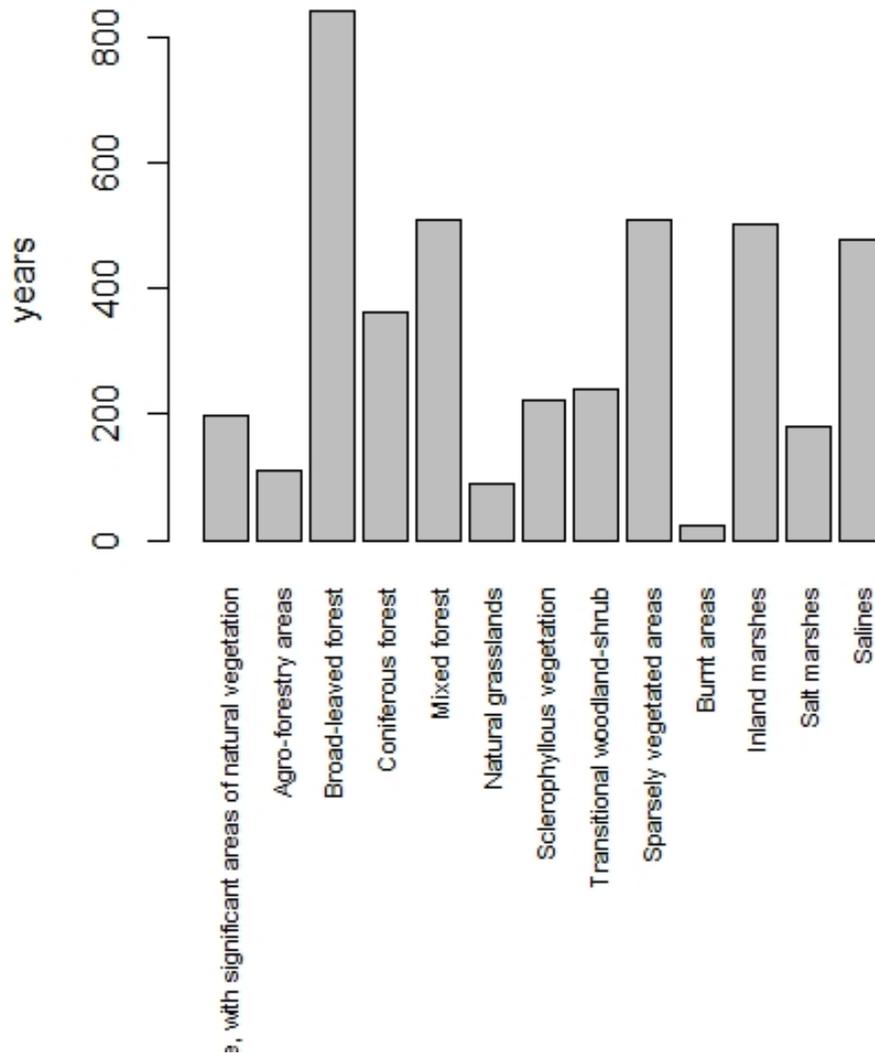


Figura 64 - Fire return period across land cover classes (results based on Italian data only, period 2004-2017).

L'analisi delle frequenze di incendio per pixel (a 25 m di risoluzione) mostra che ci sono dei punti che sono stati percorsi dal fuoco fino 8 volte durante il periodo 2007-2017, anche se il dato più frequente è che brucino una unica volta (figura 65).

L'interpolazione spaziale dei dati di frequenza di incendio per il periodo di studio permette osservare le aree nelle regioni italiane dove il periodo ritorno risulta minore (figura 66).

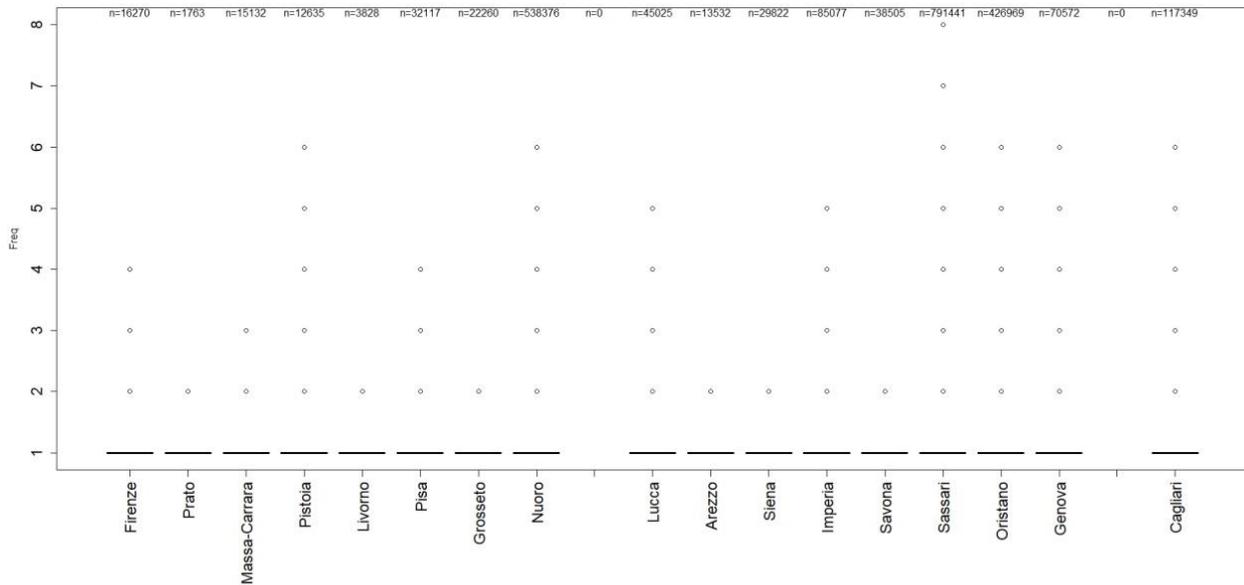


Figura 65 – Boxplots representing the times a pixel was burned across Italian provinces in the period 2004-2017.

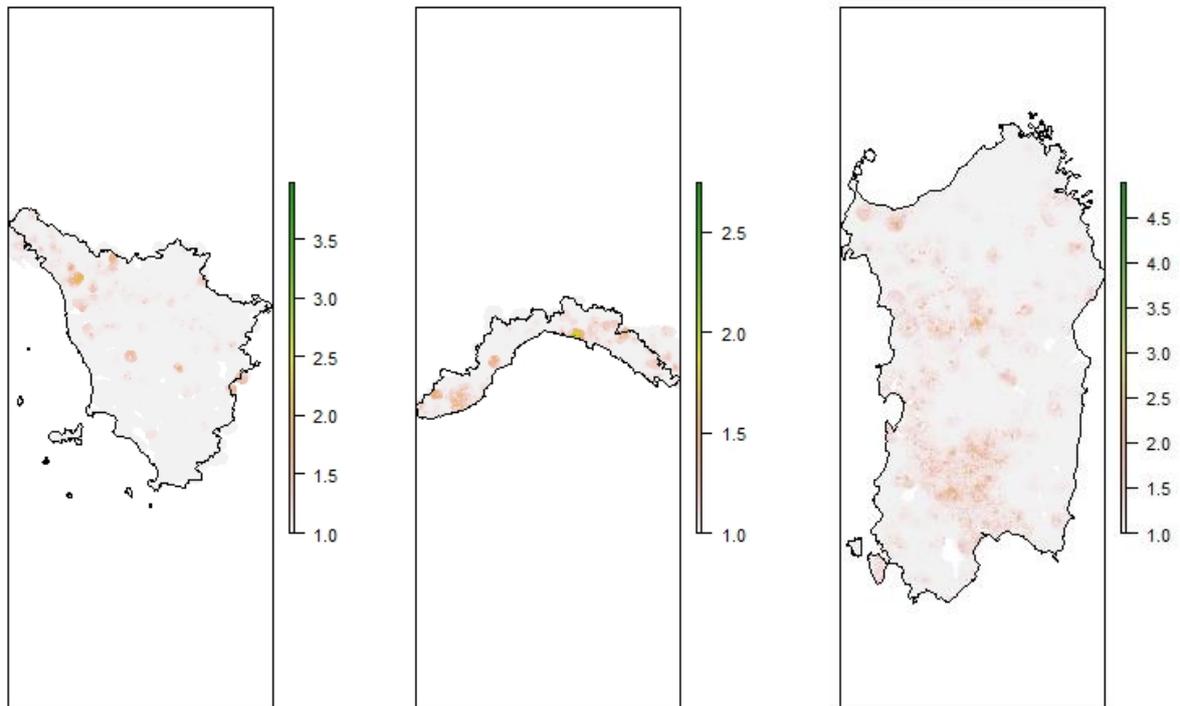


Figura 66 – Spatial distribution (from data interpolation) of number of times a pixel was burned for the period 2004-2017.

3.2.5 Intensità degli incendi

I risultati mostrano che in funzione della velocità del vento usata per le simulazioni, l'intensità degli incendi potrebbe variare notevolmente (figura 67). Basate su una simulazione pari a 15 km/h, le analisi mostrano che l'intensità del fronte di fiamma si distribuisce sulle prime due categorie di intensità (espressa in kW/m) del fronte di fiamma, le quali vengono di solito associate ad incendi dove le operazioni di estinzione possono essere eseguite con personale o macchinari a terra. Invece quando le simulazioni sono fatte con vento di 30 km/h, l'intensità del fronte di fiamma si concentra fundamentalmente sulla categoria 1730-3459 kW/m, scenario nel quale ci possono essere seri problemi per controllare l'incendio.

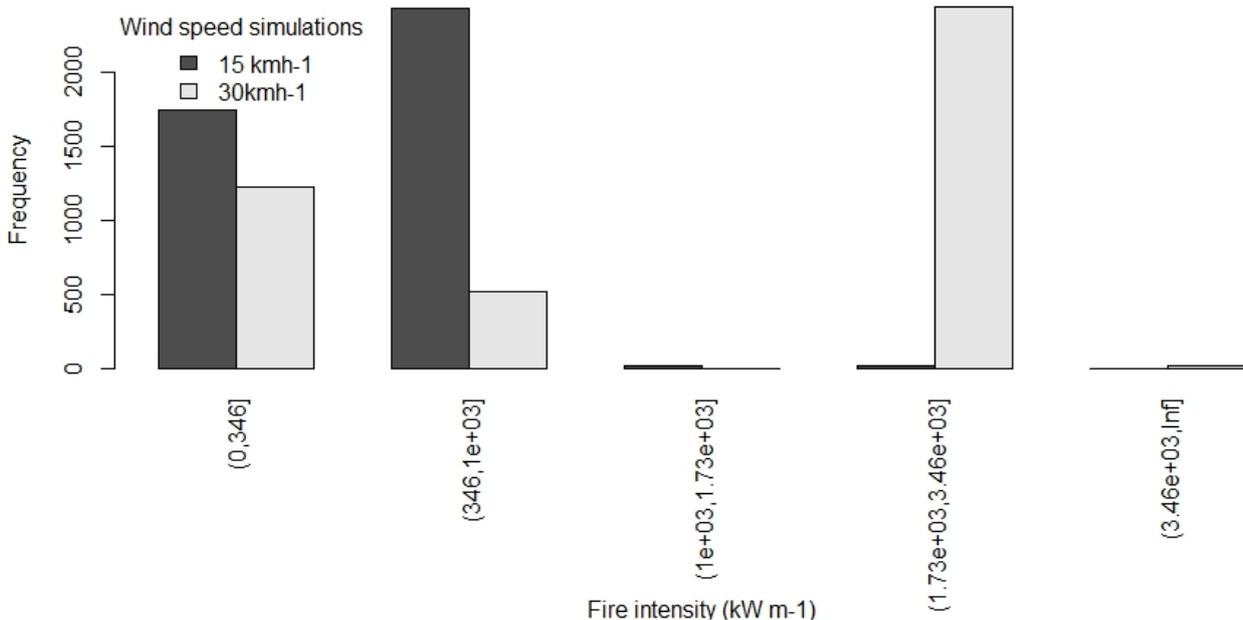


Figura 67 – Number of pixels for each fire line intensity class. Results include data only from within the perimeters of historical fires greater than 25 ha (period 2004-2017).

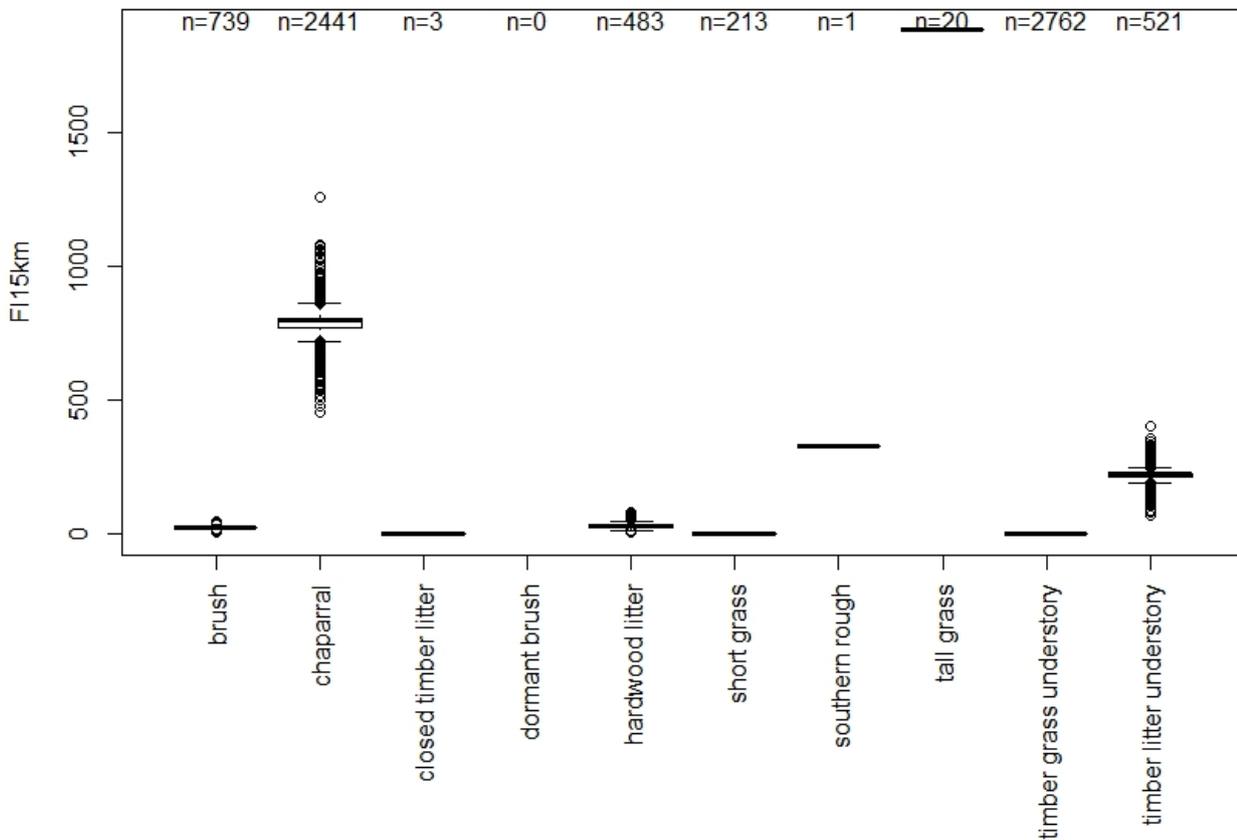


Figura 68 – Fire line intensity across EFFIS fuel models (data from fire simulations at 15 km h⁻¹). Simulations only for fires greater than 25ha during the period 2004-2017, 500m resolution.

La figura 68 mostra come l'intensità più alta si osservi nella categoria tall grass, ovvero le praterie con vegetazione erbacea piuttosto alta che tuttavia sono un tipo di combustibile poco frequente. Invece i modelli di combustibile tipo *chaparral* e *timber grass understory* sono stati coinvolti in incendi molto più frequentemente e ad essi si associa anche una maggiore intensità di fronte di fiamma, in particolare al *chaparral*.

È importante considerare le limitazioni intrinseche nel presente approccio; le simulazioni sono state fatte a risoluzione di 500m per ridurre i tempi di simulazione e per poter essere confrontate con i dati di severità riportati nei paragrafi precedenti. Inoltre, i dati dei modelli di combustibile di EFFIS sono stati fatti nel 2017, e quindi è possibile che ci siano incongruenze tra i modelli che veramente sono stati bruciati negli incendi e quelli usati per le simulazioni.

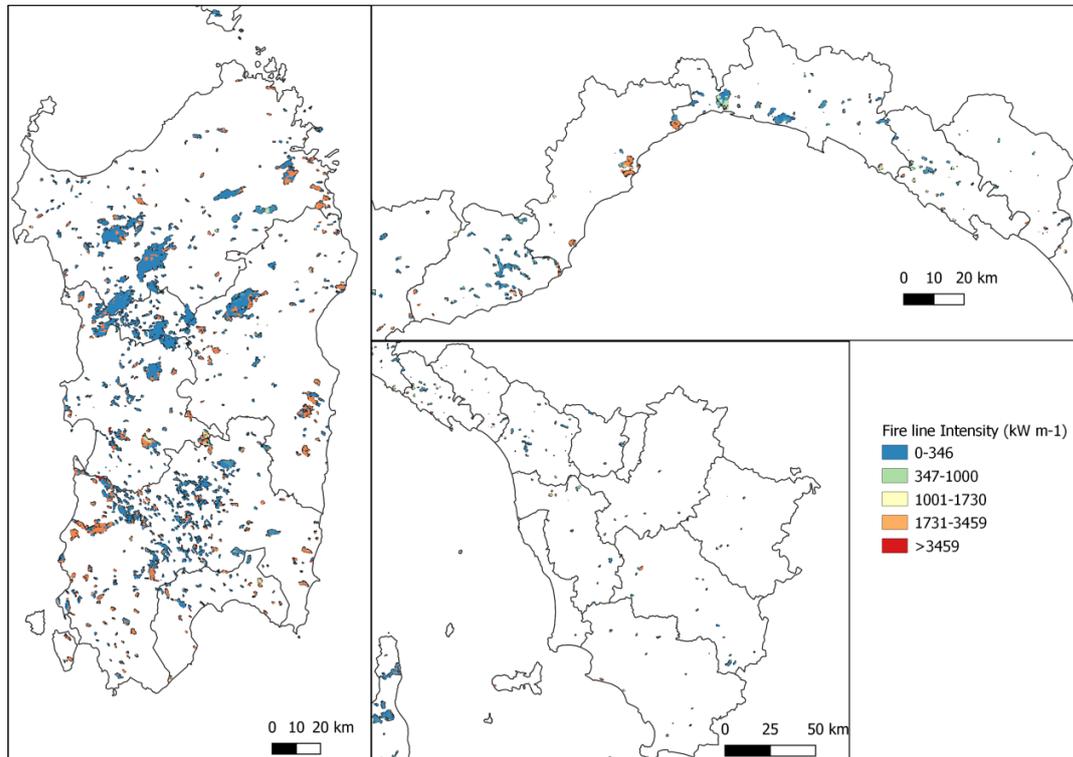


Figura 69 –Fire line intensity for fires greater than 25 ha across Italian regions (period 2004-2017). Data from Flammap simulations, north-west winds of 30 km h^{-1} (resolution 500m).

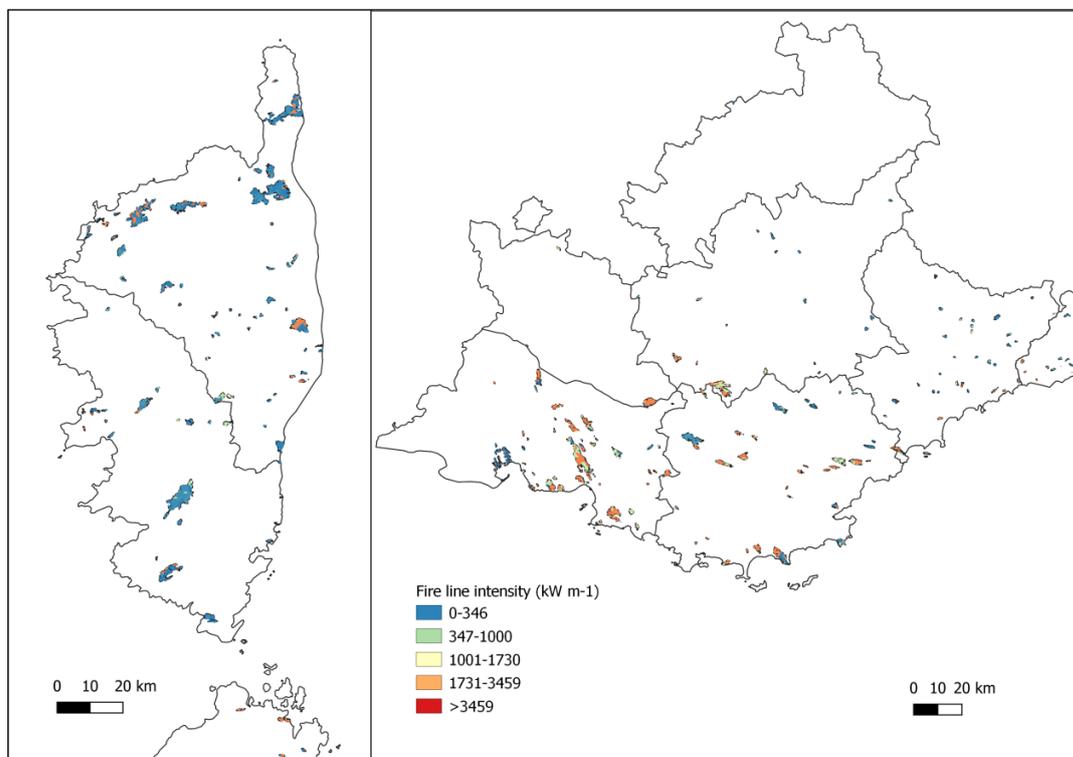


Figura 70 - Fire line intensity for fires greater than 25 ha across French regions (period 2004-2017). Data from Flammap simulations, north-west winds of 30 km h^{-1} (resolution 500m).

3.2.6 Severità degli incendi

Le analisi hanno mostrato che gli incendi più severi si sono verificati in Corsica, principalmente nella regione Haute-Corse (figura 71). Anche in Sardegna si sono concentrati numerosi incendi ma di minore severità. Le analisi permettono anche di identificare le aree in cui la rigenerazione della vegetazione risulta più consistente: valori negativi dell'indice rdNBR sono stati rilevati in tutte le regioni ma in alcune aree della Sardegna risultano più marcati (figura 72).

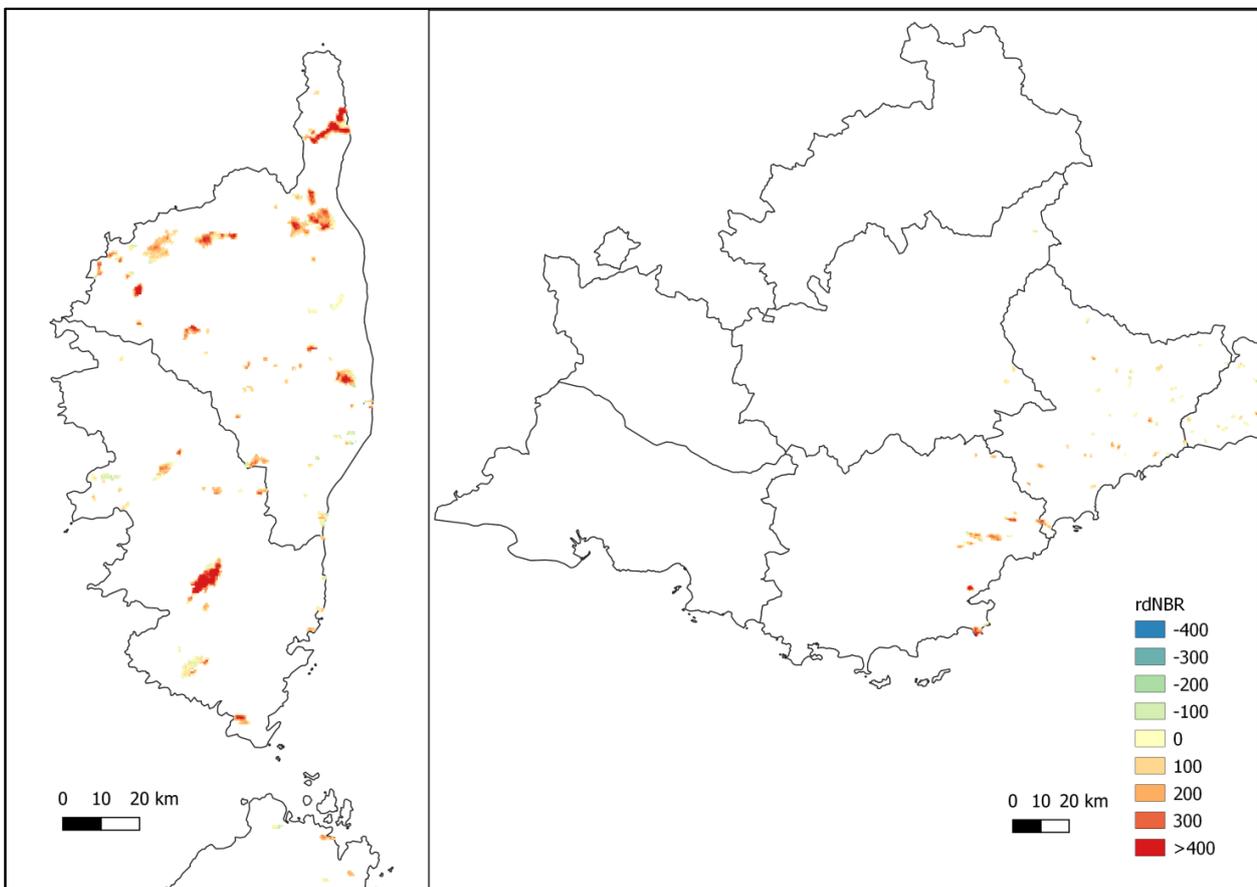


Figura 71 – Fire severity across French regions. Values represent the mean rdNBR for each pixel across fires greater than 25 ha. Results based on MODIS data (MOD09A1) at 500m resolution. Positive values represent greater severity whereas negative values represent potential improvements on the vegetation one year after the fire. Period 2004-2017.

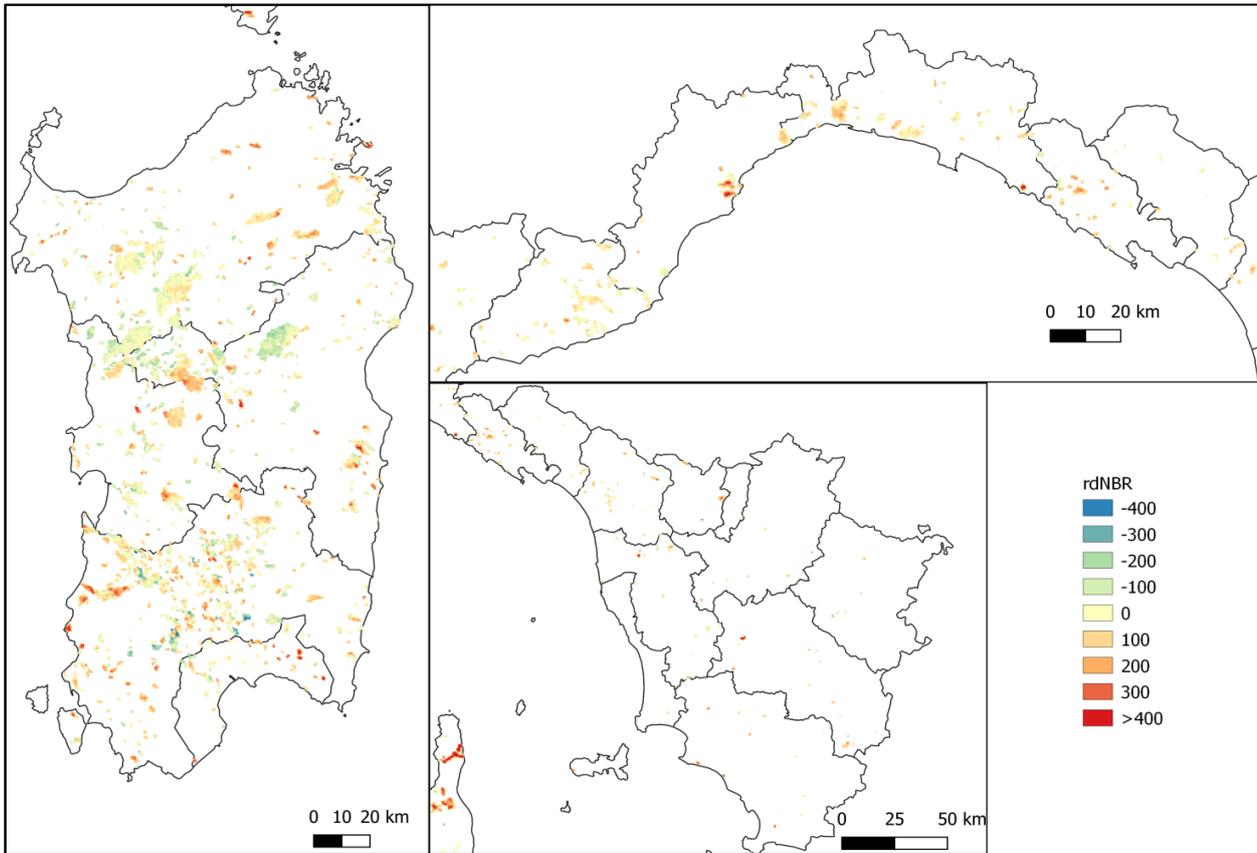


Figura 72 - Fire severity across Italian regions. Values represent the mean rdNBR for each pixel across fires greater than 25 ha. Results based on MODIS data (MOD09A1) at 500m resolution. Positive values represent greater severity whereas negative values represent potential improvements on the vegetation one year after the fire. Period 2004-2017.

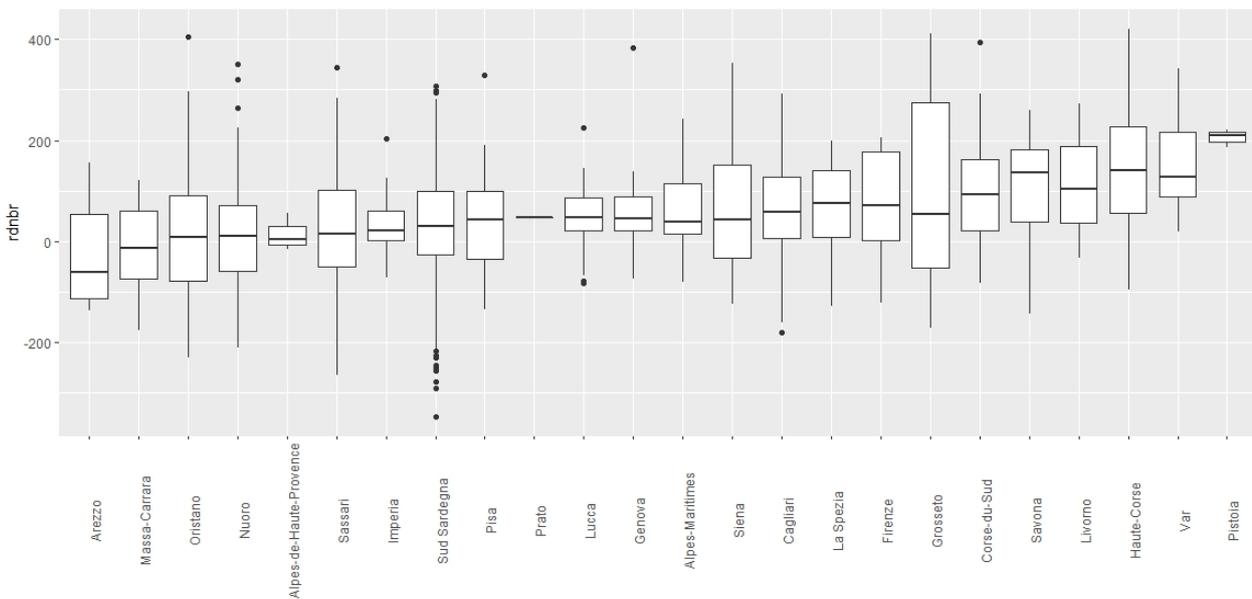


Figura 73 – rdNBR across provinces. For Bouche-du-Rhone, Hautes-Alpe and Vaucluse data was not available.

Considerando le diverse coperture del suolo, i risultati mostrano che la severità è in media maggiore sulle aree dominate da conifere (figura 74). Tuttavia, sotto questo aspetto non si rilevano differenze troppo marcate tra le differenti categorie di copertura del suolo.

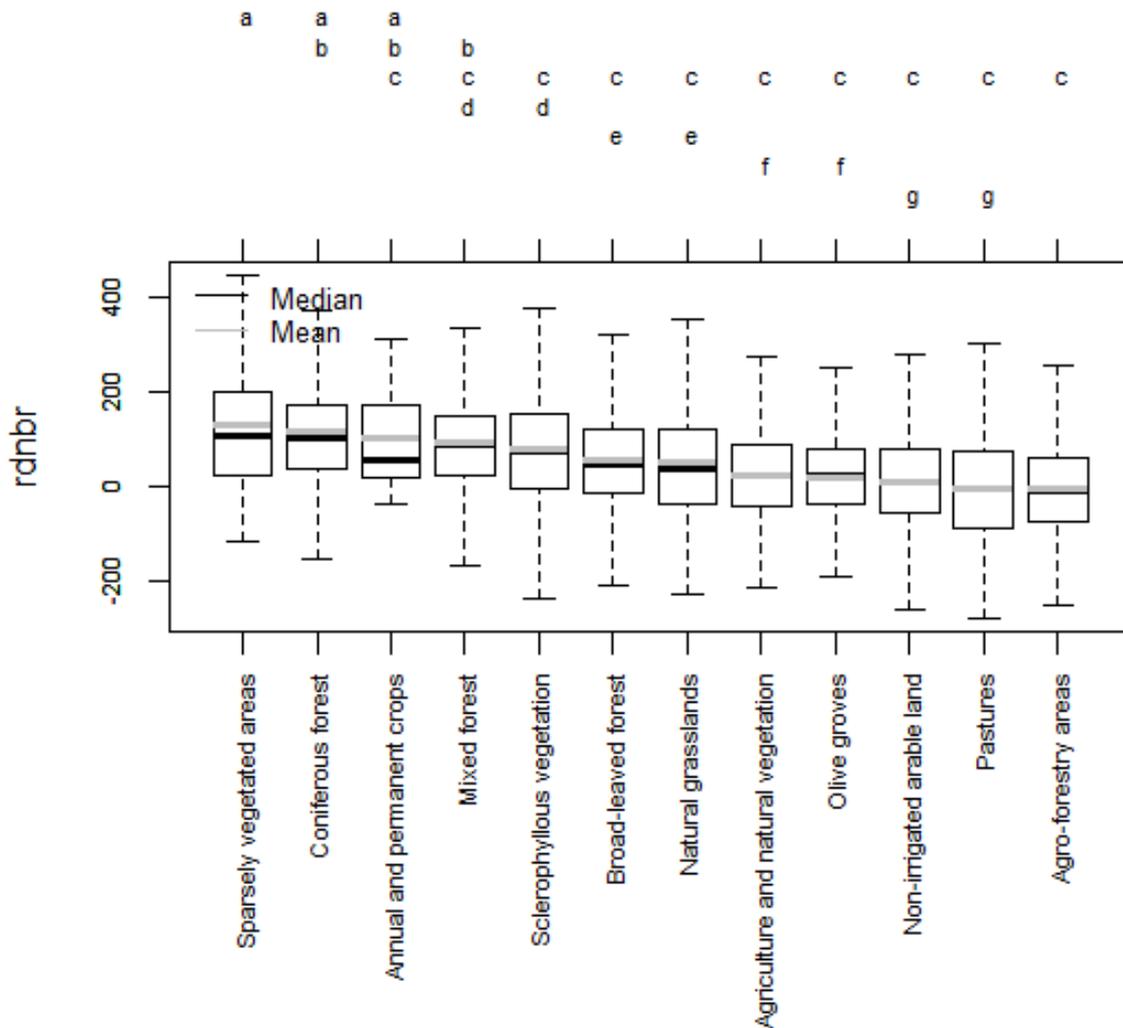


Figura 74 –rdNBR across Corine Land Cover classes (data resampled to MODIS resolution). Letters represent statistical groups obtained from a Tukey test for unbalanced ANOVA.

Le analisi non mostrano una relazione tra la severità degli incendi e le condizioni meteorologiche della giornata (figura 75). Si osserva una variabilità nella severità tra anni diversi (figura 76) che tuttavia non sembra essere legata alle condizioni meteo medie delle giornate di incendio (figura 77).

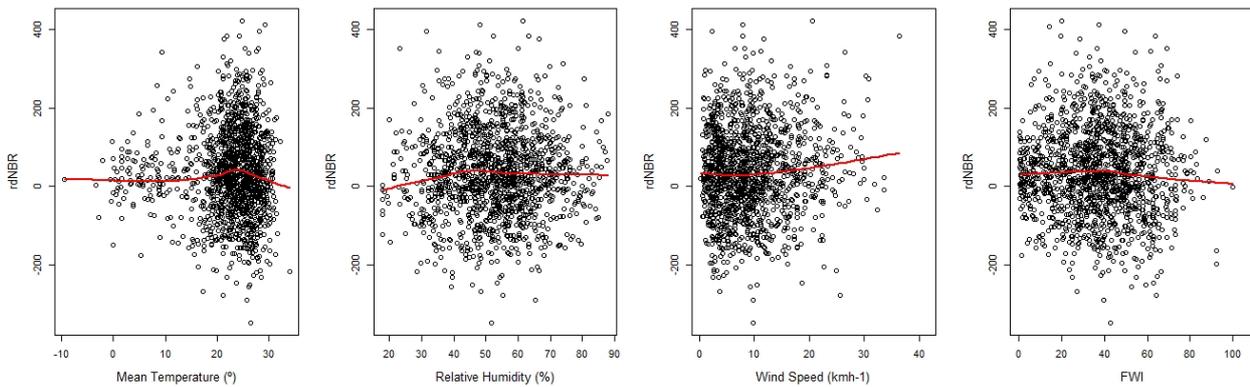


Tabella 75 – Scatterplot between rdNBR and climatic variables. Red lines represent local regressions (LOESS).

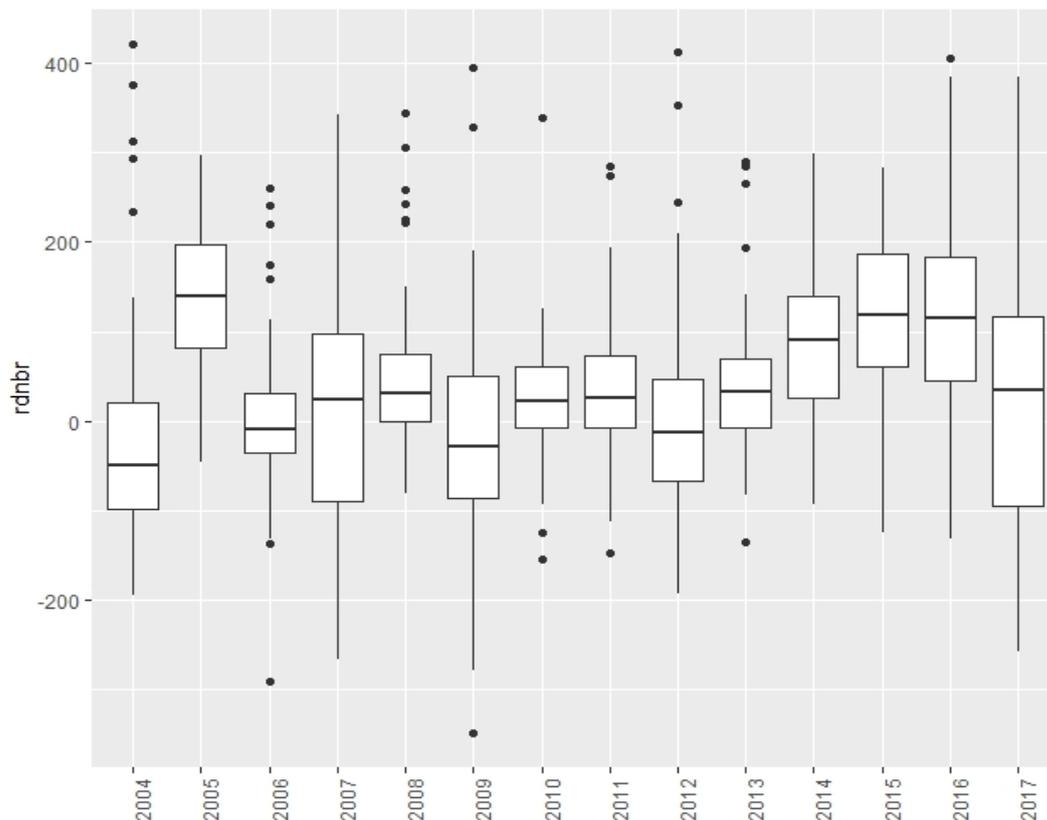


Figura 76 – rdNBR variability across years in the study area (only fires greater than 25ha were considered).

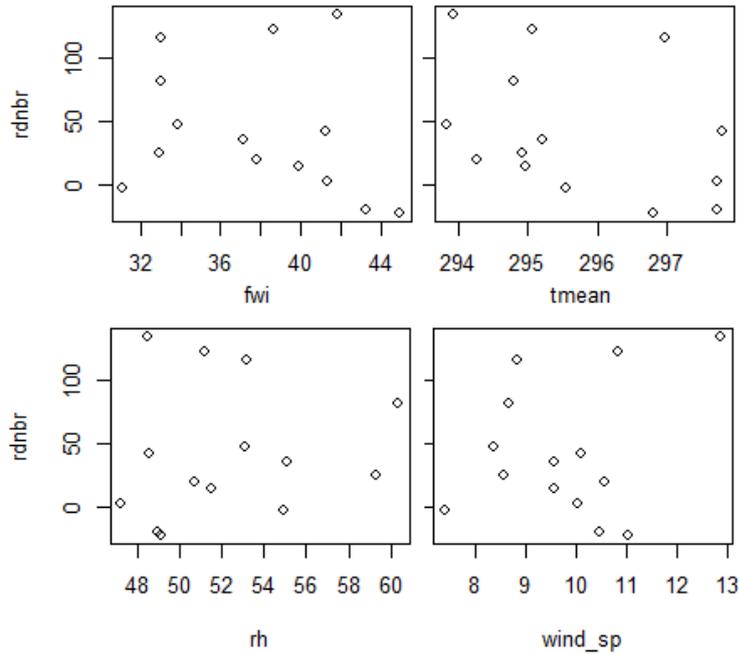


Figura 77- Scatterplot between annua lmean values of rdNBR and climate using fires greater than 25ha.

I risultati hanno mostrato anche come la severit  non sia direttamente collegata all'intensit  del fronte di fiamma (figura 78). Probabilmente, la maggiore intensit  che risulta legata a modelli di combustibile del tipo *tall grass* non corrisponde a una maggiore severit  perch  questi tipi di copertura del suolo hanno potenzialmente un migliore recupero post incendio. Invece, nei *chapparals* e nei *timber grass*, in fuzione dello strato che soffre di pi  ci possono essere maggiore o minori impatti che possono essere individuati dai dati satellitari.

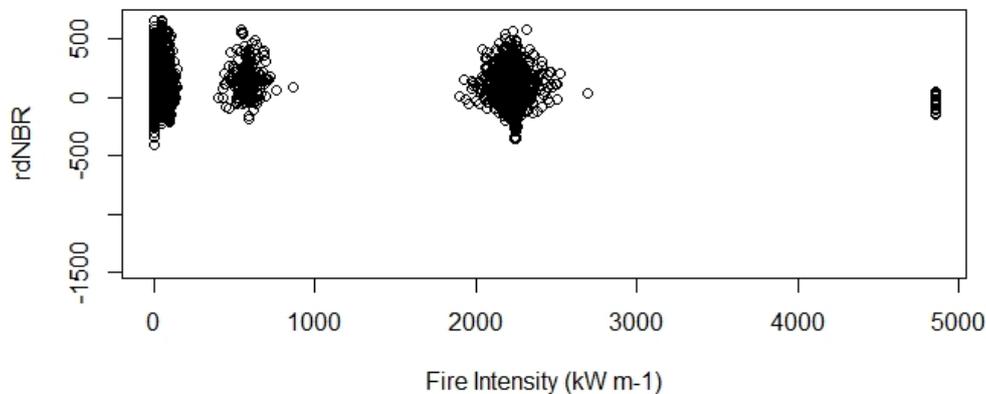


Figura 78 –rdNBR variability along fire line intensity values.

È importante prendere i dati di severità con cautela e intenderli come valori relativi. La risoluzione delle analisi è di 500 m. Per mancanza dei dati a terra non c'è stata una validazione dei risultati che permettesse di valutare la bontà dell'approccio e assegnare un valore di severità sul modello del Composite Burn Index (CBI) ai singoli valori di rdNBR. Queste analisi possono essere prese come un primo step per portare avanti delle analisi più dettagliate.

Elementi chiave

Circa lo **0,01% degli incendi** ha estensioni maggiori di 100 ettari ed è **responsabile di quasi il 60% dell'area bruciata** nel territorio di studio. Il 63% degli incendi ha superfici che sono inferiori ad un ettaro.

I grandi incendi si verificano in giornate con alta temperatura, bassa umidità dell'aria e alta intensità del vento. Nell'area di progetto i **venti provenienti da nord-ovest sono i più comuni nelle giornate di incendio**.

Gli ecosistemi boschivi caratterizzati dalla presenza di conifere hanno un **periodo di ritorno dell'incendio** nettamente inferiore rispetto a quelli dominati da latifoglie.

I dati ottenuti dal telerilevamento satellitare suggeriscono che **gli incendi più severi** si sono verificati in Corsica. Non si osserva una chiara relazione tra le condizioni meteorologiche della giornata e la severità degli incendi.

Si osserva una grande variabilità inter-annuale del numero degli incendi e della superficie bruciata. Gli anni 2000, 2003, 2007, 2009 e 2017 sono quelli più significativi.

Le unità amministrative (NUTS3) in cui si rileva il numero maggiore di inneschi sono, in

Environ 0,01% des incendies ont des extensions de plus de 100 hectares et **sont responsables de près de 60% de la surface brûlée.** 63% des incendies ont des superficies de moins d'un hectare.

Les grands incendies se produisent les jours où les températures sont élevées, la faible humidité de l'air et l'intensité du vent élevée. Dans la zone du projet, **les vents du nord-ouest sont les plus courants les jours d'incendie.**

Les écosystèmes forestiers caractérisés par la présence de conifères ont **une période de retour du feu** beaucoup plus courte que ceux dominés par les feuillus.

Les données obtenues par télédétection par satellite suggèrent que **les incendies les plus graves** se sont produits en Corse. Les conditions météorologiques de la journée ne montrent pas de relation claire avec la gravité des incendies.

Il existe une grande variabilité interannuelle du nombre d'incendies et de la superficie brûlée. À cet égard, les années 2000, 2003, 2007, 2009 et 2017 sont les plus significatives.

Les unités administratives (NUTS3) dans lesquelles se trouvent le plus des allumages

ordine decrescente, la Provincia del Sud Sardegna e i Departement Bouche-du-Rhône, Haute Corse e Var.

In territorio italiano il **maggior numero di inneschi per km²** si rileva nei NUTS3 di Cagliari e del Sud Sardegna, mentre in quello francese i più colpiti sono i NUTS3 Haute-Corse e Bouche-du-Rhône.

Gli inneschi si verificano prevalentemente d'estate. Nelle aree del territorio italiano che sono state esaminate gli inneschi si verificano soprattutto nella stagione estiva, nel territorio francese solo i Departement Hautes-Alpes, Alpes de Haute Provence, Alps Maritimes e Vaucluse registrano anche un regime invernale più o meno accentuato.

Tra le cause di cui si conosce la motivazione, **le cause naturali e accidentali** incidono complessivamente per il 17,6% e sono legate, in ordine decrescente, a fulmini, linee elettriche e veicoli.

Le cause intenzionali incidono per il 9,2% delle cause di cui si conosce la motivazione; tra queste complessivamente la più frequente è la piromania, anche se in alcune NUTS3 la sua incidenza è inferiore a quella di altre cause dolose quali conflitti ed interessi pastorali.

sont, par ordre décroissant, la Province de Sardaigne du Sud et le Département de la Bouche-du-Rhône, de la Haute Corse et du Var.

Sur le territoire italien, **le plus grand nombre des allumages par km²** se trouve dans le NUTS3 de Cagliari et du sud de la Sardaigne. Dans le français, les plus touchés sont les NUTS3 Haute-Corse et Bouche-du-Rhône.

Les allumages sont principalement dans l'été. Dans les zones du territoire italien qui ont été examinées, les allumages se produisent principalement en saison estivale, sur le territoire français seuls le Département des Hautes-Alpes, les Alpes de Haute Provence, les Alps Maritimes et le Vaucluse enregistrent également un régime hivernal plus accentué.

Parmi les causes dont la motivation est connue, **les causes naturelles et accidentelles** représentent au total 17,6% et sont liées, par ordre décroissant, à la foudre, aux lignes électriques et aux véhicules.

Les causes malveillantes représentent 9,2% des causes dont la motivation est connue; parmi celles-ci, la plus fréquente est la pyromanie, même si dans certains NUTS3 son incidence est inférieure à celle d'autres causes malveillantes telles que les conflits et les intérêts pastoraux.

Tra le cause di cui si conosce la motivazione, **le cause involontarie** incidono per il 73,1% e risultano la causa con incidenza maggiore in 7 su 8 aree esaminate. Oltre il 30% di queste è dovuto a lavori privati, eseguiti al di fuori dell'attività professionale, ed in particolare all'abbruciamento di residui vegetali tagliati. Quasi l'11% si deve invece al lancio di oggetti incandescenti e 8,9% si deve alle lavorazioni agro-pastorali professionali.

Rimane sconosciuta la causa del 75% circa degli inneschi. Per circa l'8% degli inneschi la motivazione viene approfondita oltre la semplice classificazione tipologica (naturale, accidentale, colposa, dolosa).

I dati sugli inneschi non sono disponibili per tutte le regioni esaminate. Per il territorio francese i dati sono pubblici e il database risulta articolato in tre livelli di definizione delle cause. Per il territorio italiano sono disponibili dati aggregati o database articolati in un solo livello di definizione delle cause.

Parmi les causes dont la motivation est connue, **les causes involontaires** représentent 73,1% et sont la cause avec l'incidence la plus élevée dans 7 des 8 domaines examinés. Plus de 30% d'entre eux sont liés à des travaux privés, réalisés dans des activités non professionnelles, et en particulier au brûlage de résidus végétaux coupés. Près de 11% sont dus au jet d'objets incandescent et 8,9% aux travaux agricoles et pastoraux professionnels.

La cause d'environ 75% des allumages reste inconnue. Pour environ 8% des allumages, la motivation est connue en plus de la simple classification typologique (naturelle, accidentelle, négligente, malveillante).

Les données des allumages ne sont pas disponibles pour toutes les régions examinées. Pour le territoire français, la base de données est publique et divisée en trois niveaux de définition. Pour le territoire italien, sont disponibles des données agrégées ou des bases de données avec en un seul niveau de définition des causes.

Bibliografia

- Ager, A.A., Preisler, H.K., Arca, B., Spano, D., & Salis, M. 2014. Wildfire risk estimation in the Mediterranean area. *Environmetrics* 25: 384–396.
- Andrews, P.L., Heinsch, F.A., & Schelvan, L. 2011. *How to generate and interpret fire characteristics charts for surface and crown fire behavior*.
- Bergeron, Y., Leduc, A., Harvey, B.D., & Gauthier, S. 2002. Natural fire regime: A guide for sustainable management of the Canadian boreal forest. *Silva Fennica* 36: 81–95.
- Curt, T., Fréjaville, T., & Lahaye, S. 2016. Modelling the spatial patterns of ignition causes and fire regime features in southern France: Implications for fire prevention policy. *International Journal of Wildland Fire* 25: 785–796.
- Duane, A., & Brotons, L. 2018. Synoptic weather conditions and changing fire regimes in a Mediterranean environment. *Agricultural and Forest Meteorology* 253–254: 190–202.
- Ferrara, C., Salvati, L., Corona, P., Romano, R., & Marchi, M. 2019. The background context matters: Local-scale socioeconomic conditions and the spatial distribution of wildfires in Italy. *Science of the Total Environment* 654: 43–52.
- Finney, M.A. 2006. An overview of FlamMap fire modeling capabilities. In *Fuels Management—How to Measure Success: Conference Proceedings*, pp. 213–220.
- Ganteaume, A., Camia, A., Jappiot, M., San-Miguel-Ayanz, J., Long-Fournel, M., & Lampin, C. 2013. A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. *Environmental Management* 51: 651–662.
- Ganteaume, A., & Jappiot, M. 2013. What causes large fires in Southern France. *Forest Ecology and Management* 294: 76–85.
- Gonzalez-Olabarria, J.R., Brotons, L., Gritten, D., Tudela, A., & Teres, J.A. 2012. Identifying location and causality of fire ignition hotspots in a Mediterranean region. *International Journal of Wildland Fire* 21: 905–914.
- He, T., Lamont, B.B., & Pausas, J.G. 2019. Fire as a key driver of Earth's biodiversity. *Biological Reviews* 94: 1983–2010.
- Maditinos, Z., & Vassiliadis, C. 2011. Mega fires: Can they be managed effectively? *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 20: 41–52.
- Oliveira, S.L.J., Pereira, J.M.C., & Carreiras, J.M.B. 2012. Fire frequency analysis in Portugal (1975–2005), using Landsat-based burnt area maps. *International Journal of Wildland Fire* 21: 48–60.
- Parks, S.A., Holsinger, L.M., Voss, M.A., Loehman, R.A., & Robinson, N.P. 2018. Mean composite fire severity metrics computed with google earth engine offer improved accuracy and expanded mapping potential. *Remote Sensing* 10: 1–15.
- Paula, S., Arianoutsou, M., Kazanis, D., Tavsanoglu, L., Lloret, F., Buhk, C., Ojeda, F., Luna, B., Moreno, J.M., Rodrigo, A., Espelta, J.M., Palacio, S., Fernandez-Santos, B., Fernandes, P.M., J. G. Pausas, & 1Ceam. 2009. Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology* 90: 1420.

- Pausas, J.G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, V.R. 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. *International Journal of Wildland Fire* 17: 713–723.
- Rodrigues, M., Trigo, R.M., Vega-García, C., & Cardil, A. 2020. Identifying large fire weather typologies in the Iberian Peninsula. *Agricultural and Forest Meteorology* 280: 107789.
- Romero-Calcerrada, R., Barrio-Parra, F., Millington, J.D.A., & Novillo, C.J. 2010. Spatial modelling of socioeconomic data to understand patterns of human-caused wildfire ignition risk in the SW of Madrid (central Spain). *Ecological Modelling* 221: 34–45.
- San-miguel-ayanz, J., Rodrigues, M., Santos de Oliveira, S., Kemper, S., Moreira, F., Duguay, B., & Camina, A. 2012. Land Cover Change and Fire Regime in the European Mediterranean Region. In Vallejo, V.R., Arianoutsou, M., & Moreira, F. (eds.), *Post-fire forest management in southern Europe*, pp. 93–119.
- Sugihara, N.G., Van Wagtenonk, J.W., & Fites-Kaufman, J. 2006. Fire as an ecological process. *Fire in California's Ecosystems* 58–74.
- Syphard, A.D., & Keeley, J.E. 2015. Location, timing and extent of wildfire vary by cause of ignition. *International Journal of Wildland Fire* 24: 37–47.
- Tedim, F., Leone, V., Amraoui, M., Bouillon, C., Coughlan, M.R., Delogu, G.M., Fernandes, P.M., Ferreira, C., McCaffrey, S., McGee, T.K., Parente, J., Paton, D., Pereira, M.G., Ribeiro, L.M., Viegas, D.X., & Xanthopoulos, G. 2018. Defining extreme wildfire events: Difficulties, challenges, and impacts. *Fire* 1: 1–28.
- Regione Liguria, 2018. Aggiornamento al Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi. Deliberazione della Giunta Regionale n° 1098 del 14 dicembre 2018
- Regione Toscana - Settore Forestazione, Usi civici, Agroambiente, 2019. Piano AIB 2019-2021. Deliberazione della Giunta Regionale n° 564 del 23 aprile 2019

Dataset & sitografia

<https://www.promethee.com>

<https://www.insee.fr>

<https://www.istat.it>

<https://ec.europa.eu/eurostat>

<https://www.copernicus.eu>

<https://www.data.gouv.fr>