



**Interreg**



UNION EUROPEENNE  
UNIONE EUROPEA

**SIGNAL**

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

## T3.3.1 Database domanda GNL nei territori

---

### **PARTNER:**

- **REGIONE SARDEGNA-Industria**
- **OFFICE de TRANSPORTS de la Corse**
- **CHAMBRE de COMMERCE et d'INDUSTRIE du VAR**



La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au cœur de la Méditerranée



LOTTO n°6 : MAPPA DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE E DI TRASPORTO DI GNL SUL TERRITORIO DELLA REGIONE PROVENZA ALPES CÔTE D'AZUR

## Progetto GNL SIGNAL



Fase III- Banca dati delle applicazioni di GNL nei territori dell'area di collaborazione

Consegnabile T 3.3.1

Mars 2020



# Sommaire

Introduzione .....	3
1 Analisi di mercato del trasporto merci e di passeggeri nella regione PACA.....	3
1.1 Fonti e metodi.....	3
1.2 Matrici O/D e analisi.....	4
1.3 Stima della domanda potenziale di GNL Carburante .....	9
2 Studio della ripartizione modale Tolone Livorno .....	12
2.1 Benchmark : lo studio di casi di servizi marittimi continentali offre una vasta panoramica per il lancio di nuovi servizi .....	12
2.2 Caratterizzazione del mercato transfrontaliero: la metà dei flussi transfrontalieri tra Francia e Italia passa lungo la A8 e la gran parte di essi riguarda scambi commerciali al di là dei confini di Francia e Italia	22
2.3 Valutazione del mercato accessibile per la ripartizione modale del settore marittimo tra Tolone e Livorno.....	27
2.4 Quale offerta del settore marittimo per soddisfare le esigenze del mercato? .....	30
2.5 Conclusioni: le condizioni di mercato e il contesto commerciale sono poco propizi al lancio di una linea di navigazione Tolone-Livorno.....	34

## Introduzione

### Obiettivi :

- Definire la domanda potenziale di carburante GNL sul territorio attraverso la conoscenza dettagliata dei flussi di trasporto di ogni tipo (« Matrici O/D »)
- Valutare le opportunità di trasferimento modale dei flussi stradali tra i porti di Tolone e Livorno a favore del trasporto marittimo

## 1 Analisi di mercato del trasporto merci e di passeggeri nella regione PACA

### 1.1 Fonti e metodi

Non esiste una fonte di dati di Origine/destinazione per le automobili o gli automezzi pesanti su scala sufficientemente precisa da consentire la riproduzione esatta delle matrici O/D del trasporto sul territorio. Per questo motivo, la metodologia utilizzata implementa un modello di traffico elaborato sulla base di :

- da un lato, sui dati statistici disponibili: numero di viaggi individuali / tonnellate di merce in carico + scarico
- e d'altra parte, sulle leggi di ripartizione e diffusione dei flussi. Queste leggi si basano sia sul peso di ciascuna entità in termini di popolazione e di occupazione sul posto di lavoro che sulla reciproca distanza di ciascuna entità rispetto all'altra.

Questo approccio permette di ricostituire un modello di ripartizione dei passeggeri e delle merci su tutto il territorio.

Le fonti dei dati statistici utilizzati sono :

- **Per i dati sulla popolazione e sull'occupazione:** dati del censimento INSEE 2017, popolazione legale al 1° gennaio 2020
- **Per i dati sui flussi stradali di passeggeri:** dati ricavati da sondaggi sugli spostamenti (Indagine regionale sui viaggi del territorio di Marsiglia / Bouches-du-Rhône 2009, Indagine sugli spostamenti sul territorio di Nizza 2009, Indagine sulla mobilità certificata Cerema Gap 2018, Indagine sugli spostamenti dei nuclei familiari di Tolone 2008, Indagine sugli spostamenti nelle città di medie dimensioni come Arles 2008, Draguignan 2006 e Var 2012). Queste indagini, condotte con una metodologia standardizzata che si avvale di questionari faccia a faccia o telefonici, coprono gli spostamenti di ampi campioni della popolazione rappresentativa delle aree interessate. Forniscono informazioni sul numero di viaggi giornalieri (in giorni feriali), sulla ripartizione modale e sulla durata dei singoli viaggi. Ai fini dello studio, ai territori non coperti da tali indagini, principalmente i dipartimenti di Alpes-de-Haute-Provence e Hautes-Alpes (escluso l'agglomerato di Gap), così come l'agglomerato di Avignone (indagine di viaggio troppo vecchia, risalente al 1980) sono stati assegnati dati provenienti da territori con caratteristiche simili.
- **Per i dati sui flussi di merci:**
  - o sono stati utilizzati i dati sul trasporto merci su strada del Dipartimento Dati e Studi Statistici del Ministero / SitraM (indagini TRM, SNCF, VNF, Servizi Doganali); questi sono stati poi incrociati con i dati Eurostat (indicando le quantità di trasporto merci su strada per regione NUTS3 - in Francia si parla di Dipartimenti)
  - o dati dei vari organismi responsabili della gestione delle infrastrutture: SNCF, Vinci Autoroutes, Grand Port Maritime de Marseille, CCI, Voies Navigables de France.
  - o dati provenienti da studi sui trasporti, in particolare :
    - Studi sul trasporto di merci nella regione PACA nel 2014 effettuati dal PACA Logistics Cluster,
    - Trasporto merci nella Valle del Rodano, CETE Méditerranée, luglio 2002
    - Trasporto merci attraverso le Alpi, Agence Alpine des Territoires - Dipartimento della Savoia, ottobre 2018
    - DREAL Provenza-Alpi-Costa Azzurra, Osservatorio del traffico attraverso le Alpi 2008
    - Riserve di capacità delle infrastrutture di trasporto in PACA, CETE Méditerranée, 2011

**La scala** utilizzata per realizzare la matrice è quella della circoscrizione. Questo livello di dettaglio permette infatti di proporre una matrice con 18 voci che coprono l'intero territorio della regione meridionale, con un notevole livello di precisione, pur rimanendo perfettamente leggibile. Inoltre, i confini della circoscrizione variano molto poco nel tempo, il che permette di monitorare l'evoluzione delle matrici. Una griglia che corrispondesse maggiormente alle realtà del territorio, ad esempio, includendo le varie agglomerazioni, presenterebbe difficoltà di definizione, non consentirebbe la copertura dell'intero territorio e sarebbe particolarmente incostante nel tempo. Infine, la regione meridionale conta 18 circoscrizioni per circa 5,1 milioni di abitanti, il che si avvicina alla suddivisione dell'Italia in province (19 province per un totale di 7 milioni di abitanti nelle tre regioni italiane della Sardegna, Toscana e Liguria).

## 1.2 Matrici O/D e analisi

**Percorsi individuali espressi in numero di veicoli/chilometri al giorno**

DEPLACEMENTS INDIVIDUELS VP (en véh.km)

	AIX-EN-PROVENCE	APT	ARLES	AVIGNON	BARCELONNETTE	BRIANCON	BRIGNOLES	CARPENTRAS	CASTELLANE	DIGNE-LES-BAINS	DRAGUIGNAN	FORCALQUIER	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE	4 308 294	79 624	79 836	117 619	1 461	4 959	58 563	47 262	2 398	14 616	89 616	37 404	20 311	108 655	214 621	977 937	81 521	219 835
APT	122 781	1 478 844	31 858	72 150	746	2 485	21 509	42 483	1 176	8 425	36 780	29 189	12 103	47 035	64 848	175 675	36 662	65 248
ARLES	160 410	39 986	2 686 611	142 545	958	3 591	27 123	42 563	1 375	8 631	47 627	18 915	14 481	66 042	297 185	350 779	52 842	108 958
AVIGNON	78 142	33 373	50 421	3 121 809	592	2 212	15 058	67 198	830	5 664	26 621	13 373	10 026	36 859	79 308	142 931	29 910	51 766
BARCELONNETTE	3 526	1 253	1 230	2 148	92 825	670	1 452	1 099	178	1 365	3 767	1 201	2 289	7 451	2 075	7 414	6 470	4 233
BRIANCON	16 670	5 960	6 491	11 466	957	406 022	6 188	5 771	573	4 086	14 706	4 983	12 819	27 593	10 588	35 468	25 402	19 441
BRIGNOLES	87 667	19 358	20 296	29 304	780	2 329	1 791 074	13 642	1 868	8 329	108 882	15 397	9 400	85 304	38 087	211 260	58 899	211 875
CARPENTRAS	29 894	46 761	27 318	352 441	92 702	40 127	36 762	1 488 875	367	2 646	11 249	6 694	4 762	15 602	23 792	52 391	12 598	20 280
CASTELLANE	3 933	1 252	1 166	1 911	113	255	2 209	959	113 195	1 429	8 141	1 330	1 046	11 667	2 069	8 336	7 103	5 396
DIGNE-LES-BAINS	29 683	11 190	9 090	16 260	1 080	2 263	12 287	8 629	1 781	656 276	31 267	14 299	11 886	46 734	15 955	58 118	34 986	32 572
DRAGUIGNAN	161 178	43 473	44 514	68 025	2 652	7 249	142 966	32 652	9 035	27 830	3 916 573	39 836	28 134	427 816	79 599	362 797	244 666	295 206
FORCALQUIER	64 945	33 460	17 099	33 134	820	2 382	19 604	18 842	1 431	12 340	38 627	1 042 165	12 670	48 363	32 395	111 510	36 361	52 889
GAP	45 481	18 278	17 036	32 728	2 059	8 073	15 767	17 659	1 483	13 515	35 940	16 693	1 288 247	60 109	28 459	92 296	50 828	47 528
GRASSE	68 796	20 197	22 019	34 209	1 905	4 940	40 682	16 449	4 703	15 108	155 386	18 116	17 090	4 896 735	38 098	158 192	405 442	114 175
ISTRES	294 328	61 970	217 046	163 812	1 181	4 219	40 424	55 823	1 856	11 479	64 342	27 006	18 008	84 788	3 514 369	567 419	67 508	151 383
MARSEILLE	673 730	81 639	126 967	143 564	2 052	6 873	109 037	59 777	3 637	20 333	142 607	45 204	28 399	171 201	275 926	8 823 558	131 509	479 677
NICE	59 070	17 619	19 974	31 069	1 851	5 090	31 438	14 865	3 205	12 658	99 458	15 244	16 174	453 773	33 950	136 001	4 507 999	93 923
TOULON	200 760	39 497	51 896	67 737	1 526	4 908	142 461	30 144	3 067	14 846	151 169	27 931	19 052	160 973	95 902	624 900	118 316	5 837 397

**Spostamenti nei trasporti pubblici urbani espressi in passeggeri/chilometri al giorno**

DEPLACEMENTS TC URBAINS (en voy.km)

	AIX-EN-PROVENCE	APT	ARLES	AVIGNON	BARCELONNETTE	BRIANCON	BRIGNOLES	CARPENTRAS	CASTELLANE	DIGNE-LES-BAINS	DRAGUIGNAN	FORCALQUIER	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE	479 111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
APT	-	63 438	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ARLES	-	-	140 017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AVIGNON	-	-	-	586 292	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARCELONNETTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRIANCON	-	-	-	-	-	8 900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BRIGNOLES	-	-	-	-	-	-	39 261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CARPENTRAS	-	-	-	-	-	-	-	63 868	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CASTELLANE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIGNE-LES-BAINS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14 386	-	-	-	-	-	-	-	-
DRAGUIGNAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97 647	-	-	-	-	-	-	-
FORCALQUIER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 845	-	-	-	-	-	-
GAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74 046	-	-	-	-	-
GRASSE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	791 520	-	-	-	-
ISTRES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150 756	-	-	-
MARSEILLE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 790 792	-	-
NICE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	728 684	-
TOULON	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	740 461

**DEPLACEMENTS TC INTERURBAINS (en voy.km)**

	AIX-EN-PROVENCE	APT	ARLES	AVIGNON	BARCELONNETTE	BRIANCON	BRIGNOLES	CARPENTRAS	CASTELLANE	DIGNE-LES-BAINS	DRAGUIGNAN	FORCALQUIER	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE	493 702	18 231	18 280	26 931	334	1 136	13 409	10 821	549	3 346	20 519	8 564	4 650	24 878	49 141	223 913	18 665	50 334
APT	18 652	117 146	4 840	10 960	113	378	3 268	6 454	179	1 280	5 587	4 434	1 839	7 145	9 851	26 687	5 569	9 912
ARLES	11 974	2 985	103 315	10 641	71	268	2 025	3 177	103	644	3 555	1 412	1 081	4 930	22 184	26 185	3 945	8 134
AVIGNON	20 692	8 837	13 352	170 609	157	586	3 987	17 794	220	1 500	7 049	3 541	2 655	9 760	21 001	37 849	7 920	13 708
BARCELONNETTE	350	124	122	213	6 779	66	144	109	18	135	374	119	227	739	206	736	642	420
BRIANCON	1 654	591	644	1 138	95	20 750	614	573	57	405	1 459	494	1 272	2 737	1 050	3 519	2 520	1 929
BRIGNOLES	8 697	1 920	2 013	2 907	77	231	91 535	1 353	185	826	10 802	1 528	933	8 463	3 778	20 958	5 843	21 019
CARPENTRAS	4 541	7 103	4 150	53 539	14 082	6 096	5 584	117 941	56	402	1 709	1 017	723	2 370	3 614	7 959	1 914	3 081
CASTELLANE	390	124	116	190	11	25	219	95	8 266	142	808	132	104	1 157	205	827	705	535
DIGNE-LES-BAINS	2 945	1 110	902	1 613	107	225	1 219	856	177	33 540	3 102	1 419	1 179	4 636	1 583	5 766	3 471	3 231
DRAGUIGNAN	13 566	3 659	3 747	5 725	223	610	12 033	2 748	760	2 342	169 818	3 353	2 368	36 008	6 700	30 536	20 593	24 847
FORCALQUIER	6 443	3 319	1 696	3 287	81	236	1 945	1 869	142	1 224	3 832	53 261	1 257	4 798	3 214	11 063	3 607	5 247
GAP	7 931	3 187	2 971	5 707	359	1 408	2 749	3 079	259	2 357	6 267	2 911	87 871	10 481	4 962	16 094	8 863	8 287
GRASSE	23 007	6 754	7 364	11 440	637	1 652	13 605	5 501	1 573	5 052	51 965	6 058	5 715	379 742	12 741	52 903	135 590	38 183
ISTRES	44 712	9 414	32 972	24 885	179	641	6 141	8 480	282	1 744	9 774	4 103	2 736	12 880	278 390	86 197	10 255	22 997
MARSEILLE	91 150	11 045	17 177	19 423	278	930	14 752	8 087	492	2 751	19 293	6 116	3 842	23 162	37 330	338 516	17 792	64 896
NICE	19 755	5 892	6 680	10 390	619	1 702	10 514	4 971	1 072	4 233	33 261	5 098	5 409	151 753	11 354	45 482	349 595	31 410
TOULON	13 590	2 674	3 513	4 585	103	332	9 644	2 041	208	1 005	10 233	1 891	1 290	10 897	6 492	42 302	8 009	118 810

Nota: la dimensione di scala utilizzata per queste matrici è la circoscrizione. Una circoscrizione, anche se chiamata comune, ne comporta diversi. Questo spiega perché vi sono trasporti interurbani all'interno di ciascuna circoscrizione.

**Traffico merci su strada espresso in veicoli/chilometri al giorno**

	AIX-EN-PROVENCE	APT	ARLES	AVIGNON	BARCELONNETTE	BRIANCON	BRIGNOLES	CARPENTRAS	CASTELLANE	DIGNE-LES-BAINS	DRAGUIGNAN	FORCALQUIER	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE	27 537	4 070	9 271	9 968	269	1 207	4 490	4 069	306	1 789	10 247	2 868	3 497	18 270	8 972	21 324	16 449	18 334
APT	3 395	5 988	1 599	8 316	62	273	1 205	2 546	76	441	2 515	701	837	4 346	2 406	8 180	4 001	4 463
ARLES	7 991	2 512	12 141	5 971	161	716	2 865	2 519	189	1 100	6 289	1 757	2 123	11 065	2 178	20 260	10 057	11 212
AVIGNON	10 592	14 341	4 990	14 665	195	852	3 758	7 168	238	1 377	7 847	2 187	2 610	13 561	7 508	25 525	12 485	13 922
BARCELONNETTE	407	122	192	277	634	33	145	122	106	467	302	1 352	100	522	289	982	480	536
BRIANCON	1 187	354	559	807	22	1 680	421	356	27	154	879	245	4 331	1 520	841	2 860	1 399	1 560
BRIGNOLES	1 832	546	863	1 246	34	148	6 971	550	41	238	3 777	378	451	2 345	1 298	4 414	2 159	6 161
CARPENTRAS	2 422	2 546	2 248	4 156	15 492	7 976	5 120	5 986	54	315	1 794	500	597	3 101	1 717	5 837	2 855	3 184
CASTELLANE	292	87	137	198	107	23	103	88	722	396	216	1 084	72	373	207	703	344	383
DIGNE-LES-BAINS	2 127	634	1 002	1 447	674	171	755	639	567	4 216	1 576	6 086	524	2 723	1 508	5 126	2 507	2 796
DRAGUIGNAN	4 367	1 303	2 058	2 971	80	351	4 729	1 311	98	568	15 908	902	1 076	5 591	3 096	10 524	5 148	34 644
FORCALQUIER	2 871	856	1 353	1 953	2 837	231	1 019	862	2 257	8 862	2 127	6 757	708	3 676	2 035	6 919	3 384	3 774
GAP	2 626	783	1 237	1 787	48	12 543	932	789	59	341	1 946	542	4 866	3 363	1 862	6 329	3 096	3 452
GRASSE	7 626	2 275	3 593	5 187	140	613	2 706	2 290	171	991	5 650	1 574	1 879	25 920	5 405	18 377	28 800	10 024
ISTRES	8 287	3 545	2 334	8 084	219	956	4 217	3 569	266	1 545	8 804	2 454	2 929	15 216	19 583	24 241	14 008	15 621
MARSEILLE	34 604	10 198	38 141	23 258	629	2 750	12 131	10 267	767	4 445	25 329	7 059	8 425	43 774	42 591	64 444	40 299	44 940
NICE	8 730	2 604	4 113	5 939	161	702	3 097	2 622	196	1 135	6 468	1 802	2 151	25 930	6 188	21 038	23 337	11 475
TOULON	7 673	2 289	3 615	5 219	141	617	11 950	2 304	172	998	53 657	1 584	1 891	9 824	5 439	18 490	9 044	28 465

**Ipotesi prese in considerazione:**

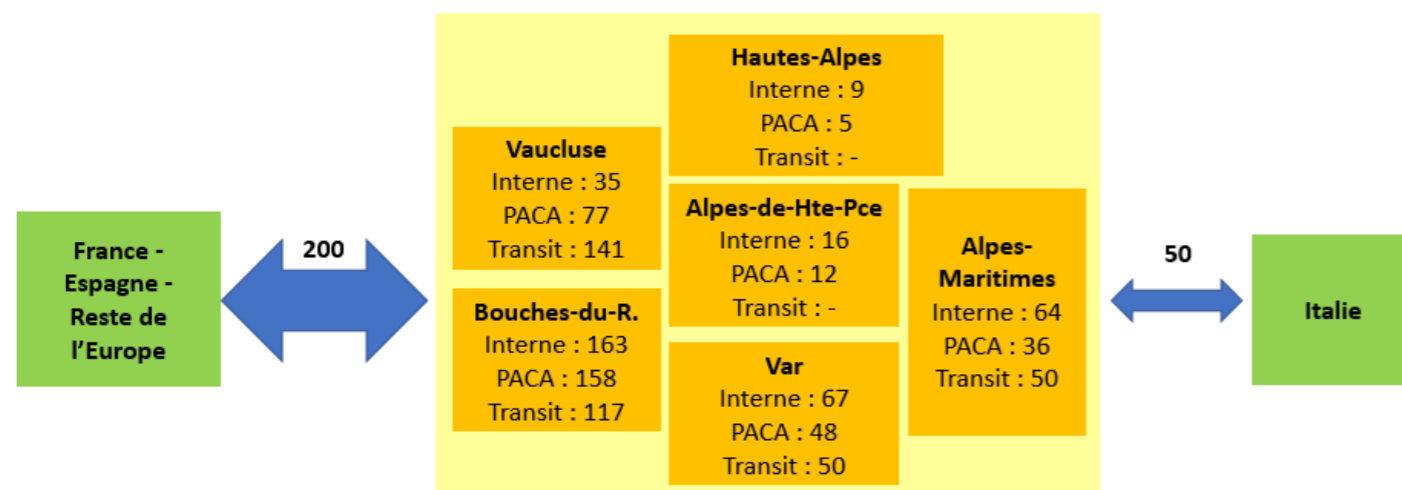
- 300 giorni di traffico di automezzi pesanti all'anno
- Carico medio per automezzo pesante in circolazione: 9,8 t (dati SDES, 2017, traffico merci sotto bandiera francese)
- Distanza media percorsa all'interno di una circoscrizione: 15 km
- Per ogni circoscrizione, metà del traffico intradipartimentale è interno alla circoscrizione mentre l'altra metà è distribuita tra le altre circoscrizioni del dipartimento.

**Traffico merci su strada espresso in veicoli al giorno**

	AIX-EN-PROVENCE	APT	ARLES	AVIGNON	BARCELONNETTE	BRIANCON	BRIGNOLES	CARPENTRAS	CASTELLANE	DIGNE-LES-BAINS	DRAGUIGNAN	FORCALQUIER	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE	1 836	161	232	237	3	10	118	95	5	29	181	75	41	219	374	1 230	164	444
APT	134	399	35	283	1	3	23	116	1	9	40	32	13	51	71	192	40	71
ARLES	200	55	809	195	1	5	37	58	2	12	65	26	20	90	142	468	72	149
AVIGNON	252	489	163	978	2	7	49	489	3	18	86	43	32	119	256	461	97	167
BARCELONNETTE	4	2	2	3	42	1	2	1	3	15	5	24	3	9	3	9	8	5
BRIANCON	10	4	4	7	1	112	4	3	0	2	9	3	112	16	6	21	15	11
BRIGNOLES	48	11	11	16	0	1	465	8	1	5	167	8	5	47	21	116	32	298
CARPENTRAS	57	116	52	283	176	76	70	399	1	5	21	13	9	30	45	99	24	39
CASTELLANE	5	1	1	2	3	0	3	1	48	17	10	28	1	14	2	10	8	6
DIGNE-LES-BAINS	35	13	11	19	22	3	15	10	25	281	37	234	14	55	19	69	41	38
DRAGUIGNAN	77	21	21	33	1	3	209	16	4	13	1 061	19	13	205	38	173	117	852
FORCALQUIER	76	39	20	39	51	3	23	22	58	341	45	450	15	56	38	130	42	62
GAP	31	12	12	22	1	324	11	12	1	9	24	11	324	41	19	62	34	32
GRASSE	92	27	29	46	3	7	54	22	6	20	207	24	23	1 728	51	210	1 728	152
ISTRES	345	104	152	276	2	7	68	94	3	19	108	45	30	143	1 306	808	114	255
MARSEILLE	1 996	239	880	420	6	20	319	175	11	60	418	132	83	501	1 420	4 296	385	1 404
NICE	87	26	30	46	3	8	46	22	5	19	147	23	24	1 556	50	201	1 556	139
TOULON	186	37	48	63	1	5	578	28	3	14	1 319	26	18	149	89	578	109	1 898



**Stima dei trasferimenti stradali in migliaia di tonnellate al giorno all'interno dei dipartimenti, all'interno della regione e intesi come scambio:**



**Velocità dei tragitti in auto**

**Distances en km et temps en voiture entre les principaux chefs-lieux d'arrondissement**

	AIX-EN-PCE	ARLES	AVIGNON	BRIANCON	BRIGNOLES	DIGNE	DRAGUIGNAN	GAP	GRASSE	ISTRES	MARSEILLE	NICE	TOULON
AIX-EN-PROVENCE		60 km	63 km	181 km	57 km	91 km	85 km	128 km	125 km	36 km	26 km	150 km	62 km
ARLES	1h04		46 km	219 km	116 km	140 km	145 km	161 km	184 km	23 km	65 km	209 km	113 km
AVIGNON	1h07	0h46		179 km	116 km	113 km	137 km	121 km	171 km	44 km	83 km	194 km	125 km
BRIANCON	2h49	3h34	3h31		173 km	96 km	152 km	58 km	140 km	202 km	205 km	140 km	204 km
BRIGNOLES	0h45	1h25	1h28	3h08		78 km	34 km	131 km	75 km	93 km	57 km	100 km	31 km
DIGNE-LES-BAINS	1h20	2h04	2h01	2h22	1h43		64 km	56 km	74 km	120 km	112 km	91 km	109 km
DRAGUIGNAN	1h20	1h57	2h00	3h34	0h46	1h49		120 km	41 km	122 km	91 km	66 km	61 km
GAP	1h38	2h23	2h20	1h19	2h02	1h12	2h27		124 km	145 km	152 km	135 km	161 km
GRASSE	1h49	2h26	2h28	4h07	1h16	1h59	1h03	2h56		160 km	131 km	25 km	99 km
ISTRES	0h55	0h40	1h00	3h20	1h21	1h57	1h51	2h12	2h13		45 km	185 km	92 km
MARSEILLE	0h37	1h08	1h11	3h05	1h00	1h40	1h35	1h56	1h57	0h51		157 km	48 km
NICE	1h57	2h33	2h35	4h17	1h23	2h22	1h06	3h06	0h39	2h26	2h09		124 km
TOULON	1h02	1h41	1h43	3h28	0h45	2h04	1h04	2h19	1h27	1h27	0h49	1h36	

Vitesses moyennes  
 70-90 km/h  
 60-70 km/h  
 40-60 km/h  
 < 40 km/h

**Ipotesi e osservazioni :**

- Le distanze sono calcolate « in linea d'aria »
- I tempi di percorrenza sono calcolati da Google Maps durante i periodi di traffico scorrevole, da un centro città all'altro

### Traffico fluviale in tonnellate (carico + scarico)

	Arrdt d'Arles	Arrdt d'Avignon	Arrdt d'Istres
Arrdt d'Arles	18	11	123
Arrdt d'Avignon		7	58
Arrdt d'Istres			0






#### Ipotesi prese in considerazione:

- Il traffico fluviale interno alla regione PACA è di 217.000 tonnellate nel 2017 secondo lo SDES.
- Il traffico fluviale è distribuito in base al carico nei porti della circoscrizione
- Ai fini dell'analisi, si è ritenuto che tutto il traffico fluviale del GPMM fosse concentrato nella circoscrizione di Istres (anche se Port-Saint-Louis-du-Rhône si trova nella circoscrizione di Arles).

## 1.3 Stima della domanda potenziale di GNL Carburante

### 1.3.1 Identificazione degli usi di carburante GN

Classificazione semplificata degli automezzi pesanti e degli usi :

Illustrazione	Tipo di camion	Distanze medie percorse all'anno
	Furgone	Basse
	Autocarro	Basse (~75 000 km/anno <sup>1</sup> )
	Camion rimorchio	Variabili
	Autoarticolato	Elevate (~95 000 per il trasporto regionale a ~115 000 km/anno <sup>2</sup> per il trasporto nazionale e internazionale)
	Autobus e pullman	Basse (~35 000 km/anno <sup>2</sup> )

\*Le distanze possono ovviamente variare a seconda dell'uso. Le informazioni fornite nella tabella precedente sono una generalizzazione che offre una visione semplificata degli usi in base alla tipologia di automezzo pesante.

Ad oggi, la scelta dei motori a gas naturale dipende dall'uso del veicolo ed è correlata alla distanza media annua percorsa. I motori a metano (gas naturale compresso) sono più adatti ai veicoli che generalmente percorrono brevi distanze (furgoni, autocarri, autobus e pullman). Infatti, i serbatoi di GNC consentono un'autonomia relativamente bassa adattata agli usi di questi veicoli. Inoltre, il loro costo di acquisto e manutenzione è inferiore al costo di acquisto di un veicolo a GNL (l'acquisto di un trattore stradale a GNL costa dal 20% al 30% in più rispetto ad un trattore stradale diesel; il trattore stradale a GNL costa dal 40% al 50% in più rispetto ad un trattore diesel). I motori a GNL sono più adatti ai veicoli a lunga percorrenza (combinazioni trattore-rimorchio e semirimorchi) grazie alla maggiore autonomia consentita da questo carburante e alla grande capacità dei loro serbatoi. Il costo di acquisto dei trattori stradali a GNL è più elevato, ma il risparmio sul carburante, combinato ad un maggiore utilizzo delle stesse, permette di ammortizzare la

<sup>1</sup> Source : CNR (Comité National Routier)

<sup>2</sup> Source : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer

spesa aggiuntiva.

Per le stesse ragioni di cui sopra, il GNC è preferibile al GNL anche per quanto riguarda le automobili. Il GNL infatti non è adatto all'uso discontinuo di veicoli per il trasporto di persone (non utilizzati per diversi giorni consecutivi). Inoltre, le operazioni di carico del carburante non sono adatte ad un uso privato (è necessaria una formazione).

Pertanto, ad oggi, solo gli automezzi pesanti della categoria trattori stradali + semirimorchi hanno a disposizione motori a GNL. Questa suddivisione tra veicoli a GNL e a metano sembra destinata a continuare nel tempo. Di conseguenza, le proiezioni del consumo di GNL si basano esclusivamente sull'evoluzione del parco trattori stradali. È importante notare che esiste anche un'offerta di trattori stradali con motori a GNC: le previsioni prevedono quindi sia una quota di motori a GNL che una quota di motori a GNC per questo tipo di veicoli.

### 1.3.2 Analisi del mercato attuale del consumo di carburante dei trattori stradali nella regione PACA

Ad oggi, la quota di mercato del carburante GNL è molto bassa in Francia e nella regione PACA in particolare. Rappresenta solo lo 0,4% delle distanze percorse da trattori stradali da 44 tonnellate nella regione.

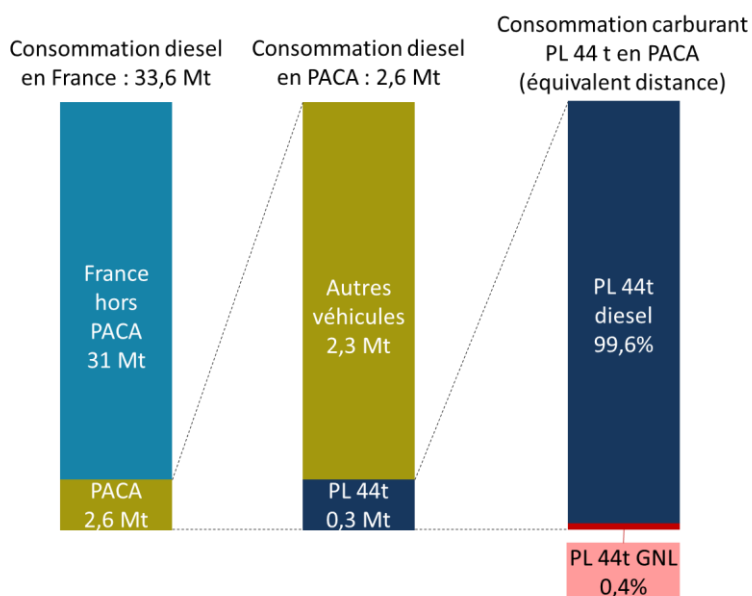


Grafico 1 - Quota di GNL nel consumo di carburante dei trattori stradali nella regione PACA (fonte : See'Up)

- Il calcolo del consumo di carburante dei trattori stradali nella regione PACA (diagramma precedente) viene effettuato sulla base dei seguenti elementi:
- Calcolo del consumo di gasolio nella regione PACA ::
  - o Il consumo di gasolio in Francia ammonta a 33,6 milioni di tonnellate (fonte: Insee 2018)
  - o Il consumo di gasolio nella regione PACA è stimato a 2,6 milioni di tonnellate (fonte: See'Up, in base alla percentuale della popolazione regionale (Insee: 7%) e del traffico giornaliero regionale medio annuo (data.gouv.fr: 8%))
- Calcolo della quota dei trattori stradali a 44 t nella regione PACA rispetto al traffico giornaliero medio annuo:
  - o La quota di automezzi pesanti nella regione PACA rispetto al traffico giornaliero regionale medio annuo è dell'8,9% (fonte: data.gouv.fr 2017)
  - o La quota di trattori stradali tra i mezzi pesanti a livello nazionale è del 32% (fonte: data.gouv.fr 2018)
  - o La quota di trattori stradali a 44 t rispetto al traffico giornaliero medio annuo nella regione PACA è quindi del 2,85%

- Calcolo della quota di trattori stradali a 44 t in termini di consumo di gasolio nella regione PACA :
  - o Il consumo medio di un trattore stradale da 44 t è di 32 l/100 km (fonte: statistiques.developpement-durable.fr, analisi See'Up)
  - o Il consumo medio di altri veicoli diesel (autovetture e veicoli commerciali) è di 7 l/100 km (fonte: statistiques.developpement-durable.fr, analisi See'Up)
  - o Possiamo pertanto dire che il 2,85% dei km percorsi in PACA è realizzato da veicoli diesel che consumano 32 l/100km e l'87,15% da veicoli diesel che consumano 7 l/100km. Questo ci permette di dedurre che la proporzione di trattori stradali da 44 t, nel consumo di gasolio, è del 12%, ovvero 0,3 Mt.
- Calcolo del tasso di introduzione del carburante GNL nel consumo di carburante di automezzi pesanti da 44 t nella regione PACA :
  - o 0,3 Mt di gasolio permettono di percorrere 1137 milioni di km
  - o Il consumo di GNL nella regione PACA, pari a 1500 tonnellate nel 2019, consente di percorrere 5 milioni di km
  - o Tra tutti i trattori stradali da 44 t nella regione PACA, la quota di km raggiunta da quelli adibiti a GNL è quindi dello 0,4%

### 1.3.3 Previsione dei fabbisogni di carburante GNL

Esistono pochi studi sull'evoluzione del fabbisogno di carburante GNL su scala nazionale. A seconda delle fonti considerate, è possibile stimare il consumo di carburante GNL nella regione PACA entro il 2030 tra le ~40.000 t e le ~80.000 t.

L'associazione europea NGVA (Natural & Bio Gas Vehicle Association) prevede un tasso di introduzione dei motori a metano (gas naturale per veicoli) tra i veicoli pesanti fino al 25% nel 2030. Ipotizzando un 50% di motori a GNC e un 50% di motori a GNL, il tasso di introduzione dei motori adibiti a GNL tra gli automezzi pesanti è del 12,5%, ovvero un consumo di circa 43.000 t di GNL nella regione PACA (dettagli del calcolo riportati qui di seguito).

Calcolo del consumo di GNL basato su un tasso di introduzione del 12,5% di trattori stradali con motori adibiti a GNL entro il 2030:

- A nostro avviso, il traffico merci rimarrà stabile nei prossimi 10 anni
- Il consumo attuale di gasolio dei trattori stradali da 44 t nella regione PACA consente di percorrere 1137 milioni di km (sulla base di un consumo medio di 32 l/100km).
- Il consumo di GNL dei trattori stradali da 44 t dovrebbe quindi consentire di percorrere 142 milioni di km (12,5% x 1137 Mkm), il che corrisponde a un consumo di 42,6 kt di GNL (sulla base di un consumo medio di 30 kg/100 km).

Dal canto suo, l'associazione AFGNV (Association Française du Gaz Naturel Véhicules) prevede di mettere in circolazione in Francia 220.000 automezzi pesanti a GNC entro il 2030. Considerando una quota del 30% di trattori stradali tra gli automezzi pesanti (fonte: data.gouv.fr 2018) e ipotizzando un rapporto equilibrato di motori a GNC/GNL tra questi trattori stradali, il numero di trattori stradali da 44 t che funzioneranno a GNL entro il 2030 può essere stimato a 33.000 veicoli in Francia. Ciò corrisponde ad un consumo di circa 80.000 t di GNL nella regione PACA (dettagli del calcolo riportati qui di seguito).

- 33 000 trattori stradali da 44 tonnellate percorrono circa 3800 milioni di km all'anno, pari a un consumo di 1,14 Mt di GNL su scala nazionale (30 kg di GNL / 100 km).
- Considerando una proporzione del 7% della regione PACA nel consumo nazionale di carburante GNL, il consumo di carburante GNL nella regione PACA sarà quindi pari a 80.000 tonnellate entro il 2030.

### 1.3.4 Qual'è la rete target delle stazioni di GNL nella regione PACA ?

Secondo le seguenti ipotesi :

- Un tasso di utilizzo medio del 50% per una stazione di GNL (per una capacità totale di 5000 t/anno per stazione), cioè la fornitura di 2500 t/anno di GNL per stazione,

- Un fabbisogno di carburante GNL compreso tra 40 kt e 80 kt nella regione PACA

La rete target delle stazioni di GNL nella regione PACA è quindi compresa tra 17 e 34 stazioni nella zona interessata (rispetto alle 3 stazioni attuali).

## 2 Studio della ripartizione modale Tolone Livorno

2.1 Benchmark : lo studio di casi di servizi marittimi continentali offre una vasta panoramica per il lancio di nuovi servizi

2.1.1 Benchmark : studio di 5 casi di linee di navigazione continentali roro/ropax

Il trasporto marittimo roro e ropax dedicato al trasporto di mezzi pesanti e passeggeri è particolarmente adatto al trasporto tra il territorio continentale e quello insulare. Infatti, questo tipo di trasporto permette frequenze più elevate e limita l'impatto delle rotture di carico (poca o nessuna movimentazione). Questo non è il caso del trasporto containerizzato, che si basa su schemi di trasporto con frequenza settimanale e richiede attrezzature pesanti e personale dedicato alla movimentazione.

D'altra parte, il trasporto roro e ropax fatica ad affermarsi sulle rotte continentali a fronte della concorrenza su strada, le cui catene logistiche si avvalgono di un elevato grado di flessibilità, di tempi di transito ridotti e di costi competitivi. Numerose linee marittime roro e pax sono state sperimentate in Europa occidentale e nel Mediterraneo. Alcune di esse, ancora attive ed economicamente rilevanti, presentano un vantaggio comparativo rispetto al trasporto su strada e rappresentano una vera e propria alternativa privilegiata dagli operatori del trasporto. Altri, al contrario, non sono riusciti a trovare il loro mercato o il loro equilibrio economico.

Nell'ambito dell'analisi del potenziale di sviluppo di una linea Tolone-Livorno, sembra necessario individuare i fattori chiave di successo di una linea roro o ropax. Per fare questo, l'analisi comparativa delle linee esistenti o delle linee sperimentate in passato, fonte molto istruttiva, fornisce informazioni chiave per studiare l'opportunità e la fattibilità dello sviluppo di nuove linee.

**Le benchmark riguarda pertanto i seguenti collegamenti :**

1. Montoir –Vigo
2. Montoir – Gijón
3. Tolone – Civitavecchia (Roma)
4. Barcellona – Genova (+ Tangeri)
5. Barcellona – Savona (+ Valenzia)

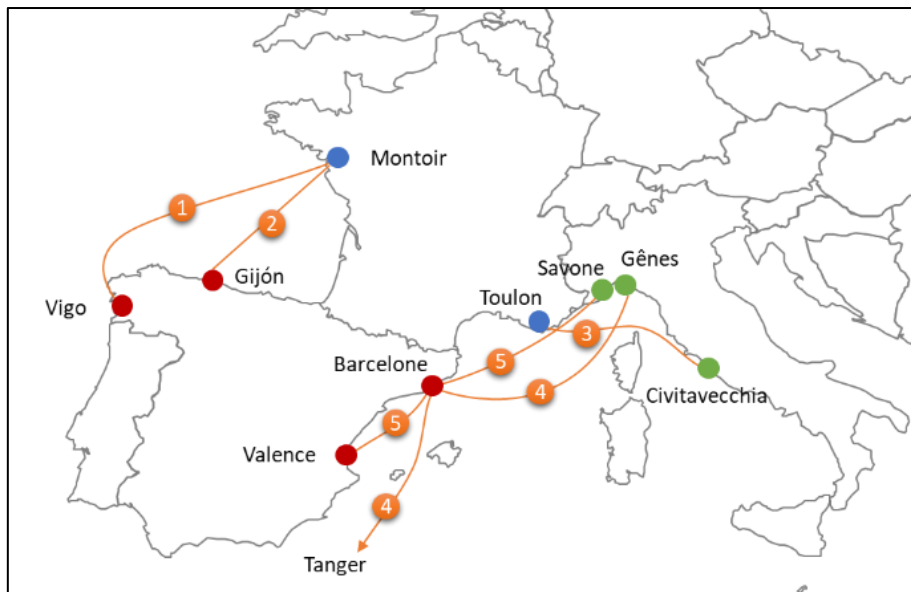


Grafico 2 - Perimetro di riferimento dei collegamenti ro-ro e ropax in Europa occidentale e nella regione del Mediterraneo

Linea 1	Montoir – Vigo	Frequenza	3 rotazioni a settimana
Tipo	RORO (non accompagnato)	Durata dell'attraversamento / rotazione	Mare : 36h Strada: 18/19h escluso il periodo di riposo del conducente
Inizio	1974, poi il passaggio all' « Autostrada del Mare » (come definita dall'Unione Europea) nel 2015 con un aumento delle frequenze	Capacità delle navi	2 Navi RORO Suar Vigo (149m) : 104 rimorchi + 1080 VL Bouzas (142m) : 97 rimorchi + 1030 VL
Fine	Ancora in servizio	Traffico	2017 : 16.000 semirimorchi (tessili, agroalimentari, materiali da costruzione) + 107.000 nuovi veicoli
Operatore	Suardiaz	Sostegno finanziario pubblico	Si: Contributo UE di 3 milioni di euro (Autostrada del Mare) + 24 milioni di euro da parte dei governi francese e spagnolo (cumulati dal 2015) per accelerare la diversificazione verso il trasporto di rimorchi
Contesto di realizzazione :	Fin dall'inizio, un volume ottimale legato allo stabilimento PSA di Vigo (cliente: Gefco): un servizio sviluppato storicamente come supporto logistico per l'industria automobilistica e quindi poco dipendente dagli autotrasportatori. Ciò ha permesso all'operatore di diversificare e sviluppare gradualmente il mercato dell'autotrasporto oltre ai flussi iniziali. "L'attività di Suardiaz non è attualmente costituita da autotrasportatori" (fonte: www.meretmarine.com 2014)		
Commenti :	Un successo in termini di equilibrio del flusso (veicolo nuovo in una direzione, pezzi di		

	<p>ricambio nell'altra direzione). Estensione della linea nel 2017 con l'aggiunta di Tangeri (due volte alla settimana) + Zeebrugge (una volta alla settimana)</p> <p>Punti forti :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'aspetto storico del collegamento (+ 40 anni) rassicura gli operatori che desiderano impegnarsi a lungo termine</li> <li>- Il RoRo non accompagnato consente un coinvolgimento maggiore per il vettore per il quale il passaggio alla strada, all'ultimo momento, è più complicato. L'implementazione di questa organizzazione per un operatore logistico dimostra quindi un forte livello di coinvolgimento nell'approccio multimodale.</li> </ul> <p>Punti deboli :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un equilibrio economico ancora precario per l'armatore secondo il quale "manca ancora un po' di export" da Montoir per raggiungere un giusto equilibrio (Jean-Christophe Herry, manager della società Somaloir, 2018)</li> </ul>
--	---

Linea 2	Montoir - Gijon (Scalo aggiuntivo a Rosslare - Irlanda nel 2014)	Frequenza	3 rotazioni a settimana
Tipo	RoPax (Remorchi : non accompagnato)	Durata dell'attraversamento / rotazione	Mare : 15h (di notte) Strada : 13h escluso il periodo di riposo del conducente (stima)
Inizio	2010	Capacità delle navi	Norman Atlantic e Norman Asturias (186m) : 110 camion + 450 PAX + 150 VL
Fine	Sospeso nel settembre 2014	Traffico	2013 : 20000 camion + 3000 automobili nuove (Renault) + 50000 Pax (e i loro veicoli ~13000 VL) Al momento della sospensione è stato raggiunto un tasso di riempimento del 72% Merci: pneumatici, medicinali, frutta e verdura
Operatore	Louis Dreyfus Armatori (LDA) e Grimaldi	Sostegno finanziario pubblico	Sì: contributo per il funzionamento, circa 30 milioni di euro dagli Stati Uniti negli anni di esercizio + 4 milioni di euro dall'UE (Marco Polo)
Contesto di realizzazione:	<p>La prima vera Autostrada del Mare "certificata" dall'Unione Europea tra Francia e Spagna è stata lanciata con un forte sostegno pubblico da parte degli Stati interessati e dell'Europa.</p> <p>In origine un carico ottimale industriale legato al flusso di Renault (esportazione dalla fabbrica spagnola in Francia), che ha permesso di raggiungere il 100% di riempimento da Gijón.</p>		
Commenti :	<p>Tentativo di rilancio fallito con l'aggiunta dell'Irlanda alla rotazione</p> <p>Punti forti :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clienti soddisfatti del servizio che parlano di un costo vantaggioso per la ripartizione modale e di un'ottimizzazione dei flussi e delle attrezzature, con un prezzo competitivo.</li> <li>- Una tariffa competitiva: 450€ a tratta</li> </ul>		

	<p>Punti deboli :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problema di squilibrio nei flussi, soprattutto con partenza da Montoir (50% del riempimento massimo)</li> <li>- Pessimo bilancio finanziario: un deficit di circa 6 milioni di euro all'anno (prima della sovvenzione) per il gestore nonostante il buon tasso di riempimento medio (72% nel 2014). Secondo la compagnia, non è stato possibile aumentare le tariffe (per mantenere la continuità della linea) nel contesto delle condizioni del mercato (fonte: articolo Les Echos, 2014)</li> <li>- Traffico passeggeri presente ma con forti oscillazioni stagionali "Questo tipo di linea non può funzionare senza finanziamenti" (fonte: JP Chalus, Presidente del Consiglio di amministrazione di GPM Nantes St Nazaire dans l'Antenne, 2015)</li> </ul>
--	---

Linea 3	Tolone - Civitavecchia	Frequenza	3 rotazioni a settimana
Tipo	RoPax	Durata dell'attraversamento / rotazione	Mare : 15h (di notte) Strada : stima 26h
Inizio	Aprile 2005	Capacità delle navi	Eurostar Valenzia / Sorrento (186 m) : - 160 veicoli + 110 insieme - o 150 rimorchi - 93 cabine - Capacità Max annuale 62 000 camion
Fine	Marzo 2009	Traffico	16.700 camion nel 2008 (20% del traffico di camion non accompagnati) Auto nuove : ~25000 (2008) Passeggeri e i loro veicoli (carico redditizio) : 7300 VL (2008) Carico massimo : ~50% Traffico passeggeri considerato "secondario" (Relazione della Corte dei conti 2006)
Operatore	Grimaldi - Louis Dreyfus (consorzio GLD)	Sostegno finanziario pubblico	Si: contributo per il funzionamento, 2 Stati coinvolti (1 milione di euro per la Francia + sovvenzione per ogni viaggio in Italia) + Regione PACA (1 milione di euro) + UE (Marco Polo 2,2 milioni di euro), cumulati durante il periodo di operatività
Contesto di realizzazione :	Carico ottimale Gefco/PSA all'origine della realizzazione della linea, per rifornire il mercato italiano di veicoli (circa 20.000 veicoli all'anno).		
Commenti :	<p>Punti forti :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un costo competitivo rispetto al traffico su strada (450 €/rimorchio rispetto a 850 € su strada)</li> </ul> <p>Punti deboli :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In 3 anni, gli armatori hanno annunciato un deficit cumulativo di 7 milioni di euro</li> <li>- Tracollo economico Gefco nel 2008 (-70%) : settore automobilistico colpito dalla crisi.</li> </ul>		



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nessun impegno da parte dei principali trasportatori stradali regionali a partecipare alla soluzione marittima.</li> <li>- Secondo la Corte dei conti (2006), l'infrastruttura della banchina limitata al terminale di Brégaillon, comporta il trasferimento dello scalo in caso di maltempo verso un terminale che non consente il carico ottimale di auto nuove.</li> <li>- Una frequenza di 3 rotazioni a settimana è stata considerata insufficiente da alcuni clienti (Transports Gelin, in Bretagna).</li> </ul>
--	---

Linea 4	Barcellona - Genova + Tangeri	Frequenza	2 rotazioni a settimana (6 rotazioni /sett nel 2008)
Tipo	RoPax + RoRo	Durata dell'attraversamento / rotazione	Mare : 20h strada : ~26h in totale
Inizio	1998 (prima linea internazionale a metano) Aggiunta di Tangeri nel 2008	Capacità delle navi	GNV Cristal (precedentemente : Excellent) : 161 m a 200 m - >1800 M linare - ~1000 a 2000 passeggeri - 500 a 750 VL o 100 a 130 rimorchi
Fine	Ancora in servizio	Traffico	70 000 pax e 27 000 VL in 2000 (6 rotazioni / settimana) 40 000 camion / nel 2006
Operatore	Grandi Navi Veloci (GNV)	Sostegno finanziario pubblico	Si : infrastrutture portuali (fondi europei) Nessun contributo a livello operativo
Contesto di realizzazione :	Varato nel 1998 con il concetto di traghetto-crociera nel Mediterraneo		
Commenti :	Punti forti : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un posizionamento focalizzato sul trasporto passeggeri. In particolare, Barcellona è un centro di attrazione turistica per gli italiani. Il legame con il Marocco rappresenta anche un importante flusso di turismo familiare.</li> <li>- Risparmio fino al 25% per il trasporto merci rispetto al trasporto su strada tra Italia e Spagna</li> <li>- L'aggiunta di Tangeri nella rotazione rafforza l'equilibrio del servizio</li> <li>- Equilibrio economico raggiunto senza sostegno all'attività</li> <li>- Le dimensioni dell'azienda e della sua flotta le conferiscono flessibilità nell'organizzazione dei servizi marittimi, consentendo di adattare l'offerta alla domanda. La GNV ha adottato una strategia per adattare la frequenza al tasso di riempimento: aumentare o diminuire il numero di rotazioni in funzione del livello di riempimento della nave</li> </ul>		

Linea 5	Barcellona – Savona – (Valenzia)	Frequenza	6 rotazioni a settimana dal 2015 (precedentemente : 3 rotazioni/sett)
Tipo	RoRo + Ropax	Durata	Mare : 19h

		dell'attraversamento / rotazione	Strada : circa 14h in totale
Inizio	Roro : 2012 Ropax : 2015	Capacità delle navi	Eurocargo Palermo (RoRo) 190m Eurocargo Cagliari (RoRo) : 200m 140 semi-remorchi + 500 veicoli nuovi Florenzia (Ropax) : 840 a 950 pax + 160 VL + 100 VP (2250m lineari per VP)
Fine	Ancora in servizio	Traffico	2015 : 73 000 camion e 143000 VL nuovi ( <a href="http://www.shippax.com">www.shippax.com</a> ) 2016 : 85 000 camion e 170 000 VL nuovi (fonte : stima, <a href="http://www.ivg.it">www.ivg.it</a> )
Operatore	Grimaldi	Sostegno finanziario pubblico	Si : infrastrutture portuali (fondi europei) Nessun sostegno all'attività
Contesto di realizzazione :	Dal 1999, Grimaldi ha sviluppato un'offerta di autostrade del mare. A tal fine, la compagnia di navigazione napoletana si è basata sull'ottimizzazione del carico automobili (veicoli del gruppo FIAT per la Spagna e ricambi per l'Italia).		
Commenti :	<p>Crescita progressiva, prima su RoRo e poi l'aggiunta di una nave RoPax nel 2015 per fornire il servizio passeggeri. Aumento della frequenza che consente il posizionamento sul traffico con alta frequenza (merci deteriorabili): frutta e verdura, pesce o prodotti farmaceutici (dall'Italia), prodotti freschi vari (in provenienza Barcellona).</p> <p>Punti forti :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un importante collegamento tra le aree industriali di Milano, Torino e il nord Italia in generale, la Catalogna e il nord della Spagna</li> <li>- Carico redditizio auto: Valenzia è una porta d'accesso importante per questo settore nella penisola iberica. Savona è un polo logistico per i nuovi veicoli in Italia.</li> <li>- Carico/scarico notturno a Savona per ridurre al minimo l'inquinamento urbano e consentire un traffico scorrevole di automezzi pesanti</li> <li>- Il nuovo terminal RoRo per veicoli leggeri, gestito da Grimaldi nel porto di Savona, considerato "un centro servizi integrato per l'industria automobilistica e un hub per le autostrade del mare"</li> </ul>		

### Progetti interrotti prima dell'inizio delle attività: esempio del progetto Fos-Savona

Progetto Fos-Savona (2002-2004) :

- Obiettivi : Offrire un collegamento roro giornaliero 6 giorni alla settimana tra Fos e Savona, con un obiettivo di trasferimento modale di 50.000 camion all'anno.
- Mezzi utilizzati :
  - o Creazione di una società a responsabilità congiunta tra 5 armamenti: CMA CGM, CMN, Marfret, SNCM e Sud Cargo
  - o Mobilitazione di 2 navi
- Traffico target :
  - o Il progetto mirava a conquistare il 5% del milione di camion che viaggiano tra Fos e Savona e che passano per Ventimiglia (2003-2004), ovvero 50.000 camion (80 rimorchi per ogni viaggio in nave).
  - o In particolare, l'interesse era focalizzato sui collegamenti tra le regioni meridionali della

- Francia e l'Italia settentrionale e centrale
- Rimorchi non accompagnati (per non immobilizzare gli autoarticolati) e per non dover gestire la logistica dei conducenti
- Finanziamenti pubblici previsti :
  - Sostegno all'attività da parte di Marco Polo pari a 880 K€ (fonte ISEMAR, 2003)
  - Finanziamento pubblico previsto di 9 milioni di euro in 2 anni a complemento del lancio (fonte: Lemoniteur, 2004)
- Elementi che hanno causato l'interruzione del progetto prima dell'inizio delle operazioni:
  - Mancanza di un impegno vincolante da parte dei vettori (al di là di un impegno morale)
  - Mancanza di carico ottimale « big shot » di flussi alfine di garantire un tasso di riempimento minimo
  - Forte concorrenza da parte del trasporto su strada con prezzi in calo e uno scenario di aumento dei prezzi del carburante: richiede un posizionamento tariffario marittimo di 300 euro/rimorchio, non conveniente per l'esercizio della linea
  - Nessun risparmio di tempo rispetto al trasporto terrestre, breve distanza (400 km)

### 2.1.2 Lezioni da trarre dal benchmark : molteplici fattori di successo da prendere in considerazione

Il benchmark permette di identificare i fattori di fallimento e di successo delle linee marittime tali le Autostrade del Mare.

#### **L'esistenza di un volume di mercato sufficiente: aree che generano flussi di trasporto tra di loro**

Il lancio di un nuovo servizio marittimo deve essere associato ad un volume di mercato minimo. Così le rotte tra Spagna e Italia hanno origine/destinazione in porti situati in regioni a forte dinamismo economico (soprattutto Catalogna e Italia settentrionale). Essi generano quindi flussi logistici significativi e hanno tra di loro elevati volumi di scambi commerciali.

Alcuni mercati presentano una dinamica di scambio complementare che può essere descritta come "triangolare": servire tre territori con lo stesso servizio ottimizza le capacità di trasporto marittimo e il tasso di riempimento delle navi. Così, alcuni armatori scelgono di adeguare i loro servizi per ottimizzare questi parametri, come hanno fatto la GNV (aggiunta di Tangeri alla rotazione Barcellona-Genova) o la LDA/Grimaldi (aggiunta di Rosslare in Irlanda alla rotazione Montoire-Gijon).

#### **Un carico ottimale che garantisca volumi minimi e il coinvolgimento dei principali operatori logistici/trasportatori nella soluzione marittima**

L'esistenza di un carico ottimale, che fornisce volumi minimi in entrambe le direzioni generalmente associati ad un'attività industriale, garantisce la capacità della linea di partire con volumi quasi garantiti e di superare il traguardo fondamentale dei primi anni di esercizio.

Il benchmark evidenzia infatti i casi dei servizi Montoir - Vigo e Barcellona - Savona, tuttora attivi, che si avvalgono di uno stivaggio produttivo grazie alla logistica dell'industria automobilistica: veicoli nuovi trasportati in una direzione e pezzi di ricambio trasportati nell'altra. Inoltre, uno delle condizioni di fermo individuati per il servizio Tolone-Civitavecchia è il crollo dei volumi dell'operatore che forniva un carico minimo redditizio automobile.

L'esistenza di questo tipo di carico minimo redditizio è quindi un fattore di interesse per altri clienti che, rassicurati dall'affidabilità e dall'apparente durata del servizio, sono più propensi a modificare la loro catena logistica a favore della modalità marittima.

Inoltre, il coinvolgimento dei principali operatori di logistica/trasporto nella soluzione marittima svolge un ruolo importante nello sviluppo e nella sostenibilità di un nuovo servizio marittimo.

Il caso dello sviluppo di un RoRo (non-benchmark), acquisito da DFDS nel 2018, per il trasporto marittimo tra la Turchia e l'Europa occidentale illustra questo fattore chiave. Infatti, per mantenere la loro attività verso l'Europa occidentale, nonostante i disordini dell'Europa orientale degli anni '90, i principali membri della federazione degli autotrasportatori turchi (inizialmente 48, poi 210) si sono uniti nel 1994 per creare una

compagnia di navigazione (e quindi evitare di attraversare i Balcani per rifornire l'Europa occidentale). Hanno completamente rinnovato la loro catena logistica, effettuando ingenti investimenti (circa 700 milioni di euro in quindici anni) per controllare e ottimizzare tutti gli anelli della catena: la linea di spedizione, il trasporto degli autotrasportatori a destinazione, le linee ferroviarie e il terminal privato dedicato alle partenze a Pendik (Istanbul).

Al contrario, il mancato lancio del collegamento Fos-Savona è in parte attribuito alla mancanza di un impegno concreto da parte degli autotrasportatori.

### **Capacità di competere economicamente e operativamente con il traffico su strada**

Questi due criteri (economico e operativo) sono in parte correlati alla distanza tra i porti della linea di navigazione.

Da un punto di vista economico, il servizio marittimo (tutti i costi considerati, compresi i costi pre e post trasporto) deve avere almeno lo stesso prezzo che quello su strada (preferibilmente più economico) per garantirne l'attrattività. Maggiore è la distanza, maggiore è il tempo che la nave trascorre in mare e maggiore è l'importanza di un equilibrio economico che consenta di offrire un prezzo competitivo rispetto al servizio stradale. Ad oggi, i casi di servizi marittimi continentali di meno di 500 km restano rari. Questi casi hanno in genere la specificità di una distanza marittima molto breve rispetto alla distanza su strada.

È il caso, ad esempio, delle rotte del Mare del Nord o del Mar Baltico, il bacino storico e tradizionale del RoRo, dove questo modo di trasporto consente un reale risparmio sulle distanze (e quindi una riduzione dei costi). Esistono molte linee tra i porti belgi, olandesi o tedeschi e la Svezia o la Norvegia, ad esempio (DFDS con Gotteborg-Ghent o Finnlines, una filiale di Grimaldi, con i suoi collegamenti tedesco-svedese e tedesco-finlandese). Un altro esempio è la linea Kristiansand (Norvegia) - Hirtshal (Danimarca), che collega la Danimarca centrale con 360 km di itinerario (mare + strada) contro i 1150 km (solo strada, con transito attraverso la Svezia).

Viceversa, il progetto abbandonato della linea Fos - Savona, due città a meno di 400 km di distanza tra loro, è un esempio dell'altissima complessità della realizzazione di un collegamento marittimo su una breve distanza stradale.

Dal punto di vista operativo, l'utilizzo di un'autostrada del mare richiede una profonda revisione dell'organizzazione logistica dei trasportatori: essi devono deviare verso i porti (a volte una deviazione importante), ma anche adattare la gestione del loro parco automezzi (la redditività di un autoarticolato è garantita dal suo tasso di utilizzo nel traffico: un automezzo a bordo di una nave è meno redditizio di un automezzo nel traffico stradale). Infine, devono anche ripensare la gestione della forza lavoro dei conducenti (a seconda che viaggino o meno con dei rimorchi). Questi importanti vincoli di riorganizzazione fanno sì che, per un vettore, lo schema target con un'autostrada marittima offre un vantaggio significativo rispetto allo schema tuttostrada (sia dal punto di vista economico che operativo).

### **Selezione delle navi e frequenza dei collegamenti: il giusto equilibrio da trovare per garantire il massimo tasso di riempimento**

Il benchmark evidenzia la scelta delle navi come criterio chiave per la gestione di un servizio di Autostrade del Mare, questione che è stata finora correttamente gestita dagli armatori.

In effetti, il benchmark mostra che tutte le navi hanno una capacità di carico di camion compresa tra 100 e 150 rimorchi. Si possono individuare caratteristiche specifiche che riflettono i mercati di destinazione: capacità di passeggeri/veicoli privati, capacità riservata a veicoli nuovi.

Considerando che si tratta di una capacità standard, la frequenza dei servizi diventa poi una variabile di aggiustamento per garantire un tasso di riempimento ottimale: quanto più grande è il mercato (e quanto più aumenta il traffico) tanto più alta è la frequenza: si può infatti notare che i servizi Barcellona - Genova e Barcellona - Savona, con 6 rotazioni alla settimana, trasportano logicamente più del doppio del traffico rispetto agli altri servizi di benchmarking con sole 3 rotazioni alla settimana.

La frequenza dei collegamenti è normalmente compresa tra 13 e 6 rotazioni settimanali. Una frequenza

inferiore non soddisferebbe più i requisiti delle autostrade del mare (regolarità e alta frequenza) e non avrebbe più un vantaggio competitivo rispetto al trasporto su strada o al trasporto containerizzato. La frequenza settimanale non supera le 6 rotazioni (tutti i giorni tranne la domenica): oltre a ciò, è la dimensione dell'imbarcazione che torna ad essere un fattore di adeguamento (aumento della dimensione dell'imbarcazione in caso di crescita del mercato).

**Finanziamenti pubblici: un fattore di successo non indispensabile, ma un vantaggio importante**

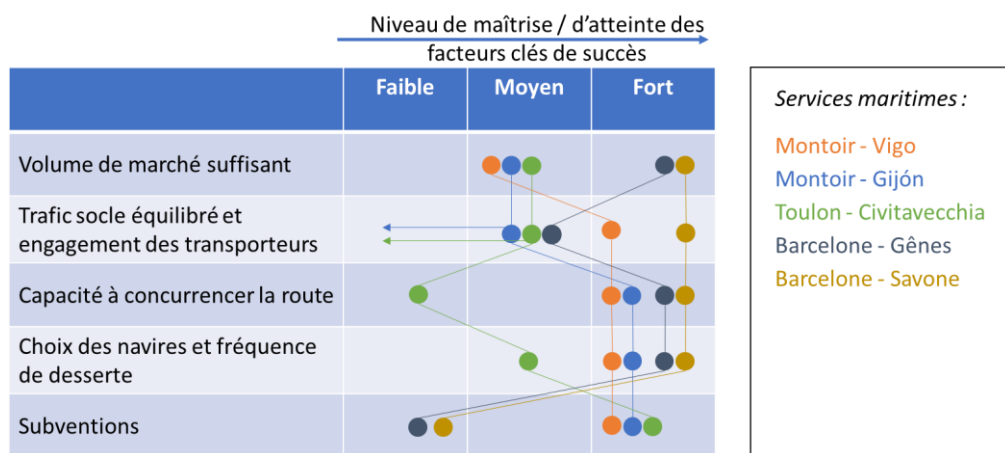
Si possono distinguere due tipi di finanziamenti: sovvenzionamenti operativi e sovvenzioni per lo sviluppo delle infrastrutture. I primi sono destinati a garantire l'equilibrio economico per l'operatore del servizio marittimo nel caso in cui questo sia sbilanciato (generalmente durante i primi anni di esercizio). Il secondo mira a stabilire le migliori condizioni d'accoglienza dei servizi marittimi nei porti (capacità di accoglienza nautica dei terminali, stazioni marittime, ormeggi adattati, ecc.) per promuoverne lo sviluppo.

In armonia con gli obiettivi di sviluppo sostenibile fissati dagli Stati e dall'Unione Europea, il trasferimento modale verso il trasporto marittimo spesso soddisfa le condizioni necessarie all'ottenimento dei finanziamenti. Da diversi anni l'Unione Europea persegue una politica di sviluppo delle autostrade del mare, nell'ambito della politica generale di sviluppo delle reti di trasporto transeuropee.

Tutti i servizi marittimi inclusi nel benchmark sono stati oggetto di sovvenzioni pubbliche. Si tratta generalmente di contributi di gestione a sostegno del loro avviamento (ad esempio Montoir - Vigo, Montoir - Gijon, Tolone - Civitavecchia). Le linee Barcellona - Genova e Barcellona - Savona non hanno beneficiato di questo tipo di finanziamento. I compensi, i porti interessati da questi due servizi marittimi hanno beneficiato di sovvenzioni europee per migliorare le loro infrastrutture a favore delle autostrade del mare.

Pertanto le sovvenzioni pubbliche di gestione, pur non essendo una condizione necessaria, sono una vera e propria leva per l'avvio di nuovi servizi marittimi. Essi consentono di ridurre il livello di rischio a cui si espongono gli operatori. Lo sviluppo di infrastrutture portuali adeguate (e quindi i possibili finanziamenti associati) è piuttosto un prerequisito per qualsiasi progetto di servizio marittimo.

**In sintesi: queste lezioni tratte dal benchmark sono rappresentate sotto forma di indicatori chiave per il successo di un servizio marittimo, più o meno controllati o realizzati :**



**Commenti :**

- Montoir – Vigo : lo squilibrio dei flussi (flussi ridotti da Montoirs) è stato compensato dalle sovvenzioni per l'avvio del servizio e per i primi anni di operatività.
- Montoir – Gijon : uno squilibrio complessivo del traffico come per la linea Montoir - Vigo (traffico ridotto da Montoir) e un traffico di base perso a favore della linea Montoir - Vigo, che non ha permesso di assicurare la linea.
- Tolone – Civitavecchia : la breve distanza tra i porti non ha fornito ai vettori una soluzione operativa interessante (tempi di trasporto, vincoli di deviazione per raggiungere i porti, frequenza del servizio).

Inoltre, il crollo dei volumi del carico minimo redditizio del settore automobilistico non ha permesso di mantenere il servizio.

- Barcellona – Genova : Il sistema di trasporto passeggeri non richiede alcun impegno da parte dei vettori né un carico merci voluminoso. La linea non ha avuto bisogno di un sovvenzionamento operativo per il suo lancio o mantenimento perché il mercato è sufficientemente attraente e competitivo rispetto a quello su strada.
- Barcellona – Savona : la linea non necessitava di un contributo di gestione per il suo lancio o il suo mantenimento a causa di un mercato sufficientemente attraente e competitivo rispetto a quello su strada. La linea può contare su un carico minimo redditizio automobili.

Oltre ai fattori chiave di successo, per il successo dei progetti delle Autostrade del Mare e per la loro sostenibilità devono essere considerati due importanti prerequisiti:

- Un'offerta portuale di qualità e attraente: infrastrutture, servizi multimodali, tariffe competitive (diritti portuali e movimentazione)
- Un contesto commerciale favorevole: concorrenza sui prezzi del trasporto su strada; promozione del trasporto di massa.

### **Un'offerta portuale attraente e di alta qualità:**

La qualità e l'affidabilità dell'offerta portuale adattata alle compagnie di navigazione Roro e Ropax è un prerequisito essenziale per lo sviluppo di questo tipo di servizio: piattaforme di capacità, accesso facile e a bassa congestione, sistemi di controllo efficienti, offerta di servizi, stabilità sociale, ecc.

Due punti rappresentano inoltre importanti vantaggi competitivi:

- Il costo portuale dal punto di vista dell'armatore: è costituito dalle tasse portuali per il trasporto merci e dalle tasse portuali per le navi e spesso sembra essere uno dei criteri per la selezione dei porti da parte delle compagnie di navigazione.
- L'esistenza di collegamenti ferroviari verso i terminal marittimi: il raccordo ferroviario verso i terminal e la fornitura di servizi autostradale-ferroviari offre un vantaggio competitivo per i porti interessati alle autostrade del mare, soprattutto per quei porti il cui mercato di vicinanza non è sufficientemente esteso. I collegamenti ferroviari consentono un più ampio entroterra portuale e quindi l'accesso a un mercato più vasto per le autostrade del mare.

Questi due fattori, in particolare, sono all'origine del trasferimento della società DFDS da Tolone verso Sète. Questo evento evidenzia la necessità di considerare il collegamento marittimo nel suo contesto logistico globale (infrastrutture, servizi offerti, pre e post routing).

Il porto di Barcellona è rappresentativo di queste condizioni di successo. Ha generato un notevole effetto di massa con una dinamica solida che ha portato nel 2018 a 150.000 camion che utilizzano le autostrade del mare proposte dal porto o dal "short-sea" mediterraneo (+ 7% in un anno) (fonte: L'Antenne, febbraio 2019). Analogamente, l'attività passeggeri (escluse le crociere) sulle linee regolari ha raggiunto nel 2018 un picco di 1,4 milioni di passeggeri (+1,8%), in particolare per quanto riguarda i servizi RoPax. In termini di infrastrutture, questa attività rappresenta una parte di importazione del porto con 3 terminali marittimi RORO (+ 1 terminale ferroviario) con un totale di 13 rampe RORO e più di 25 Ha di superficie dedicata a questi flussi.

### **Un contesto commerciale propizio :**

Infine, il mondo industriale è un punto chiave nello sviluppo delle autostrade del mare. L'obiettivo è quello di creare condizioni sufficienti affinché il modo marittimo possa competere con il modo stradale. Tuttavia, i prezzi del trasporto su strada si stanno sviluppando in modo svantaggioso per gli altri modi di trasporto. Negli ultimi 20 anni, infatti, i prezzi del trasporto su strada sono aumentati meno rapidamente dell'indice dei prezzi al consumo (inflazione): quando l'indice dei prezzi al consumo è aumentato del 30% tra il 2000 e il 2019, i prezzi del trasporto su strada sono aumentati solo del 23% (grafico sotto). A causa del contesto competitivo e dell'evoluzione della domanda, i prezzi del trasporto su strada vengono abbassati, il che non consente l'emergere di soluzioni alternative.

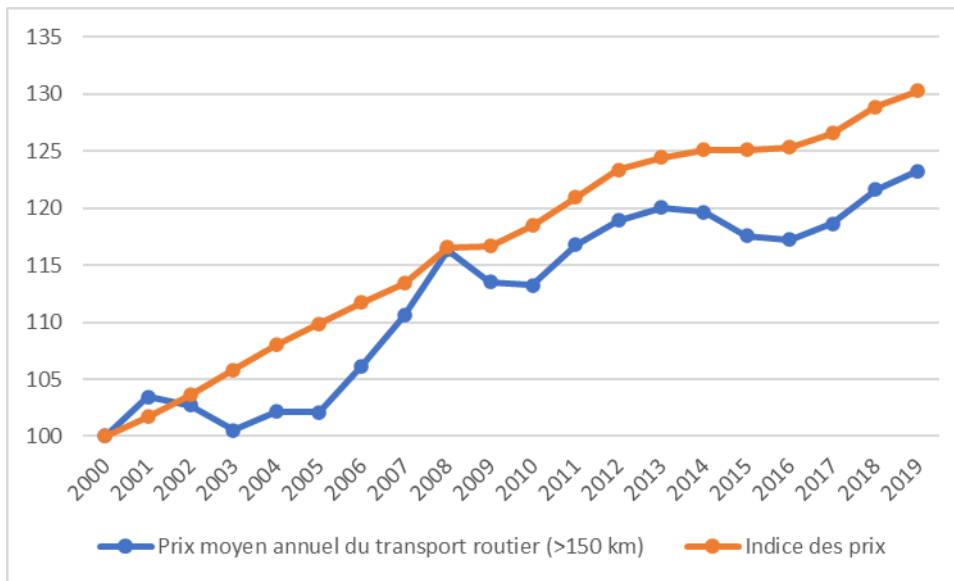


Grafico 3 - Evoluzione comparativa dei prezzi del trasporto stradale e dei prezzi al consumo tra il 2000 e il 2019 (fonte: INSEE, CNR), base 100 nel 2000

Inoltre, le iniziative politiche ed economiche a favore di modalità di trasporto meno inquinanti del trasporto su strada, al di là dei programmi di aiuto europei, rimangono caute (come dimostra la mancata attuazione dell'Ecotax in Francia). Va comunque sottolineato il successo del Marebonus in Italia, rinnovato ogni anno dal 2016 (prorogato almeno fino al 2021, con un budget annuale di circa 45 milioni di euro). Si tratta di un aiuto versato agli armatori a determinate condizioni, in base al chilometraggio di strada evitato per unità di trasporto.

## 2.2 Caratterizzazione del mercato transfrontaliero: la metà dei flussi transfrontalieri tra Francia e Italia passa lungo la A8 e la gran parte di essi riguarda scambi commerciali al di là dei confini di Francia e Italia

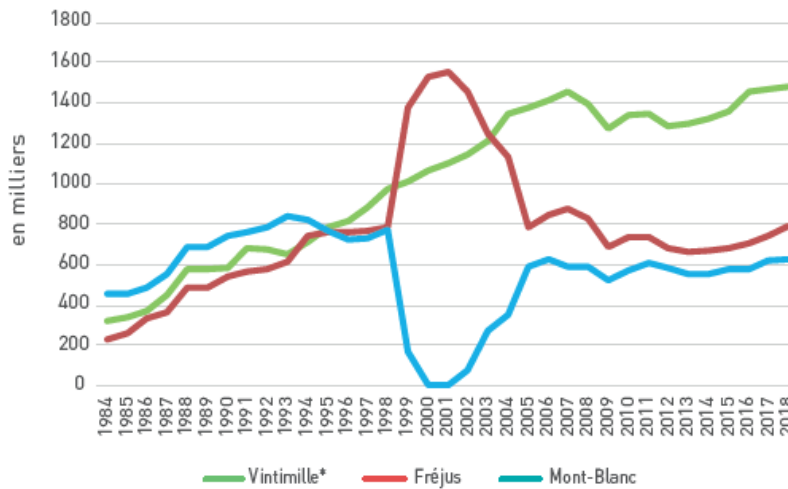
Lo studio della possibile ripartizione modale tra Tolone e Livorno si basa principalmente sull'identificazione del mercato target. I seguenti elementi si concentrano quindi sulla quantificazione del mercato transfrontaliero Francia-Italia prima di individuare, all'interno di tale mercato, il mercato raggiungibile da un collegamento Tolone-Livorno (paragrafo 2.3). Infatti, solo una parte dei flussi potrebbe utilizzare questo servizio marittimo, con un'ampia percentuale di flussi transfrontalieri da escludere (come i flussi che potrebbero utilizzare altre autostrade marittime meglio posizionate geograficamente, o i flussi rilevati nelle gallerie transalpine).

### 2.2.1 3 milioni di automezzi pesanti in transito tra Francia e Italia, di cui il 50% via Ventimiglia/A8

Secondo gli ultimi dati disponibili, nel 2018 (Agence Alpine des Territoires, Département de La Savoie), il traffico transfrontaliero di automezzi pesanti tra la Francia e l'Italia ammonta a quasi 2,9 milioni di transiti, pari a quasi 42 milioni di tonnellate di merce. Il traffico è così tornato al suo livello storico del 2007 (prima della crisi del 2008). Questa cifra può essere suddivisa come segue:

- 1 477 000 automezzi pesanti via Ventimiglia / autostrada A8-E80 (+14% dal 2013)
- 622 000 via il Traforo del Monte Bianco (+13% dal 2013)
- 786 000 via il Traforo del Fréjus (+19% dal 2013)

## Évolution du trafic poids lourds depuis 1984



- Dall'incendio del Traforo del Monte Bianco nel 1999, il traffico in galleria é stato seriamente compromesso
- 20 anni dopo, il Traforo del Monte Bianco non ha recuperato il suo livello precedente all'incendio e il Traforo del Fréjus é riuscito a tornare al suo livello di prima del 1999
- A sua volta, Ventimiglia sta vivendo un aumento regolare e quasi permanente, anche se risente della crisi del 2008-2009.

Sources : Alpinfo, SFTRF, ATMB

D'altra parte, il volume delle merci trasportate su strada (tutti i transiti considerati nel loro insieme) è in forte aumento, assorbendo tutto l'incremento del traffico merci degli ultimi anni, passando da 36,1 MT nel 2013 a 42 MT nel 2018, ovvero un aumento del 16% in 5 anni. Il transito via Ventimiglia rappresenta circa 20 MT di merci trasportate nel 2018, ovvero la metà dei flussi (il resto passa attraverso i trafori del Fréjus e del Monte Bianco).

La ferrovia ha una quota minima nel trasporto di merci tra la Francia e l'Italia, che rappresenta solo l'8% dei tonnellaggi trasportati (da 3 a 4 milioni di tonnellate negli ultimi anni). A titolo di confronto, il trasporto ferroviario rappresenta il 70% delle merci trasportate tra la Svizzera e l'Italia e il 27% tra l'Austria e l'Italia. L'entrata in servizio del tunnel Lione-Torino (prevista per il 2030) cambierà probabilmente la situazione in termini di quota modale nei flussi Francia-Italia.

### 2.2.2 Ripartizione dei flussi: solo il 30% dei flussi transfrontalieri sono tra Francia e Italia

I flussi di automezzi pesanti in transito tra la Francia e l'Italia hanno una varietà di origini e destinazioni oltre a questi due paesi. L'analisi di Eurostats e dei dati doganali nazionali permette di identificare con maggiore precisione queste origini e destinazioni.

Poiché la qualità dei dati non è omogenea a seconda delle fonti, è necessario fare ulteriori ipotesi per ricostituire i dati mancanti. Riteniamo che i seguenti flussi (in tutto o in parte) utilizzino il valico di confine di Ventimiglia:

- Spagna – Italia
- Spagna – Europa centrale e dell'est
- Portogallo – Italia
- Portogallo – Europa centrale e dell'est
- Francia – Italia
- Francia – Europa centrale e dell'est

Nota: una parte dei flussi ha origine/destinazione in altri paesi come il Regno Unito, i Paesi Bassi, il Belgio e i paesi del Maghreb. Tuttavia, riteniamo che questi flussi siano trascurabili, a fini di semplificazione, nell'analisi che segue.

#### Flussi con la Spagna :

Paese di origine o destinazione	Tonnellaggi stradali (2018)	Quota dei flussi che passano per Ventimiglia (ipotesi)	N di automezzi pesanti in transito via Ventimiglia
Italia	11 750 259	100%	618 435



Grecia	563 924	100%	29 680
Austria	1 293 849	50%	34 049
Turchia	415 994	100%	21 894
Estonia	154 362	5%	406
Lettonia	217 516	5%	572
Lituania	303 214	5%	798
Polonia	3 000 907	5%	7 897
Repubblica Ceca	1 294 733	5%	3 407
Slovacchia	567 375	50%	14 931
Ungheria	698 636	100%	36 770
Romania	955 779	100%	50 304
Bulgaria	454 139	100%	23 902
Albania	9 766	100%	514
Ucraina	103 018	50%	2 711
Bielorussia	34 016	5%	90
Moldavia	13 465	100%	709
Russia	224 569	5%	591
Georgia	2 714	100%	143
Slovenia	232 741	100%	12 250
Croazia	245 978	100%	12 946
Bosnia-Erzegovina	31 782	100%	1 673
Kosovo	2 261	100%	119
Macedonia del Nord	20 430	100%	1 075
Montenegro	5 673	100%	299
Serbia	131 137	100%	6 902

Fonte : <http://datacomex.comercio.es>

Ipotesi :

- Taux de chargement moyen d'un automezzo pesante (pieno + vuoto) : 20 t (fonte : CNR indagine TRM 2018).
- Part Quota dei flussi che utilizzano il valico di confine di Ventimiglia: Ipotesi di See'Up basate sulle distanze stradali e sulla velocità del traffico in base alle zone servite in ogni paese. I flussi che non utilizzano questo passaggio utilizzano strade del nord Europa o i trafori transalpini.

*Flussi con il Portogallo :*

Paese di origine o destinazione	Tonnellaggi tutte le modalità (2018)	Quota di modalità stradale	Tonnellaggi su strada	Quota dei flussi che passano per Ventimiglia (ipotesi)	N di automezzi pesanti in transito via Ventimiglia
Italia	2 032 365	55%	1 124 217	100%	56 211
Grecia	220 871	20%	43 137	100%	2 157
Austria	193 658	93%	180 447	50%	4 511
Turchia	1 348 987	5%	65 999	100%	3 300
Estonia	60 243	51%	30 453	5%	76
Lettonia	23 645	41%	9 685	5%	24
Lituania	149 256	41%	60 566	5%	151
Polonia	591 805	76%	447 509	5%	1 119
Repubblica Ceca	154 877	96%	148 297	5%	371

Slovacchia	89 848	88%	79 195	50%	1 980
Ungheria	94 969	94%	89 175	100%	4 459
Romania	411 976	34%	141 569	100%	7 078
Bulgaria	230 228	21%	48 970	100%	2 448
Albania	7 591	1%	99	100%	5
Ucraina	1 105 224	1%	16 011	50%	400
Bielorussia	13 380	50%	6 654	5%	17
Moldavia	13 184	18%	2 373	100%	119
Russia	2 841 019	2%	59 232	5%	148
Georgia	2 753	2%	61	100%	3
Slovenia	31 798	69%	22 045	100%	1 102
Croazia	19 308	78%	14 981	100%	749
Bosnia-Erzegovina	1 917	49%	946	100%	47
Kosovo	213	7%	15	100%	1
Macedonia del Nord	7 515	35%	2 651	100%	133
Montenegro	468	27%	128	100%	6
Serbia	7 950	51%	4 065	100%	203

Fonti : <http://datacomex.comercio.es> e Eurostat

Ipotesi :

- Tasso medio di carico di un automezzo pesante: 20 t (fonte: indagine CNR TRM 2018)
- Quota di modalità stradale: la stessa della Spagna, per la quale sono disponibili dati dettagliati sul tonnellaggio per modalità.
- Quota di flussi che attraversano il valico di confine con Ventimiglia: stesse ipotesi della Spagna.

Flussi con la Francia :

Paese di origine o destinazione	Tonnellaggi tutte le modalità (2018)	Quota di modalità stradale	Tonnellaggi su strada	Quota dei flussi che passano per Ventimiglia (ipotesi)	N di automezzi pesanti in transito via Ventimiglia
Italia	33 965 013	80%	27 172 011	30%	407 580
Grecia	1 725 506	20%	337 002	30%	5 055
Austria	2 926 963	95%	2 780 615	15%	20 855
Turchia	4 637 081	5%	226 867	30%	3 403
Estonia	672 147	51%	339 775	2%	255
Lettonia	260 323	41%	106 631	2%	80
Lituania	973 060	41%	394 856	2%	296
Polonia	6 248 607	80%	4 998 886	2%	3 749
Repubblica Ceca	2 571 093	96%	2 461 873	2%	1 846
Slovacchia	1 249 034	88%	1 100 941	15%	8 257
Ungheria	1 260 232	94%	1 183 343	30%	17 750
Romania	1 826 141	34%	627 523	30%	9 413
Bulgaria	774 081	21%	164 647	30%	2 470
Albania	66 738	1%	871	30%	13
Ucraina	1 325 527	1%	19 202	15%	144
Bielorussia	115 252	50%	57 314	2%	43
Moldavia	35 486	18%	6 387	30%	96
Russia	23 636 252	2%	492 786	2%	370

Georgia	35 648	2%	794	30%	12
Slovenia	526 728	69%	365 168	30%	5 478
Croazia	198 602	78%	154 093	30%	2 311
Bosnia-Erzegovina	67 189	49%	33 156	30%	497
Kosovo	3 311	7%	238	30%	4
Macedonia del Nord	21 579	35%	7 614	30%	114
Montenegro	9 544	27%	2 614	30%	39
Serbia	268 930	51%	137 505	30%	2 063

Fonti : <http://datacomex.comercio.es> e Eurostat

Ipotesi :

- Tasso medio di carico di un autocarro: 20 t (fonte: indagine CNR TRM2018)
- Quota di modalità stradale: ipotesi See'Up basate su dati spagnoli e aggiustamenti See'Up (fonti complementari: dogana francese).
- Quota dei flussi che attraversamento il valico di confine di Ventimiglia: riteniamo che i flussi idonei provengano o siano destinati al terzo meridionale della Francia (cioè circa il 30% dei flussi stradali francesi, secondo il controllo incrociato effettuato, per dipartimento, sulla base delle indagini AADT del 2017). Va notato che l'indagine sul traffico di automezzi pesanti del 2009 ha rivelato che alcuni flussi francesi provengono e hanno come destinazione i dipartimenti francesi più a nord, ma sono molto limitati: in questo caso li consideriamo trascurabili. Per i flussi idonei, consideriamo quindi le stesse quote di flussi che transitano via Ventimiglia come attraverso la Spagna e il Portogallo. Questi dati così ricostituiti permettono di ottenere un totale di 1,4 M di automezzi pesanti in transito sull'autostrada A8/Vintimille, coerente con il dato reale e ripartito nel modo seguente:
  - Spagna – Italia : 590 000 automezzi pesanti (41%)
  - Spagna – Europa centrale et dell'est : 250 000 automezzi pesanti (18%)
  - Portogallo – Italia : 56 000 PL (4%)
  - Portogallo – Europa centrale e dell'est : 31 000 automezzi pesanti (2%)
  - Francia – Italia : 408 000 automezzi pesanti (29%)
  - Francia – Europa centrale e dell'est : 85 000 (6%)

I flussi franco-italiani rappresenterebbero quindi solo il 30% del traffico transfrontaliero, ossia poco più di 400 000 automezzi pesanti all'anno.

Questi dati sono coerenti con i dati dell'indagine sul campo effettuata nel 2009 per conto della Camera di Commercio e dell'Industria della Costa Azzurra di Nizza:

Flussi	2018 (pieni + vuoti)	2009 (pieni)
<b>Penisola Iberica – Italia</b>	45%	39%
<b>Penisola Iberica – Europe centrale e dell'est</b>	20%	19%
<b>Francia – Italia</b>	29%	36%
<b>Francia – Europe centrale e dell'est</b>	6%	6%

Tuttavia, si può notare che la quota di flussi tra l'Italia e la Penisola Iberica è aumentata notevolmente a scapito della quota di flussi tra Italia e Francia. Un nuovo studio sugli automezzi pesanti basato sul campionamento sul terreno permetterebbe di confermare questo aumento.

Lo studio del 2009 ci mostra anche le seguenti informazioni complementari:

- Il 71% dei flussi italiani ha come origine e destinazione le regioni del nord Italia, il 20% il centro Italia e il 10% il sud Italia (in assenza di dati recenti, possiamo considerare che questi grandi equilibri hanno registrato variazioni molto lievi negli ultimi 10 anni).

- L'85% dei flussi francesi ha origine e destinazione nei dipartimenti del sud della Francia (in assenza di dati recenti, possiamo considerare che questi grandi equilibri hanno registrato variazioni molto lievi negli ultimi 10 anni).
- Solo il 10% degli automezzi pesanti censiti ha utilizzato un collegamento via mare (la più parte una volta al mese o meno). I collegamenti utilizzati sono: 56% Barcellona-Genova, 20% Barcellona-Civitavecchia e nel 13% dei casi Tolone-Civitavecchia. Tuttavia, questa cifra non è rappresentativa della quota di automezzi pesanti che utilizzano la strada rispetto alla quota di automezzi pesanti che utilizzano il trasporto marittimo su questa rotta (poiché i mezzi pesanti che utilizzano il trasporto marittimo non sono stati censiti).
- Oltre il 75% dei camion carichi trasporta merci per un unico cliente ; il "multi-lotto" o multi-cliente è molto poco presente su queste rotte internazionali.

## 2.3 Valutazione del mercato accessibile per la ripartizione modale del settore marittimo tra Tolone e Livorno

### 2.3.1 Identificazione del mercato target

Dopo aver qualificato il mercato totale transfrontaliero sull'asse A8/Vintimilia, l'obiettivo è quello di individuare i "flussi accessibili" per la ripartizione modale, cioè quelli che possono essere ripresi da una linea marittima ro-ro tra la Francia e l'Italia.

**Gran parte dei flussi transfrontalieri sono flussi tra la Penisola Iberica e l'Italia: non sono idonei al trasferimento modale su una rotta marittima tra la Francia e l'Italia:**

#### Flussi tra la Penisola Iberica e l'Italia: non idonei

Questi flussi non hanno un legame diretto con una catena di approvvigionamento francese. Sono direttamente prese di mira dalle autostrade marittime esistenti tra la Spagna e l'Italia, il cui orientamento costi/qualità soddisfa le esigenze del mercato. Anche un camion che non utilizza queste autostrade marittime tra la Spagna e l'Italia non è interessato ad utilizzare un'autostrada marittima su un tratto più breve del suo viaggio tra la Francia e l'Italia. Il trasferimento modale, se previsto, avverrà quindi direttamente sulle rotte dirette tra Italia e Spagna, in particolare sulle rotte tra Barcellona/Valenzia da un lato e Genova/Savona, Livorno o Civitavecchia dall'altro.

#### Flussi tra la penisola iberica e i paesi dell'Europa centrale e orientale: non idonei

Per questi flussi, il tratto marittimo (~500 km) è troppo corto rispetto alla catena logistica totale (>1700 km). Il costo della deviazione verso i porti e le 2 rotture di carico non rendono la via di mare attraente su questo tratto. Inoltre, se questi flussi dovessero utilizzare la via marittima, transiterebbero attraverso i servizi esistenti tra la Spagna e l'Italia.

#### Flussi tra la Francia e i paesi dell'Europa centrale e orientale: non idonei

Come per i flussi tra la penisola iberica e i paesi dell'Europa centrale e orientale, la lunghezza del tratto marittimo tra Tolone e Livorno è troppo breve rispetto alle catene logistiche globali che superano rapidamente i 1000 km. In questo caso non vi è alcun interesse per i vettori a subire 2 rotture di carico e una deviazione verso i porti del servizio marittimo.

#### Flussi tra il dipartimento delle Alpi Marittime e l'Italia e tra le regioni italiane della Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria e Francia: non idonei

La posizione di questi territori è troppo vicina ai porti di destinazione e non giustifica il ricorso al trasferimento modale: le distanze stradali sono troppo brevi per prevedere un'alternativa marittima. L'imbarco al porto di Tolone o Livorno richiederebbe un "backtracking" che risulterebbe logisticamente ed economicamente svantaggioso.

**I flussi idonei alla ripartizione modale costituiscono parte dei flussi tra la Francia e l'Italia:**

Dopo aver escluso i flussi non idonei, i restanti flussi tra Francia e Italia devono ancora essere analizzati. È

quindi necessario sottrarre dai 408 000 automezzi pesanti/anno i flussi che hanno un collegamento, in una direzione o nell'altra, con il dipartimento delle Alpi Marittime e con le regioni della Valle d'Aosta, Piemonte e Liguria.

Stime dei flussi di camion tra le Alpi Marittime e l'Italia :

Secondo lo studio sui flussi del 2009 (CCI NCA), questi rappresentano il 22% dei flussi tra Italia e Francia, ossia 90.000 automezzi pesanti. In assenza di dati aggiuntivi, riteniamo che questo valore sia valido ancora oggi.

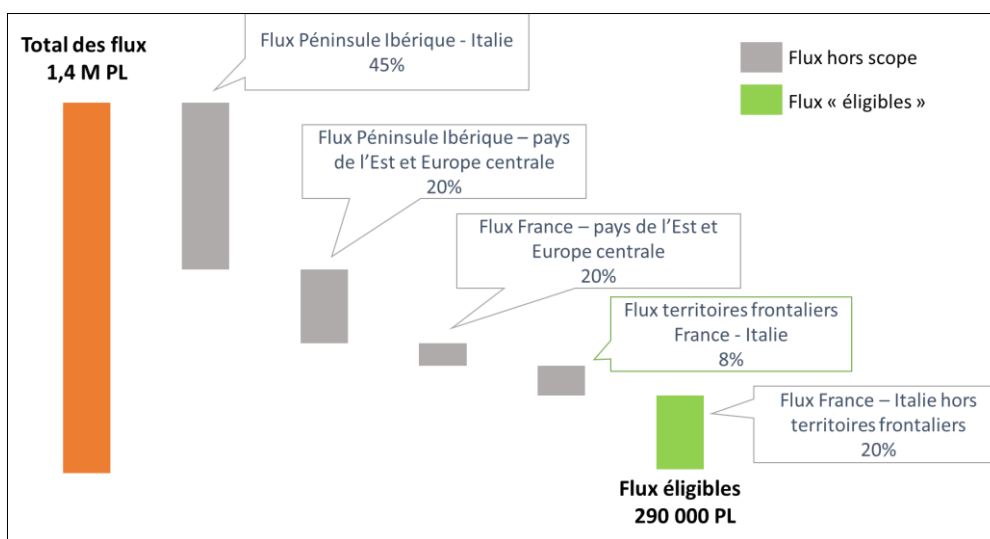
Stima dei flussi di camion in Valle d'Aosta/Piemonte/Liguria - Francia :

In mancanza di dati dettagliati, facciamo l'ipotesi prudente che la quota dei flussi di camion tra queste 3 regioni e la Francia, sul totale dei flussi tra Francia e Italia, sia equivalente al peso di queste 3 regioni nel PIL italiano. Si tratta di un'ipotesi molto conservatrice, poiché la vicinanza geografica di queste 3 regioni dovrebbe generare più traffico con la Francia rispetto alle regioni più lontane, in proporzione ai rispettivi PIL. Questo vale anche per il traffico tra le Alpi Marittime e l'Italia: esso rappresenta il 22% dei flussi tra Francia e Italia, mentre il dipartimento rappresenta solo l'1,7% del PIL nazionale.

Il PIL combinato delle tre regioni italiane ammonta quindi all'8% del PIL nazionale. Riteniamo quindi che i flussi di camion franco-italiani generati tra questi territori e la Francia (escluse le Alpi Marittime) siano pari a 26.000 automezzi pesanti.

Flussi idonei al trasferimento modale tra la Francia e l'Italia :

In totale, quindi, su 408.000 automezzi pesanti, 290.000 rimangono idonei al trasferimento modale, come indicato nel grafico sottostante.



L'esistenza di un collegamento ferroviario, attualmente in fase di sviluppo nel porto di Tolone, fornisce nuove soluzioni intermodali per i flussi più lontani (Francia settentrionale, o addirittura Europa settentrionale) e rafforza così l'attrattiva del trasporto marittimo.

**Quale impatto ha la scelta del porto di Livorno sul mercato accessibile?**

La scelta del porto di Livorno come uno dei due porti d'attracco per un servizio marittimo ha un impatto sui flussi accessibili, in particolare quelli con la Lombardia nel nord Italia.

Infatti, da un punto di vista economico, affinché il servizio marittimo sia attraente, il prezzo totale della catena logistica deve essere vicino al prezzo di quello su strada (o addirittura più economico). Secondo un parametro di riferimento dei prezzi praticati sulle rotte roro o ropax in Europa, il viaggio via mare tra Tolone e Milano potrebbe trovarsi nella fascia bassa di 400 euro a viaggio.

Prendiamo l'esempio del collegamento con Milano da Tolone:

- Tragitto diretto su strada : 470 km per ~700€ (a 1,5€/km)
- Tragitto marittimo + strada : 850 €
  - Tolone – Livorno (via mare) : 400€
  - Livorno – Milano : 300 km per ~450€

Pertanto, il divario di 150 euro tra la catena logistica su strada e la catena che comprende il trasporto marittimo non giustifica un trasferimento modale da trasporto su strada a trasporto marittimo.

Effettuando questo confronto su altri collegamenti verso le città italiane, è possibile tracciare la zona di esclusione di pertinenza del servizio marittimo: i territori a sinistra della linea arancione tracciata nell'illustrazione sotto, non sono idonei per la logistica marittima.



Il PIL della Lombardia rappresenta il 17% del PIL italiano, ovvero 70 000 automezzi pesanti per il commercio con la Francia e 53 000 automezzi pesanti escludendo le Alpi Marittime.

Globalmente, la scelta del porto di Livorno limita l'accesso al mercato transfrontaliero dei mezzi pesanti a 238 000 unità all'anno.

### 2.3.2 Il trasporto stradale transfrontaliero: necessità di flessibilità e di tariffe ridotte

Gli elementi che seguono si basano in particolare su testimonianze di vari operatori: federazione dei trasportatori, autotrasportatori, spedizionieri.

#### **Tendenza commerciale: forte concorrenza e disparità tra i vettori a seconda del paese di origine**

- Forte concorrenza sul mercato del trasporto su strada, dovuta in particolare all'elevato livello di cabotaggio da parte di stranieri in cerca di merci nell'arco Mediterraneo. In particolare, i vettori italiani effettuano molto cabotaggio in Francia: nel 2016 questo fenomeno è stimato a 309 milioni di tonnellate-km (+38% rispetto al 2008, ultimo anno di riferimento), essendo la Francia il Paese con il maggior cabotaggio sotto bandiera italiana (fonte: studio CNR).
- I prezzi sono a volte inferiori a 1€/km, soprattutto dalla Francia verso l'Italia. Ad esempio, un viaggio di 600 km tra il sud della Francia e l'Italia può essere fatturato 500 euro.
- La situazione del mercato impedisce ad alcuni vettori di allinearsi a queste condizioni tariffarie (in particolare i vettori francesi). Le tariffe applicate dai vettori francesi sono generalmente superiori a 1,5 €/km, quando il rapporto commerciale con il cliente finale è diretto.

Per esempio :

- o 1200 € per un camion completo Modena - Marsiglia (~640 km)
- o 900 € per un Marsiglia – Milano (~525 km)
- Va notato che gli autotrasportatori hanno la possibilità di ottenere uno sconto annuale sui pedaggi autostradali in Italia a condizione di raggiungere un importo annuale di 200 k€. Gli autotrasportatori italiani si sono raggruppati per mettere in comune i loro volumi e permettere così agli operatori di ogni dimensione di beneficiare di questi sconti (in media dell'8%, fonte CNR 2017). Queste riduzioni tariffarie consentono loro di ridurre i costi di gestione. I vettori francesi, salvo aderire a questi raggruppamenti, in regola generale non hanno accesso a tali sconti a causa della mancanza di un volume totale sufficiente.

### Attività: I vettori cercano di massimizzare il tasso di utilizzo delle loro apparecchiature

Gli autotrasportatori cercano di ottimizzare il tasso di utilizzo delle loro attrezzature, in particolare degli autoarticolati stradali. Ad esempio, per i flussi tra il sud-est della Francia e l'Italia settentrionale, effettuano 2 rotazioni alla settimana per ogni autocarro. Quando si effettua una consegna, spesso è necessario effettuare un giro di consegne sul territorio per evitare il ritorno a vuoto e quindi godere di una certa flessibilità.

Per potersi inserire in tali schemi logistici, un collegamento marittimo deve essere in grado di offrire un'alta frequenza.

Inoltre, gli autotrasportatori segnalano generalmente una buona fluidità ai valichi di confine e non menzionano come restrizione operativa la possibile congestione stradale sull'autostrada A8 e sulle autostrade italiane.

Esempio di un tipico itinerario di trasporto :

- G : Partenza al mattino, a carico pieno, dalla base logistica situata nel distretto 13 (Bouches-du-Rhône)
- G : Arrivo serale a destinazione nel Nord Italia, possibilità di scarico in ore tardive
- G+1 : partenza la mattina successiva e poi ritiro del carico di ritorno (multi-fermate)
- G+2 : consegna e poi ritorno alla base nella regione PACA, permettendo all'automezzo di effettuare un'altra rotazione durante la stessa settimana (da G+3 a G+5)

## 2.4 Quale offerta del settore marittimo per soddisfare le esigenze del mercato?

### 2.4.1 Una quota di mercato target prudente pari al 10% dei flussi idonei

Per valutare la potenziale quota di mercato di una rotta marittima Tolone-Livorno, è importante notare la quota di mercato della modalità marittima per i flussi tra la Spagna e l'Italia.

Flussi stradali Spagna – Italia : ~590 000 automezzi pesanti (cfr. paragrafo 2.2.2)

Flussi marittimi Spagna – Italia :

I flussi sono costituiti dalle seguenti 4 linee per un totale di circa 170.000 automezzi pesanti all'anno:

O/D 1	O/D 2	Operatore	Frequenza	Traffico stimato*
Barcellona	Civitavecchia	Grimaldi	6/ sett	54000
Barcellona	Livorno / Savona	Grimaldi	5/ sett	45000
Valenzia	Livorno / Savona	Grimaldi	5/ sett	45000
Barcellona	Genova	GNV	3/ sett	27000

\*ipotesi :

- Capacità delle navi : 100 rimorchi
- Tasso di riempimento : 90%
- Numero di settimane di operatività: 50

Il traffico marittimo tra Spagna e Italia rappresenta quindi circa il 20% del traffico totale (strada + autostrade del mare).

Alla luce dei vincoli operativi legati alla vicinanza tra Francia e Italia e del vantaggio più limitato che un collegamento marittimo tra i due paesi puo' rappresentare per i vettori, sembra ragionevole fissare la quota di mercato target di un servizio Tolone-Livorno al 10% (la metà rispetto ai flussi Spagna-Italia), ovvero 24 000 automezzi pesanti all'anno.

Questa cifra appare sufficiente, seppur limitata, per giustificare un servizio marittimo, ma restano da soddisfare alcune condizioni di successo.

2.4.2 Le condizioni per il successo non sono del tutto riunite per consentire il lancio di un servizio marittimo tra Tolone e Livorno

**Il volume di mercato scarsamente sufficiente:**

Il volume registrato di 24 000 automezzi pesanti all'anno consente di giustificare un servizio marittimo 3 volte alla settimana, a condizione che si tratti di un'imbarcazione di dimensioni adeguate. Questo volume rimane limitato e non offre alcuna capacità di crescita della linea (se non in relazione all'estensione complessivo del mercato).

Il mercato ha il vantaggio di essere potenzialmente integrato dal traffico passeggeri: le aree servite sono aree economiche e turistiche dinamiche e possono generare flussi di passeggeri significativi. Tuttavia, questo tipo di traffico è per lo più stagionale e le navi di questo segmento verrebbero riempite solo in alta stagione (da maggio a settembre).

**L'assenza di carico minimo redditizio:**

Il traffico di automezzi pesanti tra la Francia e l'Italia è equilibrato. Tuttavia, questo studio non ha individuato un carico ottimale che permetta di effettuare il riempimento di una linea di spedizione (un operatore logistico per il trasporto di automobili che garantisca un riempimento minimo). Questa condizione è un fattore chiave per il successo di una linea autostradale marittima. In assenza di questo, il rischio assunto dall'armatore è tanto più importante in quanto non ha la capacità di garantire un riempimento minimo delle sue navi.

**Capacità di competere, seppure in modo limitato, con il traffico stradale esistente :**

L'interesse del collegamento marittimo è reale ma meno rilevante che per i collegamenti tra Spagna e Italia. Mentre i collegamenti tra Spagna e Italia hanno un innegabile vantaggio a favore dei collegamenti marittimi (costi e durata in modo particolare), il collegamento tra Francia e Italia appare meno attraente in termini di costi.

La tabella seguente mostra 2 situazioni a confronto per il servizio verso Bologna (esempio utilizzato per questo confronto): su strada o via il porto di Livorno, da Barcellona e da Marsiglia.

Catena logistica	Barcellona - Bologna		Marsiglia - Bologna	
	Solo strada	Strada + mare	Solo strada	Strada + mare
Tempo di tragitto su strada (incluso il riposo) (h)	32	4,5	24	4,5
Tempo di percorrenza in mare (h)		22		14
Tempo totale (h)	32	26,5	23,5	18,5
Costo del collegamento stradale (€)	1364	240	804	295
Costo del collegamento marittimo (€)		700		400
Costo totale (€)	1364	940	804	695
Differenza di tempo mare/strada		-17%		-21% (+42% con 2 conducenti)
Differenza di costo mare/strada		-31%		-14% (-35% con 2 conducenti)

Considerando i tempi di trasporto, il collegamento marittimo è ancora più rapido della logistica su strada (17% e 20% di differenza). Per il collegamento Francia-Italia, il tempo di percorrenza più lungo si spiega con l'obbligo di riposo del conducente (11 ore di riposo obbligatorie oltre le 12 ore di servizio). È importante sottolineare che molti vettori si avvalgono della possibilità di impiegare un secondo conducente per guadagnare 12 ore sul tempo di consegna. In questo caso, il tempo di trasporto via mare diventa più lungo di oltre il 40% rispetto al tempo di trasporto su strada.



Dal punto di vista economico, dove il collegamento Spagna-Italia offre un forte vantaggio al trasporto marittimo (30% di risparmio rispetto al trasporto su strada), questo risparmio è minore per il collegamento Francia-Italia (~15%). La differenza di prezzo si allarga a ~35% nel caso in cui la tratta sia effettuata da due conducenti). Inoltre, la tariffa di 400 euro per la traversata marittima è piuttosto ottimistica (fascia gamma di una tariffa di riferimento su circa 40 rotte roro) e si baserebbe probabilmente su un sostegno economico per la linea. Modelli progettuali dettagliati del servizio sarebbero necessari per ottenere un indice di mercato affidabile. Una tariffa di circa 500 euro sembra più credibile: in questo caso il divario di prezzo tra strada e mare è pari a zero, rendendo meno attraente la catena logistica marittima.

Dal punto di vista organizzativo, la catena logistica marittima è più vincolante rispetto alla catena logistica su strada:

- Orari imposti, perdita di flessibilità: in caso di mancato imbarco, deviazione verso il tragitto necessario (altrimenti bisogna aspettare 2 giorni per prendere il battello successivo).
- Servizio meno regolare (3 volte a settimana via mare) rispetto al servizio stradale giornaliero.

Va sottolineato che la catena logistica marittima riduce il rischio di incidenti e ha un bilancio di carbonio conveniente rispetto al trasporto su strada.

#### 2.4.3 Caratteristiche del servizio target marittimo Tolone-Livorno

Se sussistono le condizioni per il lancio di un servizio marittimo tra Tolone e Livorno, ecco le caratteristiche dell'obiettivo:

Frequenza	3 volte a settimana
Durata di un ciclo totale	~35h
Numero di navi	1
Tipo	Roro o Ropax (un minimo di cabine per i conducenti)
Capienza	1500 ml (~100 camion)
Tariffa bersaglio	400€/camion + 50€/conducente

#### 2.4.4 L'impatto della scelta di una nave alimentata a GNL rispetto ad altri tipi di propulsione

Considerando il probabile passaggio del Mediterraneo nella zona ECA (Emission Control Area), la soluzione di investimento di una nave a GNL deve essere confrontata con altre soluzioni che soddisfano i criteri per la navigazione in questo tipo di zona. Le possibili soluzioni :

- Nave a GNL
- Nave a HFO equipaggiato con gli scrubber<sup>3</sup>
- Navire a MGO<sup>4</sup>

Gli elementi da considerare in questo tipo di confronto sono :

- I costi di investimento
- I costi di gestione, in particolare i costi del carburante
- L'impatto sull'ambiente

I seguenti elementi si basano sui risultati di uno studio della Commissione europea intitolato "Study on the Completion of an EU Framework on LNG-fuelled Ships and its Relevant Fuel Provision Infrastructure - Analysis of the LNG market development in the EU", realizzato nel 2015 e aggiornato nel 2017.

<sup>3</sup> Nave con motore standard (olio combustibile pesante) dotata di filtri per ridurre le emissioni in conformità alle norme ECA

<sup>4</sup> Nave a motore diesel (gasolio marittimo), le cui emissioni sono conformi alle zone ECA

Per diversi tipi di imbarcazioni, questo studio presenta l'impatto comparativo dei diversi motori sui costi di investimento, sui costi operativi e sull'ambiente. Lo studio si occupa in particolare di un traghetto di tipo Ropax, analogo al tipo di nave che potrebbe essere utilizzato su una rotta Tolone-Livorno.

Il grafico seguente mostra il costo annuale complessivo (investimento + carburante) delle 3 soluzioni di motori in funzione del costo del GNL rispetto al costo dell'HFO. Dimostra che finché il costo del GNL è almeno del 20% più economico rispetto al costo dell'HFO, il motore a GNL è più interessante. Per un costo del GNL compreso tra il 20% in meno e pari al costo dell'HFO, la soluzione HFO + scrubber è più interessante dal punto di vista economico. Quando il costo del GNL supera il costo dell'HFO, la soluzione GNL è la meno interessante delle tre.

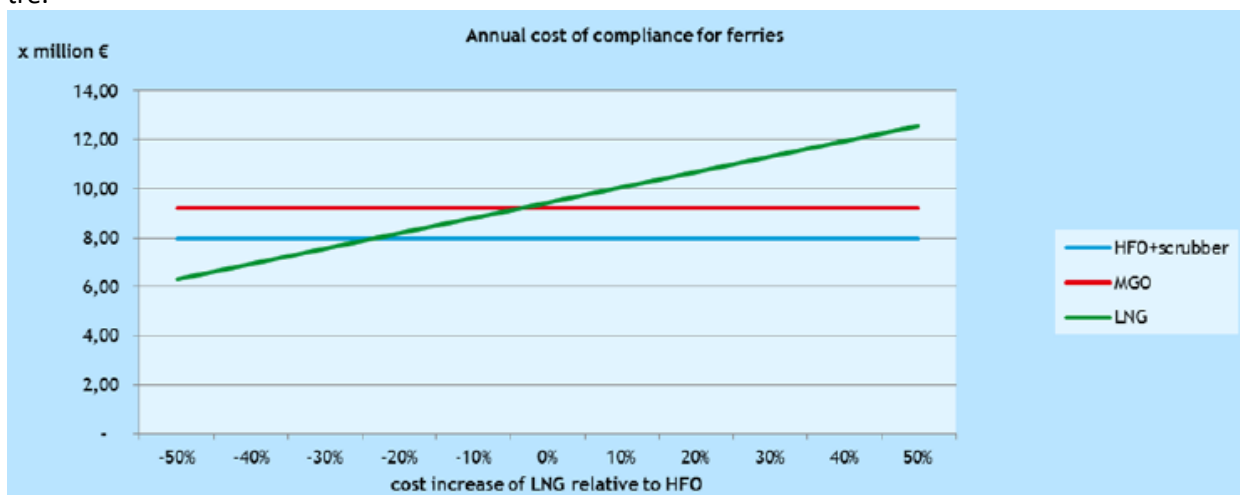


Figure 4 - Annual total costs of compliance for new build ferries for different LNG-HFO proportions for the year 2020 - Fonte : Commissione Europea

Lloyd's Register et UCL (2014) prevedono che il costo del GNL sarà dal 20% al 30% inferiore al costo dell'HFO tra il 2020 e il 2030.

Il grafico seguente mostra il dettaglio dei costi annuali di investimento e di carburante di una nave a GNL rispetto agli altri due tipi di navi (per una differenza di costo dello 0% tra GNL e HFO). Dimostra che per i traghetti, il GNL fornisce un chiaro risparmio rispetto alla soluzione MGO, coprendo sostanzialmente il costo di investimento aggiuntivo della soluzione GNL rispetto alla soluzione MGO. Rispetto alla soluzione HFO, il risparmio di carburante con il GNL è completamente controbilanciato dal costo aggiuntivo dell'investimento.

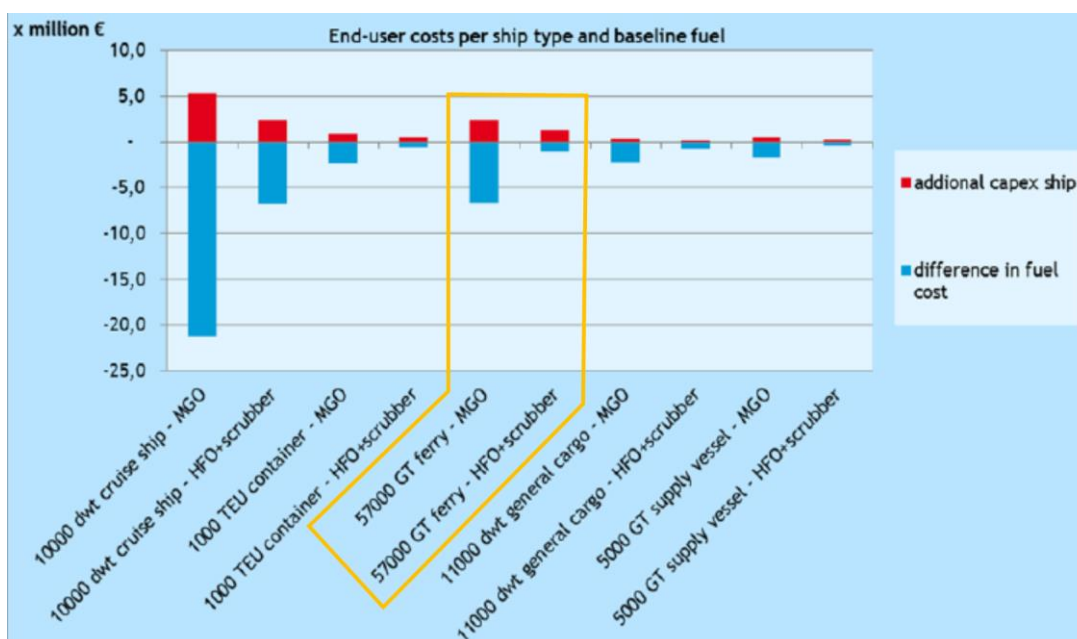


Figure 5 - End-user costs for investment of LNG investment compared to other options for different ship types - Fonte :

Commissione Europea

In totale, i maggiori costi d'investimento per il GNL sono più che controbilanciati da costi operativi ridotti dovuti al costo contenuto del combustibile.

Inoltre, l'impatto ambientale del carburante GNL rispetto ad altre alternative di motorizzazione è più vantaggioso come indicato nella tabella seguente (escluse le emissioni di metano, che è un gas a effetto serra).

Type of emission	Emissions MGO (g/MJ)	Emissions HFO + scrubber (g/MJ)	Emissions LNG (g/MJ)
CO <sub>2</sub>	75.2	76.0	56.6
NO <sub>x</sub>	2.25	2.21	0.29
SO <sub>2</sub>	0.23	0.24	0.0
PM <sub>10</sub>	0.02	0.04	0.0037
CH <sub>4</sub>	0.001	0.002	1.02

Source: (IMO, 2014), (CE Delft, 2010), Clean North Sea Shipping (CNSS, 2015).

## 2.5 Conclusioni: le condizioni di mercato e il contesto commerciale sono poco propizi al lancio di una linea di navigazione Tolone-Livorno

In conclusione, le condizioni per il lancio di una linea di navigazione tra Tolone e Livorno non sono pienamente riunite. In assenza dell'identificazione di un carico che assicuri il rendimento del viaggio, il mercato, che è appena sufficiente per tre rotazioni settimanali, non fornisce le garanzie necessarie affinché un armatore si assuma il rischio di posizionarsi su questa autostrada marittima.

I fattori determinanti per il lancio di un trasferimento modale marittimo sull'asse Tolone-Livorno sono :

- Un aumento del prezzo del trasporto su strada rispetto al trasporto marittimo, reso possibile da modifiche normative (come un'eco-tassa per il trasporto su strada o un eco-bonus per il trasporto marittimo).
- Una tendenza del mercato al rialzo che consente di stimare un flusso più consistente e, soprattutto, di fornire un carico minimo redditizio da parte di un singolo cliente che garantisca volumi minimi per i servizi marittimi (ad es. flussi di automobili).

Inoltre, la scelta di un altro porto italiano contro Tolone non sarebbe più conveniente per lo sviluppo di un servizio marittimo. Infatti, la scelta di un porto del centro o del sud Italia avrebbe l'effetto di ridurre il mercato idoneo al trasferimento modale: tale riduzione corrisponde al traffico generato dalle regioni del nord Italia che non avrebbero più interesse a fare il passaggio verso il trasporto marittimo. Nella misura in cui questi flussi rappresentano un'ampia quota di mercato, l'interesse di un servizio marittimo si riduce in modo proporzionale.

# T3.3.1 Domanda di GNL sul territorio della Corsica

Progetto SIGNAL



La cooperazione nel cuore del Mediterraneo

SIGNAL

Office des Transports de la Corse (OTC)  
FRANCIA / CORSICA

CULLETTIVITÀ DI CORSICA  
COLLECTIVITÉ DE CORSE

Uffiziu di i Trasporti  
di a Corsica  
Office des Transports  
de la Corse

RESTREINT

9 settembre 2020

**RAPPORTO**  
OTCG-TEF-PJ-RP-009





Intertek

**Ns. Rif.** OTCG-TEF-PJ-RP-009

Entità: Energia

Imputazione: P.015760

**Cliente:** Office des Transports de la Corse (OTC)  
**Progetto:** Studio di rifornimento-stoccaggio-bunkeraggio di GNL combustibile  
**Paese/Città:** Francia / Corsica

**Titolo:** T3.3.1 Domanda di GNL sul territorio della Corsica  
**Sottotitolo:** Progetto SIGNAL  
**Autori:** Vincent VIRLICHIE (VVI)  
**Data:** 9 settembre 2020

**Sinossi:** Analisi dei potenziali utilizzi del GNL in Corsica e simulazione dell'approvvigionamento

**Commenti:** -

**Parole chiave:** -

**N. pagine:** 18

01	09/09/2020	Prima emissione	Finale	Vincent VIRLICHIE	Thierry FOUSSEREAU	Arnaud GUITTAT
REV.	GG/MM/AA	OGGETTO DELLA REVISIONE	STAT.	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE



## STUDIO DI RIFORNIMENTO-STOCCAGGIO-BUNKERAGGIO DI GNL COMBUSTIBILE

### T3.3.1 Domanda di GNL sul territorio della Corsica

## INDICE

1.	AMBITO.....	5
2.	QUANTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO DI GNL IN CORSICA.....	6
2.1.	Obiettivi e metodo .....	6
2.2.	Potenziali utilizzi del GNL in Corsica .....	6
2.3.	Soluzione di approvvigionamento e probabilità di realizzazione .....	7
2.4.	Scelta degli scenari da modellizzare .....	8
3.	MODELLIZZAZIONE PER GNL COME CARBURANTE PER AUTOVEICOLI.....	9
3.1.	Obiettivi del capitolo.....	9
3.2.	Dimensionamento del fabbisogno di GNL come carburante per veicoli leggeri e pesanti.....	9
3.3.	Ipotesi di localizzazione delle 25 stazioni di servizio che erogano GNL.....	10
3.4.	Stima dei tempi di percorrenza e delle distanze dal porto di Lisula per il rifornimento delle stazioni .....	10
4.	RISULTATI.....	18
4.1.	Impatti sul territorio della Corsica.....	18
4.2.	Impatti sull'area di Lisula .....	18



STUDIO DI RIFORNIMENTO-STOCCAGGIO-BUNKERAGGIO DI GNL COMBUSTIBILE

**T3.3.1 DOMANDA DI GNL SUL TERRITORIO DELLA CORSICA**

## ELENCO DELLE FIGURE

<b>Figura 1: mappa indicante le tratte utilizzabili per i rifornimenti di GNL .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2: mappa indicante le stazioni di servizio proposte per il rifornimento in GNL con indicazione dei tempi di percorrenza e della distanza dal porto di Lisula .....</b>	<b>13</b>

## ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Ipotesi per la stima del consumo di GNL/anno del parco veicoli leggeri e pesanti	9
Tabella 2: Ipotesi per la stima del numero di rifornimenti alle stazioni di servizio GNL all'anno .....	10
Tabella 3: tempi e distanze percorse per il rifornimento alle 25 stazioni proposte.....	14

# 1. AMBITO

Nell'ambito del programma di cooperazione transfrontaliera europea INTERREG IFM 2014-2020, l'Office des Transports de la Corse (OTC) ha elaborato con altri partner europei un progetto globale per la preparazione all'utilizzo del gas naturale liquefatto (GNL) nelle attività legate al trasporto marittimo come anche ad altri impieghi.

Nell'ambito del programma sono stati definiti quattro progetti. Gli obiettivi di ciascun progetto sono presentati di seguito:

Progetto	Obiettivi principali
TDI-RETE GNL	Definire standard tecnologici, dimensionamento e procedure comuni per gli impianti della rete di distribuzione del GNL nei porti della zona
GNL SIGNAL	Definire le strategie transfrontaliere per la valorizzazione del GNL
GNL FACILE	Definire un sistema integrato e una logistica efficiente per il rifornimento di GNL
GNL PROMO	Promuovere l'uso del GNL nei porti commerciali

**Il presente studio riguarda il progetto GNL SIGNAL**, che si propone di costruire una rete di approvvigionamento e distribuzione di GNL nell'area di cooperazione franco-italiana.

Nell'ambito della componente T3 del progetto SIGNAL, TRACTEBEL analizza la domanda di GNL in Corsica per conto dell'OTC. La presente relazione costituisce il **consegnabile T3.3.1**.

## 2. QUANTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO DI GNL IN CORSICA

### 2.1. Obiettivi e metodo

L'obiettivo è l'elaborazione di scenari per l'implementazione del GNL sul territorio della Corsica al fine di simulare il relativo impatto del trasporto di GNL sulla rete stradale corsa (modellizzato nei consegnabili T3.2.1 e T3.2.2).

Gli scenari proposti si basano su:

- la PPE della Corsica 2015
- i risultati del Capitolo 1: flussi di fornitura di energia e utenti
- i risultati del Capitolo 3: possibili soluzioni di bunkeraggio
- i risultati trasversali: scarsa probabilità di realizzare una stazione di bunkeraggio onshore (tipo terminale portuale GNL) sul litorale corso (nessun interesse strategico o economico in termini di volumi e vincoli territoriali, fondiari e ambientali)
- ulteriori colloqui e indagini condotti dal raggruppamento

### 2.2. Potenziali utilizzi del GNL in Corsica

La seguente tabella presenta i vari sbocchi teorici potenziali del GNL in Corsica:

Utilizzi potenziali del GNL	Ipotesi sulla domanda	Consumo attuale	Fabbisogno in GNL
Produzione di energia elettrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conversione a GNL delle centrali termoelettriche di Lucciana e Vazzio entro il 2023 (PPE 2015) da associare alla diminuzione della produzione di energia</li> </ul>	~importazione di 180.000 T di olio combustibile	~160.000 <sup>1</sup> m <sup>3</sup> /anno
Carburante per il trasporto terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conversione al GNC del 10-15% del parco veicoli leggeri e pesanti</li> </ul>	Importazione di carburanti SP e GO (~ 30.000 T)	Tra 40.000 e 60.000 m <sup>3</sup> / anno
Carburante marino	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Graduale conversione di traghetti e navi da crociera al GNL</li> <li>▪ Nessuna domanda per le navi di servizio e le imbarcazioni da diporto</li> <li>▪ Bunkeraggio di GNL effettuato principalmente nei punti di stoccaggio di GNL situati nel continente</li> </ul>	Marginale: l'attuale bunkeraggio delle navi dirette in Corsica viene effettuato sul continente	Marginale
Rete gas di città	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conversione delle stazioni di gas Engie di Loretto e Arinella (la stazione di Loretto è in corso di rinnovo...)</li> <li>▪ Consumo stabile</li> </ul>	Importazione di 12.000 T di GPL (butano e propano)	~ 24.000 m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Volume espresso nelle specifiche pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica nel secondo trimestre 2020 per selezionare l'investitore e il gestore del futuro impianto di alimentazione a GN delle centrali termoelettriche.

Utilizzi potenziali del GNL	Ipotesi sulla domanda	Consumo attuale	Fabbisogno in GNL
Energia isolata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conversione (&lt;10%) dei serbatoi industriali che utilizzano GPL o gasolio ad uso domestico al GNL + nuovi utenti industriali che installano gruppi riscaldanti o elettrogeni alimentati a GNL</li> </ul>	GPL: < 100 T/anno + Gasolio ad uso domestico	Marginale
Alimentazione elettrica delle navi ormeggiate	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizzo del GNL per l'elettificazione delle navi in banchina: una stazione per porto, in 4 porti (Ile rousse, Porto Vecchio, Bastia e Ajaccio),</li> <li>Ogni stazione è operativa 10 ore al giorno</li> </ul>	Uso del gasolio marino delle navi	~ 10.000 m <sup>3</sup> /anno

## 2.3. Soluzione di approvvigionamento e probabilità di realizzazione

Questi impieghi richiedono la fornitura di GNL o di gas naturale proveniente dal GNL. **Per l'approvvigionamento di GNL:** non essendo prevedibile sull'isola un terminale GNL, non c'è altra soluzione realistica sul territorio della Corsica se non l'approvvigionamento tramite autocarro:

- sia sotto forma di ISO container di GNL dal continente, caricato ad esempio a Fos, trasportato su rimorchio via mare fino al porto di Lisula (l'unico porto che attualmente autorizza lo scarico di merci pericolose di classe 1) e poi trasportato su strada fino al punto di consegna;
- sia con motocisterna di GNL con lo stesso schema logistico

**Per l'approvvigionamento di Gas Naturale** (in particolare per le centrali termoelettriche): sono allo studio vari schemi basati su unità galleggianti installate in mare aperto, che garantiscono la ricezione e lo stoccaggio del GNL, nonché la rigassificazione e il convogliamento del GN ai serbatoi delle centrali. Le soluzioni esaminate non prevedono di portare il GNL sul territorio, in quanto il trasferimento di GNL via gasdotto, necessariamente criogenico, è molto complesso e troppo costoso.

Per i potenziali utilizzi studiati, la fornitura di GN (e non di GNL) è teoricamente possibile ma di scarsa rilevanza per ragioni economiche, logistiche e ambientali. Infatti il GN a pressione atmosferica è molto voluminoso (1 m<sup>3</sup> di GNL contiene 600 m<sup>3</sup> di GN), è difficile stoccarlo e può essere trasportato solo con un gasdotto. Gli utilizzi previsti che non potrebbero essere collegati ad una rete di gas sono quindi improbabili.

Utilizzi potenziali del GNL	Soluzione tecnica di fornitura prevista	Probabilità di realizzazione
Produzione di energia elettrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GNL ricevuto e stoccato al largo in stazioni dedicate</li> <li>▪ Rigassificazione e trasporto del GN, mediante condotte sottomarine, a terra e ai serbatoi delle centrali termoelettriche</li> </ul>	<b>Alta</b> (gara del Ministero in corso per selezionare il gestore della soluzione)
Carburante per il trasporto terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rifornimento delle stazioni di servizio tramite iso-container di GNL o motocisterne GNL</li> <li>▪ Stoccaggio in stazione di servizio e rigassificazione per erogare il GNC alla pompa</li> </ul>	<b>Media:</b> richiede politiche indicative di conversione del parco + catena logistica di approvvigionamento poco virtuosa con motocisterne GNL da FOS
Carburante marino	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bunkeraggio di GNL con una nave bunker dal continente</li> </ul>	<b>Molto bassa:</b> nessun interesse economico né ambientale
Rete gas di città	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trasformazione delle stazioni di Loretto e Arinella e fornitura di GNL con autocarro</li> </ul>	<b>Bassa:</b> forti investimenti, vantaggio ambientale da confermare con la catena di fornitura con autocarro
Energia isolata	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fornitura con iso-container GNL</li> </ul>	<b>Molto bassa:</b> investimento, rischi del prodotto, catena di fornitura
Alimentazione elettrica delle navi ormeggiate	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fornitura con ISO-container GNL</li> </ul>	<b>Bassa:</b> impatto ambientale da confermare con la catena di fornitura via strada

## 2.4. Scelta degli scenari da modellizzare

Gli utilizzi più probabili rimangono pertanto:

- la produzione di energia elettrica, per la quale l'alimentazione in GNL è oggetto di una gara d'appalto in corso. Le soluzioni si orientano piuttosto verso lo stoccaggio galleggiante con capacità di rigassificazione (perché il costo di un gasdotto criogenico è troppo elevato). Questa opzione tecnica non comporterebbe la circolazione di motocisterne di GNL in Corsica.
- Il consumo di GN da GNL come carburante per il trasporto terrestre.

Nei capitoli seguenti proponiamo di studiare la conversione del GNL come carburante per veicoli secondo un'ipotesi di conversione del 15% del parco veicoli della Corsica con il 25% delle stazioni di servizio esistenti che offrono GNC a base di GNL.

## 3. MODELLIZZAZIONE PER GNL COME CARBURANTE PER AUTOVEICOLI

### 3.1. Obiettivi del capitolo

È necessario in un primo tempo stimare il fabbisogno di GNL per i veicoli leggeri e pesanti in Corsica, in seguito presentare le stazioni di servizio che potrebbero distribuire il GNL ed infine determinare le condizioni di rifornimento di queste stazioni di servizio utilizzando la modellizzazione stradale del capitolo 8 che caratterizza i possibili percorsi per i mezzi pesanti che trasportano GNL.

### 3.2. Dimensionamento del fabbisogno di GNL come carburante per veicoli leggeri e pesanti

Numero stimato di rifornimenti alle stazioni di servizio GNL:

**Tabella 1: Ipotesi per la stima del consumo di GNL/anno del parco veicoli leggeri e pesanti**

Ipotesi	Caratteristiche
Dimensioni del parco auto e camion in Corsica	Auto: 190.000 u e Camion: 10.000 u (fonte DREAL 2016 per camion e stampa per le auto)
Tassi di conversione al GNL	Auto: 15% e Camion: 15% (fonte PPE 2015 Corsica)
Numero di KM percorsi / anno	Auto: 15.000 km/anno e camion: 25.000 km/anno (ipotesi See'up)
Consumo di GNC (kg/100 km)	Auto: 5 kg/100 km e Camion: 15 kg/100 km (Fonte: <a href="http://www.catalgaz.fr/gnv-economie/">http://www.catalgaz.fr/gnv-economie/</a> )

Vale a dire un consumo stimato in GNL/anno del parco:

- **Auto: 49.160 m<sup>3</sup> di GNL/anno,**
- **Camion: 12.940 m<sup>3</sup> di GNL/anno,**
- **Auto + Camion: 62.100 m<sup>3</sup> di GNL/anno.**

**Tabella 2: Ipotesi per la stima del numero di rifornimenti alle stazioni di servizio GNL all'anno**

Ipotesi	Caratteristiche
Volume di GNL trasportato da una motocisterna di rifornimento	50 m <sup>3</sup> di GNL/motocisterna
Dimensione media del serbatoio di GNL di una stazione	50 m <sup>3</sup> di GNL/stazione
Numero di stazioni di servizio in Corsica	125 stazioni di servizio
Percentuale di stazioni di servizio dotate di GNL	20%

Ossia 1.242 camion/anno per rifornire le 25 stazioni di GNL, pari a 50 rifornimenti/stazione/anno.

**Consideriamo quindi un rifornimento alla settimana per ogni stazione.**

### 3.3. Ipotesi di localizzazione delle 25 stazioni di servizio che erogano GNL

Su 125 stazioni di servizio presenti in Corsica, abbiamo definito un tasso di equipaggiamento a GNL del 20%, pari a 25 stazioni di servizio.

La scelta delle 25 stazioni di servizio equipaggiate con GNL è stata determinata da tre parametri:

- La possibilità di accesso per un autocarro di rifornimento di GNL: favorire le stazioni sulla rete principale (strade statali) evitando i tratti individuati come non percorribili dagli autocarri che trasportano GNL: Bastia – Biguglia (galleria) e Portu - Carghjess (Figura 1),
- La densità di popolazione circostante (nelle aree urbanizzate),
- Una rete che copre tutta la Corsica (Figura 2).

### 3.4. Stima dei tempi di percorrenza e delle distanze dal porto di Lisula per il rifornimento delle stazioni

Le norme per il trasporto di sostanze pericolose ed esplosive indica le seguenti velocità:

- Velocità massima autorizzata in autostrada: 80 km/h;
- Velocità massima autorizzata sulle strade principali: 60 km/h;
- Velocità massima autorizzata nelle aree urbane (salvo eccezioni): 50 km/h.

Tuttavia tali velocità non corrispondono alla realtà del territorio e alle difficoltà che si incontrano su alcune strade della Corsica.

Abbiamo optato per le seguenti velocità:

- Collegamenti principali: 55 km/h;
- Collegamenti regionali:
  - 2 corsie larghe: 50 km/h;
  - 1 corsia o 2 corsie strette: 40 km/h;
- Collegamenti locali: 30 km/h.



Figura 1: mappa indicante le tratte utilizzabili per i rifornimenti di GNL

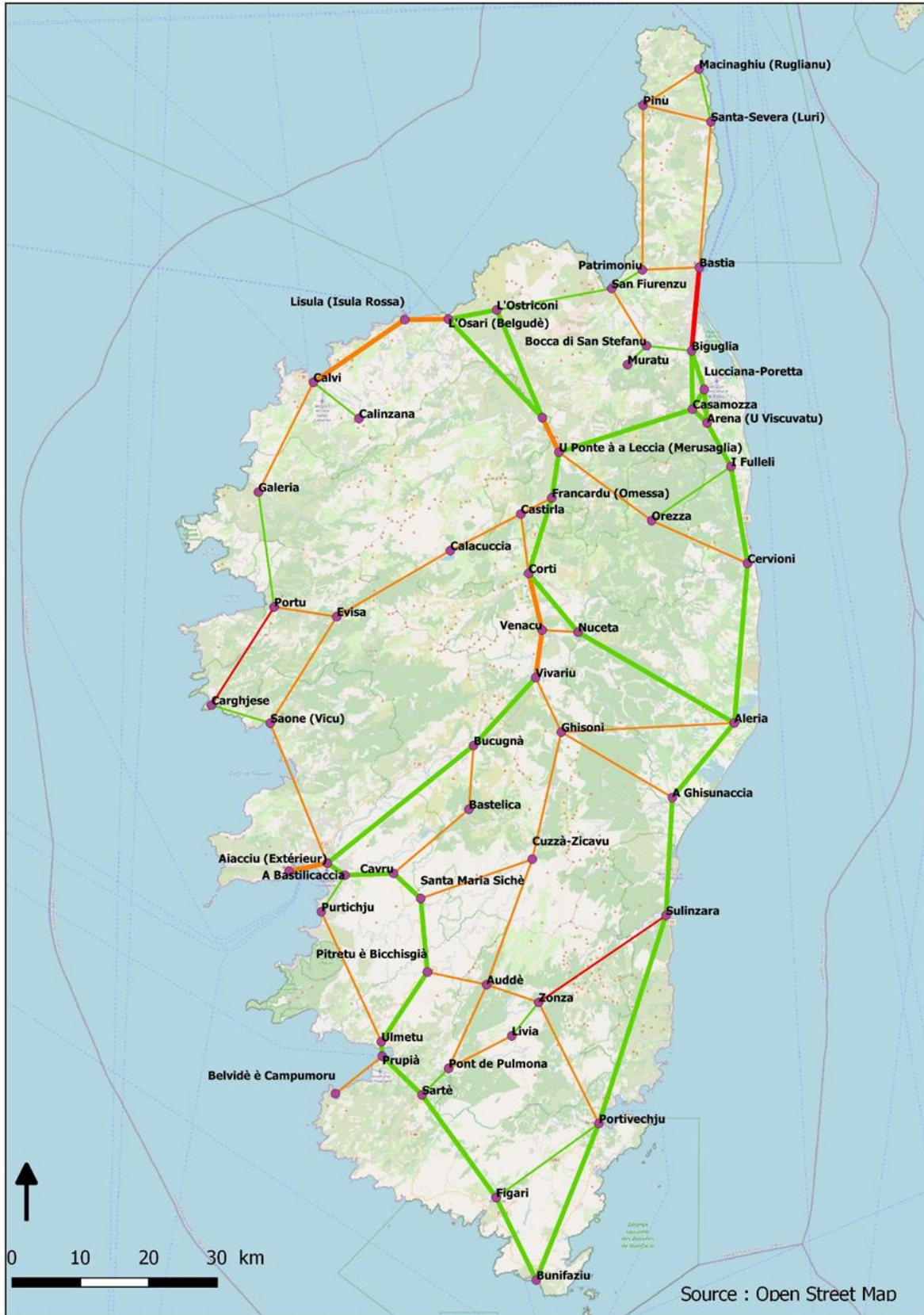
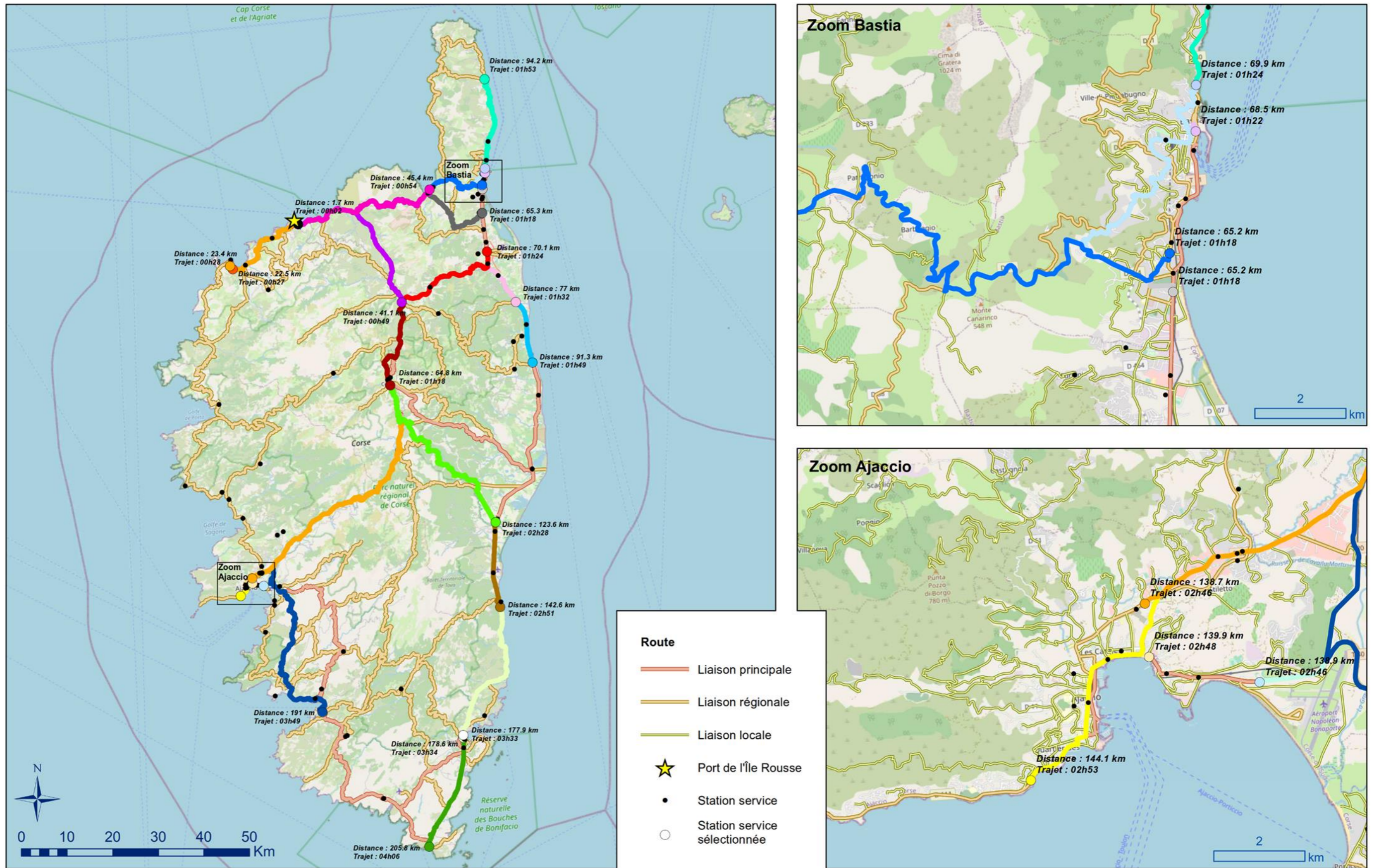









Figura 2: mappa indicante le stazioni di servizio proposte per il rifornimento in GNL con indicazione dei tempi di percorrenza e della distanza dal porto di Lisula









**Tabella 3: tempi e distanze percorse per il rifornimento alle 25 stazioni proposte**

	Localizzazione	Asse stradale		Tempi di percorrenza da Lisula (ore)	Distanza da Lisula (Km)
1	Bastia sud aeroporto, LUCCIANA, RN 193 crucetta	N 193		0:01:24	70
2	Bastia sud Biguglia, Relais du Lancone - RN 193	N 193		0:01:18	65
3	Bastia sud Montesoro, L'Arinella - RN 193	N 193		0:01:18	65
4	Bastia centro, 556 Avenue de la Libération	N 193		0:01:18	65
5	Galleria nord Bastia, Route du Cap, VILLE-DI-PIETRABUGNO	D 80		0:01:24	70
6	Bastia Porto, 21 Rue Comandante Lucé de Casabianca	N 193		0:01:22	69

	Localizzazione	Asse stradale		Tempi di percorrenza da Lisula (ore)	Distanza da Lisula (Km)
7	Corsica Nord santa severa, Località Santa-Severa, Luri	D 80		0:01:53	94
8	Ghisonaccia	N 193		0:02:28	124
9	Porto Vecchio centro, Les 4 Chemins	N 198		0:03:34	179
10	Porto Vecchio Nord	N 198		0:03:33	178
11	Sari-Solenzara	N 198		0:02:51	143
12	Cervione, PRUNETE	N 198		0:01:49	91

	Localizzazione	Asse stradale		Tempi di percorrenza da Lisula (ore)	Distanza da Lisula (Km)
13	Folelli, Penta-di-Casinca	N 198		0:01:32	77
14	Bonifacio, sennola	N196		0:04:06	206
15	Propriano, San Giuseppu	N 196		0:03:49	191
16	Ajaccio Sud - aeroporto, VIGNETTA ROUTE DE CAMPO DELL ORO	N 193		0:02:46	139
17	Ajaccio Sud, Quartiere St Joseph	N 193		0:02:48	140
18	Ajaccio Est, Boulevard Louis Campi	D 31		0:02:46	139
19	Ajaccio Nord, 65 COURS LUCIEN BONAPARTE	D111		0:02:53	144

	Localizzazione	Asse stradale		Tempi di percorrenza da Lisula (ore)	Distanza da Lisula (Km)
20	Corte, 6 Avenue du 9 septembre	N 193		0:01:18	65
21	Calvi centro, Avenue Christophe Colomb	N 197		0:00:28	23
22	Calvi, Avenue Christophe Colomb	N 197		0:00:27	23
23	Ponte Leccia, Morosaglia	N 197		0:00:49	41
24	Saint Florent	D 81		0:00:54	45
25	L'île Rousse, 29, Ave Pdt Paul Doumer	N 197		0:00:02	2

## 4. RISULTATI

### 4.1. Impatti sul territorio della Corsica

Promemoria: un autocarro ha la capacità di rifornire una sola stazione, ossia un viaggio per stazione per autocarro (vedi sopra § 0 )

Il tempo medio di consegna ad una stazione dal porto di Lisula è di **1 ora e 57 min/stazione** e la distanza media è di **98 Km/stazione**. Questi tempi e distanze medi sono elevati per rifornire una sola stazione. Si creerebbe un aumento di **244.600 km di traffico pesante all'anno** su una rete già oberata e poco adatta al traffico pesante. Si ricorda che la rete stradale della Corsica è stata identificata nel capitolo 8 come complessivamente poco favorevole al trasporto di GNL a causa delle strade strette e tortuose, delle pendenze e delle condizioni invernali.

### 4.2. Impatti sull'area di Lisula

Poiché il porto di Lisula è l'unico punto di ingresso, si creerebbe un ulteriore importante traffico di automezzi pesanti (1.250 automezzi pesanti all'anno, 25 automezzi pesanti alla settimana) e la capacità di trasporto merci per servire Lisula dovrebbe essere adeguata.

Il rifornimento settimanale di 25 ISO container su rimorchio rappresenta quindi un significativo flusso aggiuntivo sulla capacità delle navi ro-ro (auto e camion) verso Lisula.

I principali ostacoli allo sviluppo del GNL come carburante per veicoli sono quindi logistici e, più specificamente, legati al trasporto.







La cooperazione nel cuore del Mediterraneo



# La richiesta di GNL in Sardegna e rete distributiva stradale

Il seguente studio è stato sviluppato nell'ambito del Progetto SIGNAL - Strategie transfrontaliere per la valorizzazione del Gas Naturale Liquido, co-finanziato dal Programma INTERREG Marittimo Italia-Francia 2014-2020.

Informazioni sul documento	
Codice prodotto	T3.3.1
Titolo prodotto	La richiesta di GNL in Sardegna e rete distributiva stradale
Codice Attività	T3.3
Titolo Attività	Analisi della domanda della rete distributiva
Codice Componente	T3
Titolo Componente	Piano della rete distributiva e di trasporto del GNL nel territorio
Soggetto responsabile della Attività	Assessorato dell'Industria Regione Sardegna - - CIREM Univ. Di Cagliari -
Responsabile scientifico di UNICA-CIREM per conto dell'Assessorato dell'Industria	Prof. Paolo Fadda
Coordinatore dello studio di UNICA-CIREM per conto dell'Assessorato dell'Industria	Ing. Federico Sollai
Soggetto estensore e responsabile della stesura del documento	REF-E S.r.l.
Versione	Finale
Data	2/10/2020

Versione	Data	Estensore(i)	Descrizione modifiche
Finale	2/10/2020	REF-E S.r.l.	Versione finale



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione  
 - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale ([CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

## Sommario

<b>Indice delle figure</b>	<b>4</b>
<b>Indice delle tabelle</b>	<b>6</b>
<b>Abstract</b>	<b>7</b>
<b>1. Consumi di energia della Sardegna</b>	<b>9</b>
1.1 Consumi finali di energia in Sardegna 2000 - 2019	9
1.2 Settore residenziale	12
1.3 Settore terziario	14
1.4 Settore industriale	16
1.5 Settore dei trasporti	19
1.6 Settore agricoltura e pesca	22
1.7 Vendite di prodotti petroliferi in Sardegna 2000 – 2019	22
1.8 Reti isolate a GPL o ad aria propanata	26
<b>2. Consumi per le trasformazioni energetiche in Sardegna</b>	<b>30</b>
2.1 Consumi per la raffinazione e mercato regionale dei prodotti petroliferi	30
2.2 Consumi del settore termoelettrico	31
<b>3. Potenziali di penetrazione del metano in Sardegna</b>	<b>34</b>
3.1 Scenario di evoluzione dei consumi al 2030	35
3.2 Consumi di prodotti petroliferi nei settori target	38
3.3 Potenziali effettivi di penetrazione del gas naturale	38
3.4 Ruoli rete di trasporto e <i>downstream</i> del GNL	46
<b>4. Consumi e potenziali di penetrazione al 2030 del metano nel trasporto stradale terrestre</b>	<b>48</b>
4.1 Analisi dei consumi di energia del trasporto stradale in Sardegna a livello territoriale	48
4.2 Analisi della struttura e distribuzione territoriale delle reti di distribuzione di combustibili petroliferi per il trasporto stradale in Sardegna	54
<b>5. Stima dei flussi di traffico leggero/pesante sulla rete stradale sarda</b>	<b>56</b>
5.1 Generalità	56
5.2 Aspetti metodologici	56
5.3 Zonizzazione di riferimento	58
5.4 Grafo stradale	61
5.5 Matrice O/D	63
5.6 Calibrazione del modello	66
5.7 Simulazione dello stato di fatto	69
<b>6. Stima <i>bottom-up</i> dei consumi di gasolio autotrazione sulla rete stradale sarda (2019)</b>	<b>76</b>
6.1 Analisi dati parco veicolare della Sardegna	76
6.2 Stima dei coefficienti unitari di consumo COPERT/CORINAIR;	79
6.3 Stima dei consumi di carburante per autotrazione	81
<b>7. Analisi del potenziale di penetrazione del GNL nel parco autocarri circolante</b>	<b>86</b>
7.1 Analisi del <i>turnover</i> del parco veicolare circolante	86
7.2 Stima del potenziale di penetrazione del GNL	88
7.3 Ipotesi sulla rete distributiva	90
<b>8. Bibliografia e sitografia</b>	<b>93</b>

## Indice delle figure

Figura 1. Sardegna: consumi finali di energia per fonte, 2000-2019 (ktep)	9
Figura 2. Sardegna: consumi finali di energia per fonte, 2019 (%)	10
Figura 3. Sardegna: consumi finali di energia per settore, 2000-2019 (ktep)	10
Figura 4. Sardegna: consumi finali di energia per settore, 2019 (%)	11
Figura 5. Sardegna: consumi finali di energia elettrica per settore, 2000-2019 (ktep)	11
Figura 6. Sardegna: consumi finali di energia nel settore residenziale, 2000-2019 (ktep)	13
Figura 7. Sardegna: consumi finali di energia nel settore terziario, 2000-2019 (ktep)	15
Figura 8. Sardegna: consumi di energia elettrica nei comparti del settore terziario, 2000-2018 (ktep)	16
Figura 9. Sardegna: consumi finali di energia nel settore industriale, 2000-2019 (ktep)	16
Figura 10. Sardegna: consumi di energia elettrica nei comparti del settore industriale, 2000-2018 (ktep)	18
Figura 11. Sardegna: consumi finali di prodotti petroliferi nell'industria, 2019 (ktep e %)	18
Figura 12. Sardegna: consumi finali di energia nel settore dei trasporti, 2000-2019 (ktep)	19
Figura 13. Sardegna: consumi finali di energia nel settore dei trasporti, 2019 (%)	20
Figura 14. Sardegna: consumi di energia nei trasporti per modalità, 2000-2019 (ktep)	21
Figura 15. Sardegna: consumi finali di energia nel settore trasporti per modalità, 2019 (%)	21
Figura 16. Sardegna: consumi finali di energia in agricoltura e pesca, 2000-2019 (ktep)	22
Figura 17. Sardegna: vendite di prodotti petroliferi, 2000-2019 (t)	23
Figura 18. Sardegna: vendite di prodotti petroliferi, 2019 (t e %)	23
Figura 19. Sardegna: vendite di gasolio, 2000-2019 (t)	24
Figura 20. Sardegna: vendite di gasolio, 2019 (%)	24
Figura 21. Sardegna: vendite di GPL, 2000-2019 (t)	25
Figura 22. Sardegna: vendite di GPL, 2019 (t e %)	25
Figura 23. Sardegna: vendite di GPL per modalità, 2019 (%)	26
Figura 24. Sardegna: vendite di GPL per modalità, 2014-2019 (t)	26
Figura 25. Sardegna: volumi di gas diversi dal gas naturale distribuiti da reti isolate, 2005-2019 (Mm3)	27
Figura 26. Sardegna: utenze di gas diversi dal gas naturale servite da reti isolate, 2005-2019 (n)	27
Figura 27. Sardegna: sviluppo reti di distribuzione di gas diversi dal gas naturale, 2005-2019 (km)	28
Figura 28. Sardegna: operatori e comuni serviti da reti di distribuzione di gas diversi dal gas naturale, 2005-2019 (n)	29
Figura 29. Sardegna: attività di raffinazione, 2000-2019 (kt)	30
Figura 30. Sardegna: saldo import-export regionale di elettricità, 2000-2018 (GWh)	31
Figura 31. Sardegna: mix della generazione elettrica, 2000-2019 (ktep)	32
Figura 32. Sardegna: composizione del mix produttivo, 2018 (GWh)	33
Figura 33. Sardegna: consumi di energia, settori <i>target</i> e potenziali di penetrazione per il gas naturale	34
Figura 34. Sardegna: consumi FINALI di energia 2000-2019 e previsioni e scenari 2020-2030	36
Figura 35. Sardegna: consumi finali di prodotti petroliferi nei settori <i>target</i> della metanizzazione, 2019 (ktep)	38
Figura 36. Sardegna: scenari REF-E di penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)	45
Figura 37. Sardegna: rete e <i>downstream</i> GNL nello scenario base di penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)	47
Figura 38. Sardegna: rete e <i>downstream</i> GNL nello scenario di alta penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)	47
Figura 39. Sardegna: vendita di carburanti per autotrazione, 1980-2019 (valori assoluti)	48
Figura 40. Sardegna: vendita di carburanti per autotrazione, 1980-2019 (valori relativi)	49
Figura 41. Sardegna: distribuzione mensile della vendita di carburanti per autotrazione, 2019	49
Figura 42. Sardegna: dettaglio provinciale delle vendite di carburanti per autotrazione, 2019	50
Figura 43. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Cagliari, 2000-2019 (ktep)	51
Figura 44. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Sassari, 2000-2019 (ktep)	51
Figura 45. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Nuoro, 2000-2019 (ktep)	51
Figura 46. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Oristano, 2000-2019 (ktep)	52
Figura 47. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Cagliari, 2019 (ktep e %)	52

Figura 48. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Sassari, 2019 (ktep e %)	53
Figura 49. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Nuoro, 2019 (ktep e %)	53
Figura 50. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Oristano, 2019 (ktep e %)	53
Figura 51. Sardegna: totale dei distributori per provincia, Settembre 2020 (numero)	54
Figura 52. Sardegna: distributori per provincia e per tipo di carburante erogato, Settembre 2020 (numero)	55
Figura 53. Schema logico delle simulazioni di traffico	57
Figura 54. Diretrici esterne	59
Figura 55. Zonizzazione interna	60
Figura 56. Modello di traffico nazionale i-TraM: grafo stradale Regione Sardegna	62
Figura 57. Spostamenti pesanti attratti per zona	65
Figura 58. Localizzazione delle postazioni di rilievo	67
Figura 59. Calibrazione del modello regionale – totale flussi	68
Figura 60. Calibrazione del modello regionale –flussi pesanti	69
Figura 61. Flussi veicolari complessivi – stato di fatto	71
Figura 62. Flussi veicolari pesanti – stato di fatto	72
Figura 63. Riepilogo delle percorrenze complessive	73
Figura 64. Distribuzione delle percorrenze dei veicoli leggeri	74
Figura 65. Distribuzione delle percorrenze dei veicoli pesanti	75
Figura 66. Parco autovetture regionale, 2019	76
Figura 67. Parco veicoli commerciali regionale, 2019	78
Figura 68. Parco veicoli commerciali regionale, 2019	81
Figura 69. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, Novembre 2019	82
Figura 70. Distribuzione dei consumi di carburante per classe stradale	82
Figura 71. Sardegna: tassi di ricambio del parco autocarri e autobus, 2010-2019	88

## Indice delle tabelle

Tabella 1. Sardegna: <i>stock</i> di impianti di riscaldamento nelle abitazioni, 2001-2015 (n° famiglie)	13
Tabella 2. Sardegna: consumi finali di energia per riscaldamento (riscaldamento, ACS, cucina) – dati non normalizzati per effetto temperature, 2001-2015 (ktep)	14
Tabella 3. Matrice OD per componente veicolare	64
Tabella 4. Volumi e percorrenze	74
Tabella 5. Riepilogo volumi e percorrenze dello stato di fatto	75
Tabella 6. Parco autovetture regionale, 2019	77
Tabella 7. Riepilogo volumi e percorrenze dello stato di fatto	79
Tabella 8. Consumi per carburante (benzina e diesel) e tipologia di veicolo (leggeri, pesanti, totale)	83
Tabella 9. Coefficienti di espansione dei consumi (mese > anno)	84
Tabella 10. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, 2019	85
Tabella 11. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, 2019	85
Tabella 12. Sardegna: consistenza del parco autocarri e autobus, 2010-2019	86
Tabella 13. Sardegna: prime iscrizioni di autocarri e autobus, 2010-2019	87
Tabella 14. Sardegna: tassi di ricambio del parco autocarri e autobus, 2010-2019	87
Tabella 15. Sardegna: stima incidenza percentuale veicoli alimentati a GNL, 2025-2030	89
Tabella 16. Sardegna: stima consumi di GNL da traffico commerciale pesante, 2030	90

## Abstract

Le attuali prospettive di metanizzazione della Sardegna, prospettate dalla SEN 2017 e confermate dagli indirizzi contenuti nel PNIEC (2020), prevedono il trasporto del metano in forma liquida (GNL) tramite navi metaniere di piccola-media taglia, che si approvvigioneranno presso i grandi terminali di importazione per consegnarlo agli stoccaggi costieri sardi. In questo scenario insieme al *downstream* del metano in forma gassosa, è previsto anche lo sviluppo del *downstream* del GNL presso le utenze finali. Le iniziative infrastrutturali che hanno già avviato le procedure autorizzative rispecchiano questo modello e comprendono due progetti per la realizzazione della rete dorsale di trasporto del gas naturale e cinque progetti di depositi costieri per lo stoccaggio del GNL, di cui due con impianto di rigassificazione. Di questo quadro fanno parte anche le iniziative per le metaniere di piccola o media taglia destinate ad approvvigionare gli stoccaggi sardi.

L'analisi della situazione attuale, in termini di consumo e di infrastrutture, è il punto di partenza per la valutazione dei potenziali di penetrazione del gas naturale.

Il *mix* nei consumi finali di energia della Sardegna è oggi caratterizzato dalla prevalenza dei prodotti petroliferi (68%) dal crollo dei consumi del settore industriale nell'ultimo decennio, che si sono più che dimezzati, e da una penetrazione nel settore domestico dell'energia elettrica e della biomassa, più elevata che sul territorio nazionale. Molto rilevanti per il bilancio energetico dell'isola sono la presenza del grande impianto di raffinazione di Sarroch e il peculiare assetto del parco termoelettrico, caratterizzato dall'impiego del carbone e dei prodotti petroliferi. La ricostruzione dei consumi per settori e per comparti non consente al momento di prevedere un rilancio dei consumi finali di energia in Sardegna per i prossimi anni.

La Sardegna è la regione italiana che registra la maggiore presenza di reti di distribuzione di gas diversi dal gas naturale (GPL e aria propanata), che si sono sviluppate sia nell'ambito dei bacini previsti dagli indirizzi della programmazione regionale nella prospettiva della realizzazione GALSI, sia per iniziative di singoli Comuni. Tale realtà è ancora molto limitata rispetto agli obiettivi della programmazione regionale, con elevati livelli dei prezzi e contenuti livelli dei consumi per utente, come tipicamente avviene per le reti di gas diversi dal gas naturale. Il coordinamento tra gli investimenti già effettuati e quelli in programma nel quadro più ampio della metanizzazione e la possibilità di sfruttare a pieno le potenzialità delle reti esistenti, non sono elementi scontati e dipendono anche da come si svilupperà il quadro normativo e regolatorio.

A oggi lo sviluppo del quadro normativo e regolatorio è caratterizzato dai seguenti elementi.

- Confermati gli incentivi ai camion e previste nuove risorse
- Depositi e terminali collegati alla rete gas che offrono servizi SSLNG: la soluzione alla convivenza tra servizi regolati (rigassificazione) e a mercato (SSLNG) sta nella condivisione dei costi delle infrastrutture comuni. Per i depositi strategici c'è garanzia dei ricavi (per i servizi di rigassificazione) per 4 anni



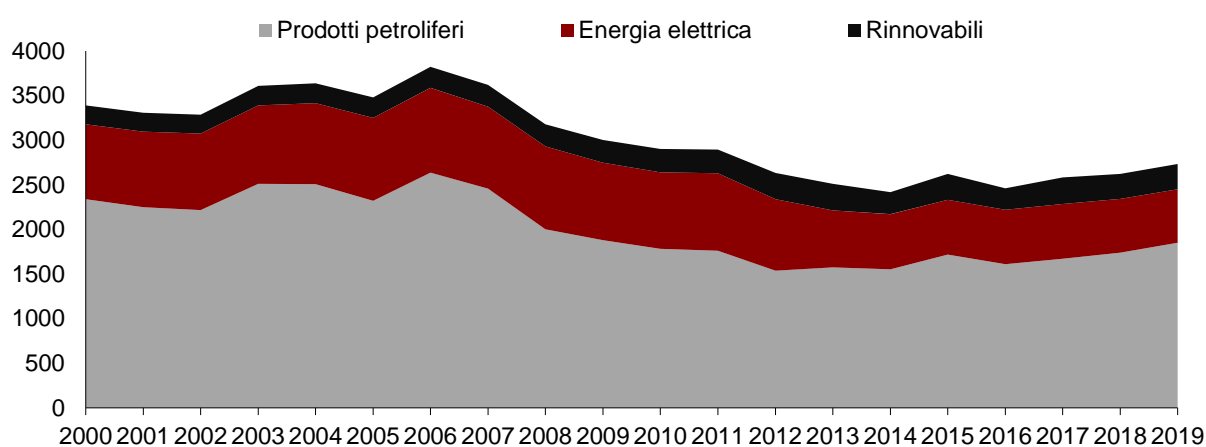
- Reti isolate: si può scegliere tra il regime analogo alle reti a GPL o quello delle reti interconnesse, se il collegamento è in progetto. In questo secondo caso Si rinuncia alla copertura dei costi del deposito satellite e del vaporizzatore, ma si amplia la possibilità di perequazione per i clienti
- Sardegna: ancora in sospeso la decisione ARERA sulla dorsale, per la distribuzione invece chiarito il quadro. Ambito separato sardo ma perequazione per i primi anni: i nuovi clienti gas pagheranno le tariffe del Meridione. Possibilità di passare al regime delle reti interconnesse anche senza progetto
- PNIEC: confermato il ruolo degli usi finali del GNL e previste nuove politiche di promozione per camion, porti e settore navale. Ritorna l'idea della perequazione del prezzo del gas per la Sardegna

La prima fase della Metanizzazione Sardegna basata su depositi costieri e distribuzione via autocisterne alimenterà lo sviluppo degli usi finali del GNL nell'Isola. A medio lungo termine la consistenza del successivo sviluppo della filiera SSLNG dipenderà dall'effettiva realizzazione del progetto di dorsale. Nel triennio 2020-2022 il superamento del *gap* infrastrutturale e l'avvio di infrastrutture di importazione potrà dare una nuova spinta al mercato. Le previsioni al 2030 vedono come protagonista fondamentale il settore dei trasporti stradali pesanti, a cui si accompagneranno i primi sviluppi significativi nel marittimo e le reti isolate; oltre a una ripresa della crescita per le utenze industriali *off-grid*. Sviluppo sostenuto a seconda delle scelte per la Sardegna e per le politiche per la promozione della filiera SSLNG.

## 1. Consumi di energia della Sardegna

### 1.1 Consumi finali di energia in Sardegna 2000 - 2019

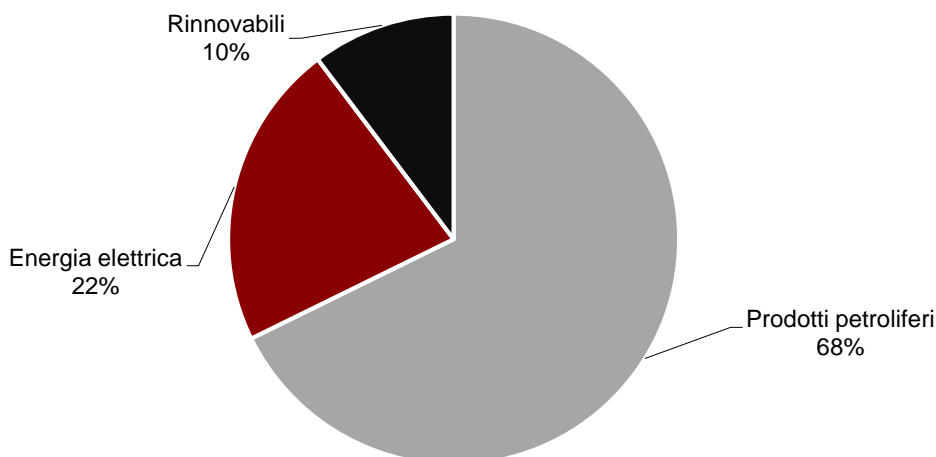
I consumi finali di energia della regione Sardegna nel 2019 ammontano a circa 2.730 ktep, pari circa al 2% di quelli italiani. Dal 2000 al 2006 vi è stato un generale *trend* di crescita da 3.400 ktep a 3.800 ktep (+7.8%). Dal 2007 in poi, invece, si è assistito a un'importante inversione di tendenza fino al 2014, anno in cui si sono registrati i consumi finali di energia più bassi, pari a circa 2.400 ktep (-37%). Dal 2015 al 2019 il *trend* si è invertito con una crescita del 13% in cinque anni. Le **Figure 1 e 2** mostrano il peculiare *mix* nei consumi energetici della Sardegna caratterizzato dall'assenza del gas naturale per la mancanza di infrastrutture per l'approvvigionamento dell'isola di questa risorsa energetica.



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 1. Sardegna: consumi finali di energia per fonte, 2000-2019 (ktep)

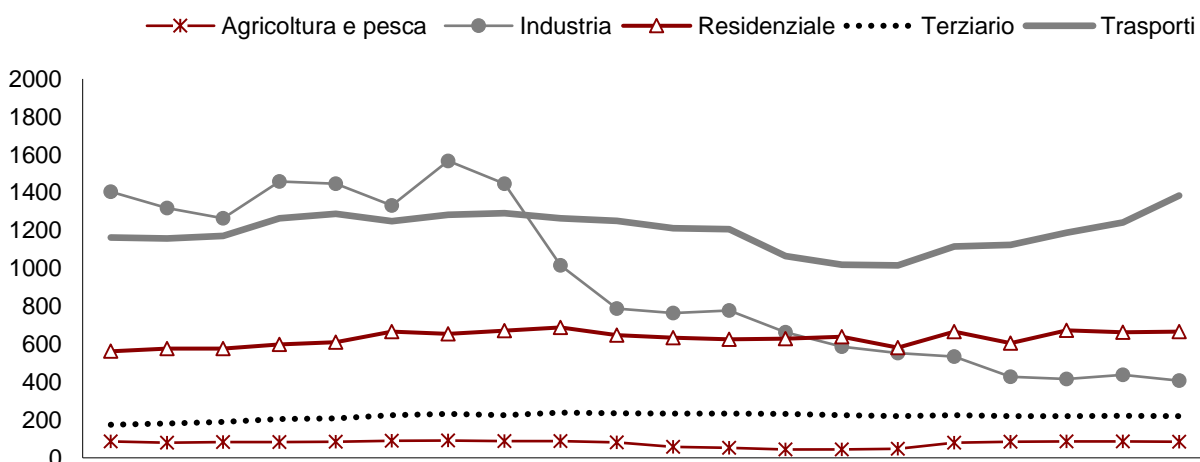
Nel 2019 il *mix* sardo dei consumi finali di energia vede ancora la prevalenza dei prodotti petroliferi con circa 1.850 ktep (68%), seguiti dai consumi finali di energia elettrica di 600 ktep (22%) e da 281 ktep di consumi coperti da fonti rinnovabili (10%)<sup>1</sup>, costituiti quasi esclusivamente dall'utilizzo di biomasse legnose nel settore residenziale. A confronto, nel 2019 il *mix* italiano vede il 40% dei prodotti petroliferi, il 30% del gas naturale, il 20.5% dell'elettricità, il 6.3% delle rinnovabili e il 2.2% per i combustibili solidi. In Sardegna l'assenza del gas naturale, oltre al ruolo prevalente dei prodotti petroliferi, fa registrare un più alto grado di penetrazione elettrica e delle fonti rinnovabili.

<sup>1</sup> Con il criterio statistico dei consumi finali di energia questo valore riporta solo i consumi termici di fonti rinnovabili.



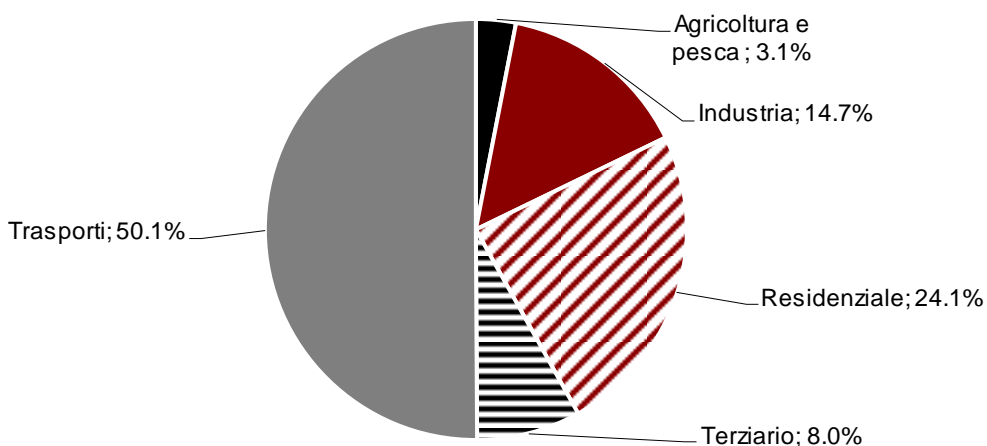
Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 2. Sardegna: consumi finali di energia per fonte, 2019 (%)

La **Figura 3** mostra la disaggregazione dei consumi finali di energia della Sardegna nei principali settori di utilizzo e il loro andamento dal 2000 al 2019. Anche nel 2019 i trasporti (costituiti quasi esclusivamente da prodotti petroliferi) sono il principale settore di consumi con circa 1.380 ktep, in aumento di circa il 36% dal 2013, anno in cui si sono registrati i consumi più bassi in questo settore (1.019 ktep). Dal 2013, anno in cui ha superato i consumi dell'industria, il settore residenziale è il secondo in ordine di grandezza, con circa 670 ktep nel 2019. I consumi finali di energia del settore industriale, invece, ammontano a circa 400 ktep, seguendo un *trend* fortemente ribassista che, dal 2007, ha portato i consumi di questo settore a ridursi di oltre il 70%. Infine, nel 2019, i consumi per il terziario ammontano a 220 ktep mentre quelli per agricoltura e pesca a poco più di 80 ktep.



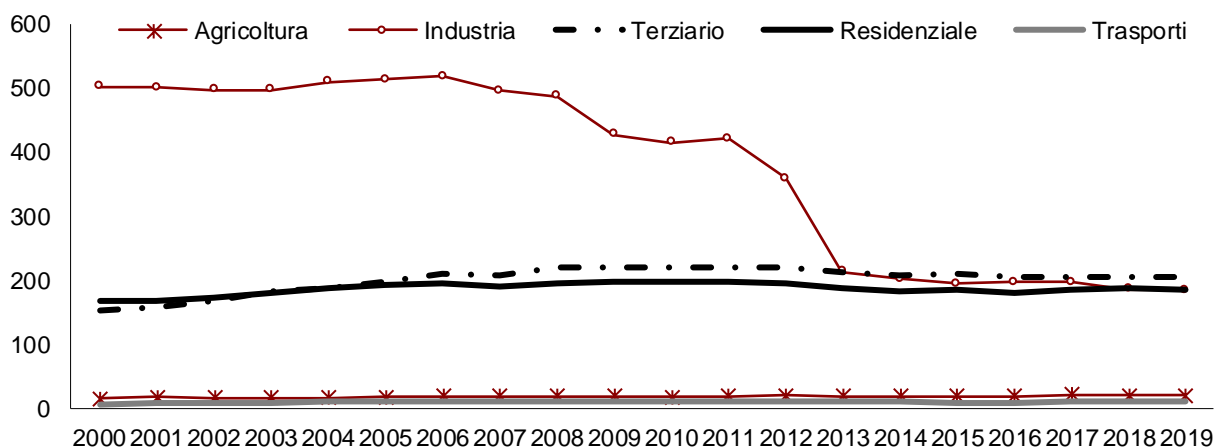
Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 3. Sardegna: consumi finali di energia per settore, 2000-2019 (ktep)

All'interno della **Figura 4** è riportato specularmente il *mix* sardo dei consumi finali di energia per settore di utilizzo, con riferimento all'anno 2019. La quota di consumi finali di energia nel settore dei trasporti copre da sola la metà dei consumi totali (circa il 50%).



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 4. Sardegna: consumi finali di energia per settore, 2019 (%)

I consumi finali complessivi di energia elettrica della Sardegna dal 2000 al 2019 si sono ridotti quasi del 29%, passando da 840 ktep a 600 ktep. Questa riduzione è sostanzialmente imputabile al calo dei consumi finali di energia nel settore industriale, come è possibile osservare nella **Figura 5**, che segue.



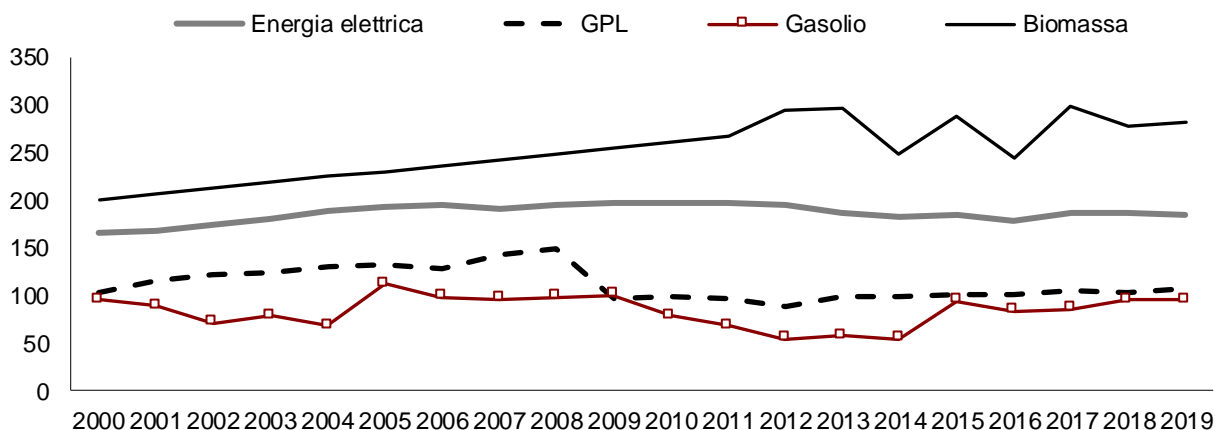
Fonte: elaborazione REF-E su dati Terna  
 Figura 5. Sardegna: consumi finali di energia elettrica per settore, 2000-2019 (ktep)

La riduzione più significativa dei consumi finali di energia elettrica nel settore industriale si è verificata tra il 2006 e il 2015 (-63%), per poi rimanere pressoché stabile poco al di sotto dei 200 ktep dal 2016 al 2019. Se nel 2000 i consumi elettrici nell'industria pesavano per il 60%, infatti, al 2019 la percentuale si è dimezzata, arrivando a toccare il 30% circa. I consumi di energia elettrica nel terziario sono passati da 153 ktep nel 2000 a 204 ktep nel 2019 con un incremento del 34%, superando nel 2014 quelli dell'industria. Nel settore residenziale i consumi finali di energia elettrica sono passati da 166 ktep nel 2000 a 185 ktep nel 2019, con un incremento dell'11% e a oggi pesano per il 31% sul totale. I consumi finali di energia elettrica nei settori agricolo e trasporti sono rimasti sostanzialmente costanti nell'arco temporale considerato, pari nel 2019 a 19 ktep (circa il 3% del totale) e 9 ktep (circa l'1.5% del totale). Nel settore dei trasporti in Sardegna, infatti, il trasporto ferroviario utilizza prevalentemente motrici alimentate a gasolio.

## 1.2 Settore residenziale

I consumi di energia del settore residenziale in Sardegna tra il 2000 e il 2019 mostrano un *trend* crescente con un incremento da 562 a 666 ktep, che è caratterizzato da oscillazioni significative in funzione dell'andamento climatico. Queste oscillazioni sono proseguite anche negli anni successivi, per poi ristabilizzarsi tra il 2018 e il 2019. In Sardegna la biomassa legnosa (legna e *pellet*) copre la quota principale dei consumi di energia elettrica nel settore residenziale, pari a più del 40%, con un consumo di biomasse legnose che nel 2019 è stato pari a circa 280 ktep. I consumi di biomasse sono emersi sulla base di rilevazioni sia sui consumi di combustibili legnosi sia della dotazione di impianti di riscaldamento a biomasse, questi ultimi in Sardegna dal 2001 al 2019 sono più che raddoppiati.

Come illustrato in **Figura 6**, i consumi di energia elettrica nel settore residenziale mostrano un lieve *trend* crescente dal 2000 al 2010 e una successiva leggera inversione di tendenza negli anni successivi; nel 2019 i consumi medi sono stati pari a 185 ktep (circa il 28% del totale). Da evidenziare che solo una parte dei consumi elettrici complessivi del settore residenziale sono finalizzati al riscaldamento o altri usi contendibili dal gas naturale come acqua calda sanitaria e uso cucina. Il grado di penetrazione elettrica nei consumi residenziali in Sardegna è stato mediamente attorno al 28%, contro un valore del 16-17% a livello nazionale. I prodotti petroliferi hanno un peso del 30% circa sul totale dei consumi residenziali, in riduzione rispetto al 35% nel 2000. I due prodotti petroliferi utilizzati nel settore residenziale sono il gasolio e il GPL, i cui consumi medi nel 2019 sono stati rispettivamente pari a 94 ktep e 106 ktep.



Fonte: Enea e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna

Figura 6. Sardegna: consumi finali di energia nel settore residenziale, 2000-2019 (ktep)

I dati dei consumi complessivi di energia del settore residenziale della Sardegna possono essere letti in modo più significativo tramite l'analisi degli stock di impianti di riscaldamento nelle abitazioni. I dati della **Tabella 1** consentono di evidenziare la dinamica delle tipologie degli stock degli impianti di riscaldamento autonomi e centralizzati in Sardegna dal 2001 al 2015<sup>2</sup>, articolati per prodotto/fonte di alimentazione. In particolare, si evidenzia il ruolo preponderante del gasolio negli impianti centralizzati che si è sostanzialmente mantenuto, nel periodo considerato, con un peso del 78% circa nel 2015. Nello stesso periodo nel segmento degli impianti centralizzati si è avuta una leggera crescita di quelli alimentati a GPL (+10%), mentre sia quelli alimentati a biomassa sia quelli alimentati a elettricità sono raddoppiati.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Stock famiglie centralizzato (n. famiglie)</b>															
Gasolio	57 032	52 225	64 326	62 582	66 663	67 017	78 316	67 979	63 244	61 744	61 709	61 640	62 130	61 560	60 990
GPL	4 919	10 283	11 260	13 064	8 883	9 322	10 746	8 764	5 932	7 633	8 481	8 481	7 011	6 287	5 564
Energia elettrica	2 842	2 889	2 941	3 017	3 095	3 181	3 318	3 493	3 673	3 863	4 042	4 111	4 632	5 658	6 683
Biomassa	2 357	2 427	2 498	2 568	2 638	2 718	2 810	2 932	3 077	3 251	3 467	3 467	4 386	4 936	5 487
<b>Stock famiglie autonomo (n. famiglie)</b>															
Gasolio	51 588	30 050	41 282	36 089	49 800	48 175	58 010	50 252	53 661	44 876	42 138	41 793	32 739	29 646	26 552
GPL	90 627	115 989	151 488	156 541	141 655	142 229	175 132	137 374	105 183	113 247	117 582	116 687	101 386	101 247	101 118
Energia elettrica*	52 996	56 473	61 804	68 763	73 191	77 555	82 975	87 311	90 399	93 909	97 230	97 673	101 193	99 348	97 504
Biomassa*	81 101	78 967	78 624	79 090	80 654	87 418	92 368	96 081	100 196	104 229	108 164	112 695	145 090	150 563	156 035

\* Comprende apparecchi utilizzati come principale sistema di riscaldamento e come sistema ausiliario

Fonte: elaborazioni REF-E

Tabella 1. Sardegna: stock di impianti di riscaldamento nelle abitazioni, 2001-2015 (n° famiglie)

Molto più significative le dinamiche degli stock di impianti di riscaldamento nel segmento degli impianti autonomi che nel periodo considerato hanno visto il dimezzamento di quelli

<sup>2</sup> Elaborazione su dati della survey REF-E sul mercato della climatizzazione disponibili fino al 2015.

alimentati a gasolio, un aumento del 10% di quelli alimentati a GPL, e il raddoppio sia di quelli alimentati a biomasse sia di quelli alimentati a energia elettrica. Nel 2015, nel segmento impianti autonomi, quelli alimentati a biomasse pesavano per il 41.3%, quelli a GPL per il 26.7%, quelli elettrici per il 25.8% e quelli alimentati a gasolio per il 7%.

Nella **Tabella 2** che segue, per il periodo 2000-2015, si evidenziano i consumi finali di energia del settore residenziale contendibili dal gas naturale, quelli per riscaldamento, acqua calda sanitaria (ACS) e uso cucina.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	/ar. 2001-2015
<b>Centralizzato</b>	<b>59.5</b>	<b>63.2</b>	<b>64.4</b>	<b>61.8</b>	<b>84.8</b>	<b>81.8</b>	<b>82.0</b>	<b>81.8</b>	<b>67.6</b>	<b>60.4</b>	<b>55.6</b>	<b>47.3</b>	<b>53.0</b>	<b>52.5</b>	<b>54.1</b>	<b>-9%</b>
Gasolio	46.3	45.1	47.7	43.1	69.6	66.7	66.5	65.5	54.3	45.5	40.2	32.5	37.5	36.7	38.0	-18%
GPL	6.8	11.3	9.8	11.5	7.8	7.8	8.3	8.9	5.6	6.8	7.0	6.4	6.9	6.2	5.6	-16%
Energia elettrica	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.7	2.0	12%
Biomassa	4.6	5.0	5.4	5.7	5.9	5.9	6.0	6.2	6.4	6.7	7.1	7.1	7.2	7.8	8.4	82%
<b>Autonomo</b>	<b>401.8</b>	<b>394.3</b>	<b>408.3</b>	<b>415.7</b>	<b>435.4</b>	<b>431.3</b>	<b>452.7</b>	<b>461.6</b>	<b>425.1</b>	<b>419.9</b>	<b>415.5</b>	<b>407.7</b>	<b>418.1</b>	<b>414.6</b>	<b>415.5</b>	<b>3%</b>
Gasolio	41.9	26.0	30.6	24.8	52.0	47.9	49.2	48.4	46.0	33.0	27.4	22.0	19.8	17.7	16.5	-61%
GPL	124.5	127.7	131.4	138.2	124.9	119.7	135.1	139.4	99.0	101.1	96.8	88.7	99.9	100.2	102.7	-18%
Energia elettrica	34.0	33.6	33.6	34.3	34.4	33.6	32.3	32.0	32.5	32.5	32.4	32.1	30.6	29.6	29.6	-13%
Biomassa	201.4	207.0	212.6	218.3	224.1	230.1	236.0	241.8	247.6	253.3	258.9	264.9	267.8	267.2	266.6	32%
<b>Totale</b>	<b>461.3</b>	<b>457.5</b>	<b>472.7</b>	<b>477.5</b>	<b>520.2</b>	<b>513.1</b>	<b>534.7</b>	<b>543.4</b>	<b>492.7</b>	<b>480.3</b>	<b>471.1</b>	<b>455.0</b>	<b>471.1</b>	<b>467.1</b>	<b>469.6</b>	<b>2%</b>

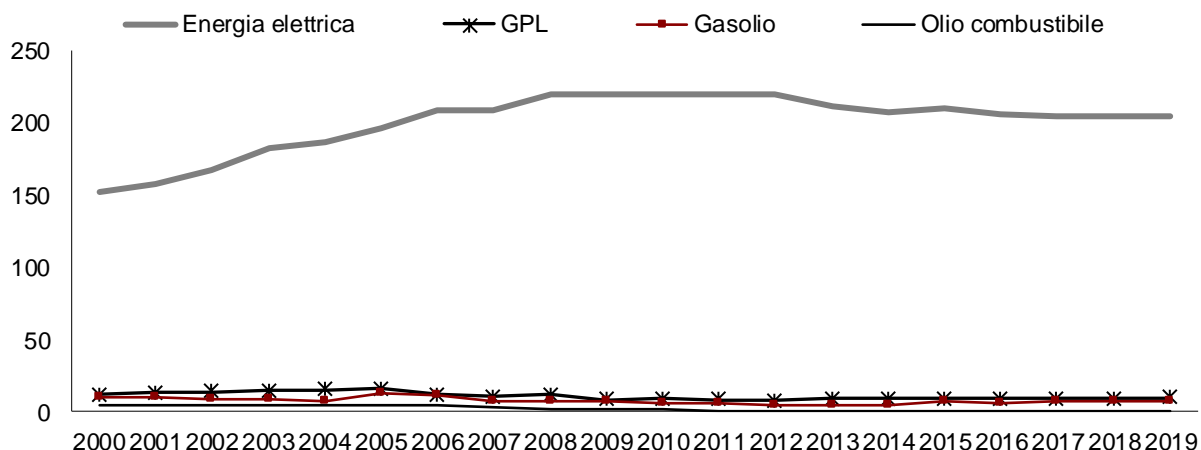
Fonte: elaborazioni REF-E

Tabella 2. Sardegna: consumi finali di energia per riscaldamento (riscaldamento, ACS, cucina) – dati non normalizzati per effetto temperature, 2001-2015 (ktep)

In particolare, la **Tabella 2** mostra che nel 2015 i consumi del residenziale contemplati sono attribuibili per l'88.5% (415 ktep) alle abitazioni con impianti autonomi e per l'11.5% (54 ktep) a quelle con impianti centralizzati. Inoltre, si può evidenziare che nel 2015 i consumi elettrici attribuibili a usi per riscaldamento e ACS, pari a 32 ktep, costituivano il 17% di quelli complessivi del settore residenziale.

### 1.3 Settore terziario

I consumi di energia del settore terziario in Sardegna sono caratterizzati da un elevatissimo tasso di penetrazione elettrica (**Figura 7**) che è superiore al 90% rispetto a un valore di circa il 50% a livello nazionale. I consumi di gasolio e GPL per il settore terziario nel complesso ammontano a circa 16 ktep nel 2019.



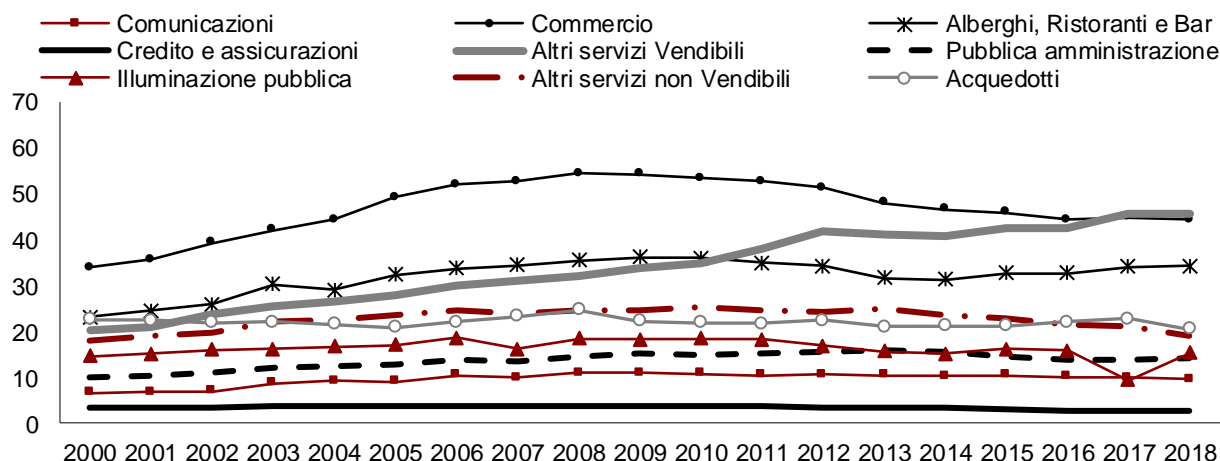
Fonte: Enea e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse

Figura 7. Sardegna: consumi finali di energia nel settore terziario, 2000-2019 (ktep)

Risulta, quindi, particolarmente significativa l'analisi dei consumi elettrici nei diversi comparti del terziario in Sardegna (vedi **Figura 8**). Il commercio rimane il comparto del terziario con i maggiori consumi elettrici pari a 44 ktep nel 2018<sup>3</sup> (circa il 22% del totale). In questo comparto i consumi elettrici hanno avuto un *trend* di crescita fino al 2008 con una successiva inversione di tendenza che li ha portati a ridursi del 18% circa nella decade seguente. Anche i consumi elettrici delle attività del terziario, raccolte nella voce "altri servizi vendibili" pesano per il 22% sul totale nel 2018 e hanno mostrato una crescita costante fino al 2018, anno in cui i consumi sono stati pari a 46 ktep. Al terzo posto il comparto "alberghi, ristoranti e bar" che nel 2018 ha avuto consumi elettrici per 34 ktep, pari al 17% del settore. Molto rilevanti sono anche i consumi elettrici dei comparti del terziario che svolgono attività di carattere pubblico o di servizi pubblici; e in particolare le attività dei servizi idrici e per "altri servizi non vendibili" che pesano complessivamente per il 21% nel 2018, seguite dai consumi della pubblica amministrazione e quelli per l'illuminazione pubblica che pesano nel complesso per il 14% circa.

<sup>3</sup> Gli ultimi dati disponibili per i consumi finali di energia elettrica nei diversi comparti del settore terziario fanno riferimento al 2018. Tuttavia, le stime REF-E per il 2019 prevedono un consumo finale di energia nel settore terziario pari a circa 204 ktep.





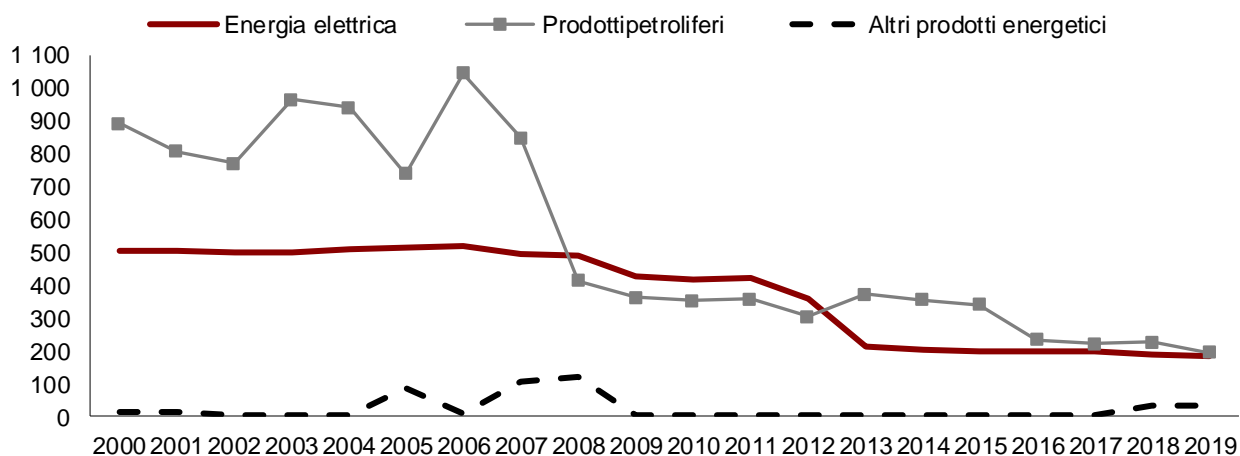
Fonte: elaborazione REF-E su dati Terna

Figura 8. Sardegna: consumi di energia elettrica nei comparti del settore terziario, 2000-2018 (ktep)

### 1.4 Settore industriale

I consumi finali di energia dell'industria in Sardegna riflettono il radicale processo di ridimensionamento di questo settore di attività economiche. Nel 2000 i consumi complessivi dell'industria, pari a circa 1.400 ktep, erano coperti da 501 ktep di energia elettrica (36%), circa 890 ktep di prodotti petroliferi (54%)

Nel 2019 i circa 410 ktep di consumi finali di energia dell'industria sarda sono coperti da 183 ktep di energia elettrica (45%), da circa 194 ktep di prodotti petroliferi (48%) e da 30 ktep di consumi di altri prodotti energetici (7%) che oggi sono costituiti quasi esclusivamente da combustibili solidi a cui si aggiungono piccolissime quote di calore derivato e i consumi della prima utenza di GNL della Sardegna. Dal 2000 al 2019 i consumi di prodotti petroliferi nel settore industriale si sono ridotti a poco più di un quinto di quelli iniziali (-78%) e quelli elettrici a circa un terzo di quelli del 2000 (-63%), come mostrato nella **Figura 9**.



Fonte: Enea e stime REF-E su dati Terna, Enea, Mse, e Regione Sardegna

Figura 9. Sardegna: consumi finali di energia nel settore industriale, 2000-2019 (ktep)

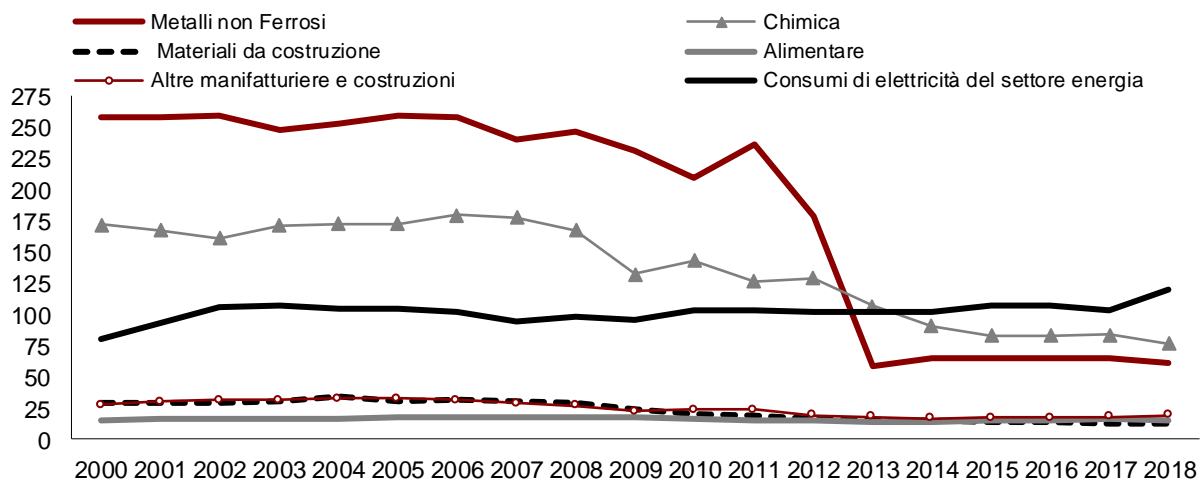
I dati sui consumi elettrici dei diversi settori di attività industriali consentono di cogliere alcune delle principali dinamiche di trasformazione nei consumi di energia in questo macrosettore (**Figura 10**).

Nel 2000, i consumi elettrici del settore dei metalli non ferrosi (principalmente lavorazione di minerali di alluminio) ammontavano a 257 ktep, pari al 44% dei consumi elettrici dell'industria. Nel 2018<sup>4</sup> questi consumi si sono ridotti a 61 ktep, meno di un quarto di quelli del 2000, con un peso del 20%. Nel 2000 il secondo settore industriale per consumi elettrici della Sardegna era quello della chimica che consumava 170 ktep, pari a quasi il 30% dei consumi elettrici industriali dell'isola. Nel 2018 i consumi elettrici della chimica si sono più che dimezzati e pesano per il 25% superando quelli del comparto metalli non ferrosi. Il terzo comparto per importanza è quello definito "consumi di energia elettrica del settore energia" che nelle statistiche energetiche non fa parte dei consumi finali, e che comprende estrazione di combustibili, raffinazione e cokerie, elettricità e gas. Nel caso della Sardegna sono prevalentemente costituiti dai consumi della raffineria di Sarroch. Nel 2000 i consumi di energia elettrica per le suddette attività erano pari a circa 80 ktep (14% del totale), mentre nel 2018 hanno superato quelli per i metalli non ferrosi e per la chimica, con più di 120 ktep (quasi il 40% del totale).

Oltre ai tre settori prevalenti descritti sopra, nei consumi elettrici dell'industria sono significativi quelli delle industrie dei materiali da costruzione e quelli delle industrie agroalimentari. Il settore materiali da costruzione nel 2018 fa registrare consumi elettrici per 12 ktep (4.1% del totale), consumi che si sono più che dimezzati rispetto a quelli del 2000. Il comparto delle industrie agroalimentari nel 2018 ha avuto consumi elettrici per 15 ktep (5%), ed è l'unico settore che ha mantenuto lo stesso livello dei consumi del 2000. I consumi elettrici di tutti gli altri settori industriali della Sardegna sono passati da 28 ktep nel 2000 a 19 ktep nel 2018 e oggi pesano per circa il 6%.

---

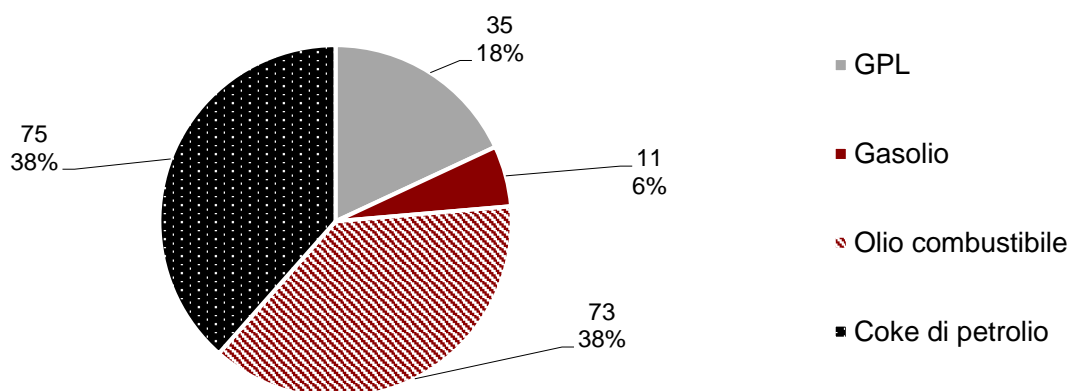
<sup>4</sup> I dati di Terna per i consumi di energia elettrica regionali suddivisi per i comparti del settore industriale sono disponibili fino al 2018.



Fonte: elaborazione REF-E su dati Terna

Figura 10. Sardegna: consumi di energia elettrica nei comparti del settore industriale, 2000-2018 (ktep)

Per quanto riguarda i consumi finali per usi termici delle diverse tipologie di prodotti petroliferi nel settore industriale a livello regionale, questi sono stati pari a circa 194 ktep nel 2019, suddivisi tra GPL, gasolio, olio combustibile e coke di petrolio così come mostrato in **Figura 11**.



Fonte: elaborazione e stime REF-E su dati MSE, Terna, Enea, GSE e RSE

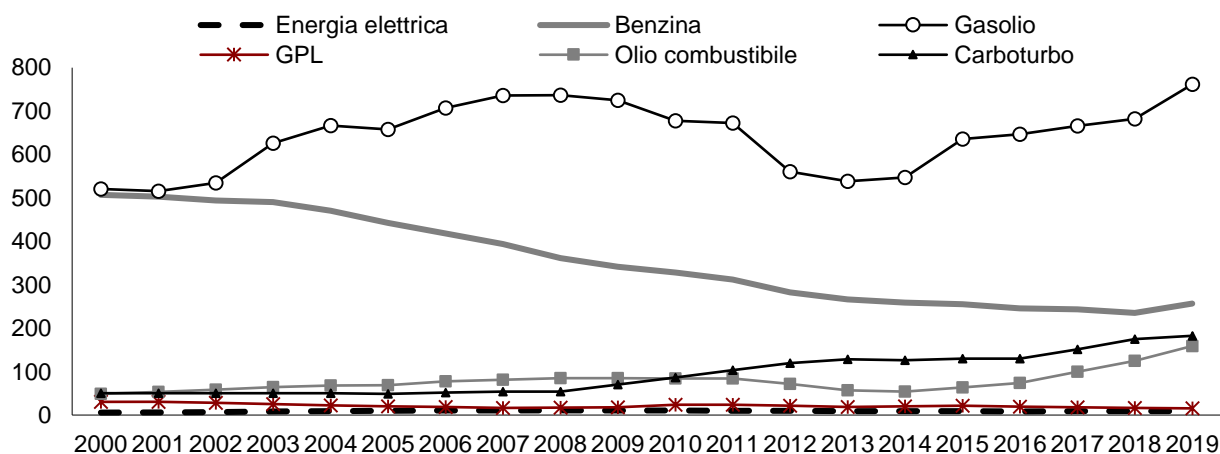
Figura 11. Sardegna: consumi finali di prodotti petroliferi nell'industria, 2019 (ktep e %)

Nel 2019 l'olio combustibile e il coke di petrolio costituiscono i due prodotti petroliferi più utilizzati con un consumo ciascuno di circa 75 ktep (pari al 38%). Segue per importanza nei consumi finali dell'industria l'utilizzo del GPL per 35 ktep (18%). Infine, il gasolio, con 11 ktep nel 2019, pari a circa il 6% dei consumi finali dei prodotti petroliferi dell'industria. In termini generali si può evidenziare che la prevalenza dei consumi finali di prodotti petroliferi dell'industria sarda ha origine da prodotti legati alla presenza nell'isola di un grande impianto di raffinazione del petrolio a Sarroch. Si tratta in particolare del coke di petrolio e altri prodotti petroliferi. L'uso di alcuni di questi prodotti (come il coke di petrolio) si caratterizza anche

per il fatto che in alcuni casi hanno un utilizzo sia energetico sia di processo in alcuni ambiti specifici nei settori della chimica o dei materiali da costruzione come il cemento.

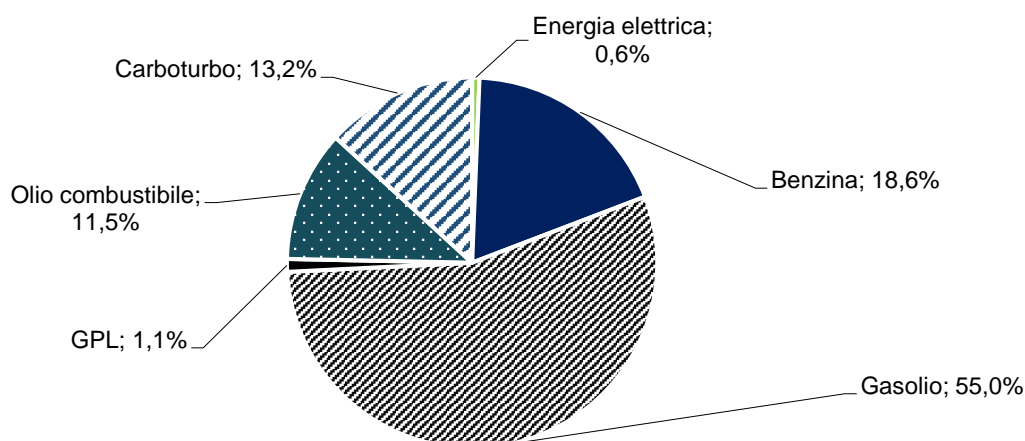
## 1.5 Settore dei trasporti

Dal 2000 al 2019 il volume complessivo dei consumi di energia per trasporti è rimasto sostanzialmente stabile con un valore medio di circa 1.250 ktep, che sono coperti al 99% da prodotti petroliferi (**Figura 12**). Nel 2019 tale valore è stato di circa 1.380 ktep. Il principale prodotto petrolifero, utilizzato per diverse modalità di trasporto, è il gasolio che nel periodo considerato è passato da circa 500 a 760 ktep con un incremento del 50%. Nel 2019 Il peso del gasolio nei consumi di energia per trasporti della Sardegna è stato del 55% rispetto a un valore del 43% nel 2000 (**Figura 13**). Oggi il secondo prodotto petrolifero è la benzina, utilizzata quasi esclusivamente nel trasporto stradale leggero, che nei primi anni 2000 registrava un consumo di poco superiore al gasolio. In diciannove anni, con un *trend* costante, i consumi di benzina della Sardegna si sono dimezzati da 507 a 257 ktep. Il peso della benzina è passato dal 45% al 19%.



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 12. Sardegna: consumi finali di energia nel settore dei trasporti, 2000-2019 (ktep)

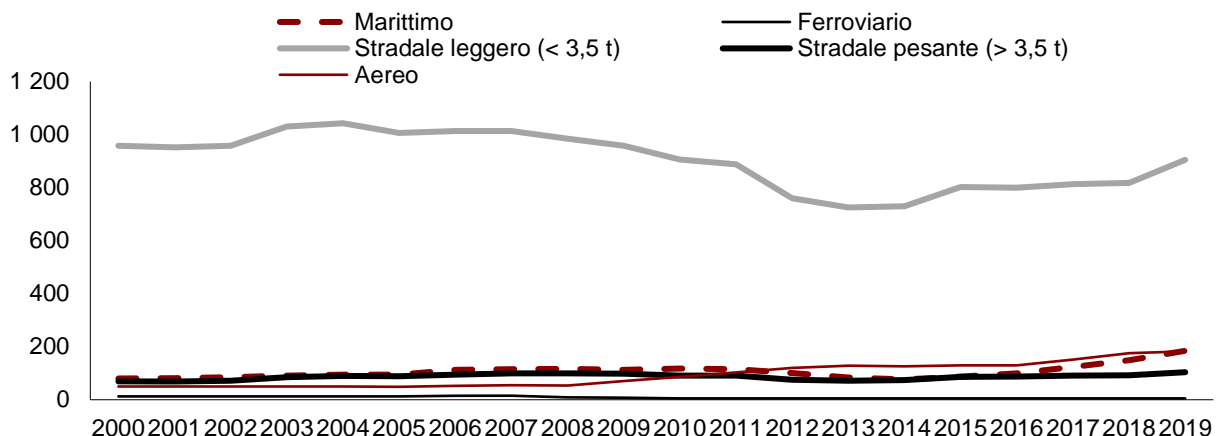
Nel 2019 il carboturbo, utilizzato esclusivamente nel trasporto aereo, fa registrare consumi per circa 183 ktep, pari al 13% dei consumi per trasporti che hanno avuto un *trend* di crescita quasi del 300% rispetto al 2000 (50 ktep). I consumi di olio combustibile, utilizzato esclusivamente nel trasporto marittimo, pesano per l'11% pari a circa 160 ktep nel 2019. I consumi di GPL per autotrazione in Sardegna nel 2019 sono stati 15 ktep, pari a poco più dell'1% dei consumi per trasporti facendo registrare una flessione del 49% nel periodo considerato. Molto limitati, come già visto, i consumi elettrici per trasporti in Sardegna, 9 ktep (0.6%).



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse e Regione Sardegna  
 Figura 13. Sardegna: consumi finali di energia nel settore dei trasporti, 2019 (%)

L'analisi per modalità dei consumi di energia per trasporti in Sardegna (**Figura 14**) mostra che i consumi per il trasporto stradale leggero (inferiore alle 3.5 tonnellate) nel 2019, di 905 ktep (65% del totale), sono preponderanti rispetto a quelli delle altre modalità, seppure abbiano subito una riduzione del 6% circa rispetto al 2000 (958 ktep). All'interno di questo segmento oggi l'80% è costituito da consumi di gasolio, il 28% dalla benzina e il 2% dal GPL. Nel 2019 il trasporto stradale pesante assorbe circa l'8% dei consumi di energia per trasporti con circa 104 ktep costituiti quasi esclusivamente da gasolio<sup>5</sup>. I consumi per il trasporto aereo assorbono il 13% dei consumi di energia per trasporti con circa 183 ktep costituiti quasi esclusivamente da carboturbo. Il trasporto marittimo, infine, costituisce anch'esso circa il 13% dei consumi di energia nei trasporti pari a circa 185 ktep, coperti per l'85% da olio combustibile e per il restante 15% da gasolio marino. È necessario evidenziare che nel caso dei consumi finali regionali di olio combustibile per la navigazione interna il dato è una stima basata su informazioni raccolte dalla Regione Sardegna a partire da quelle sul traffico navale nei porti dell'isola.

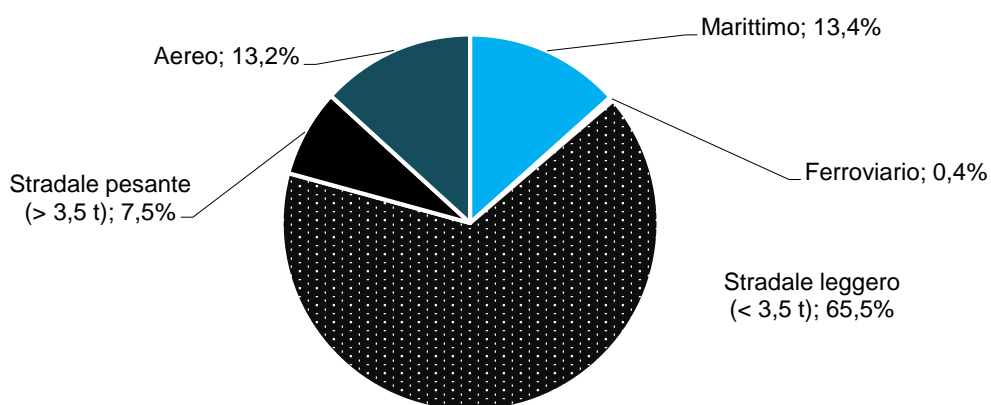
<sup>5</sup> La metodologia di stima dei consumi di gasolio per il trasporto stradale pesante è illustrata nel Capitolo 6.



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse, Regione Sardegna e Meta  
 Figura 14. Sardegna: consumi di energia nei trasporti per modalità, 2000-2019 (ktep)

In questo caso, dal punto di vista statistico, il dato non corrisponde a forniture di olio combustibile avvenute in Sardegna, ma quasi esclusivamente a forniture avvenute in altri porti per il traffico navale verso l'isola. Ciò è confermato dalle informazioni raccolte presso istituzioni e operatori del settore in base alle quali da alcuni anni non è più attivo, presso i porti sardi, il servizio di bunkeraggio di olio combustibile. Tale tipo di servizio è stato attivato a fine 2019 dalla Saras nel porto di Cagliari. Come già visto il trasporto ferroviario assorbe circa 10 ktep coperti da gasolio.

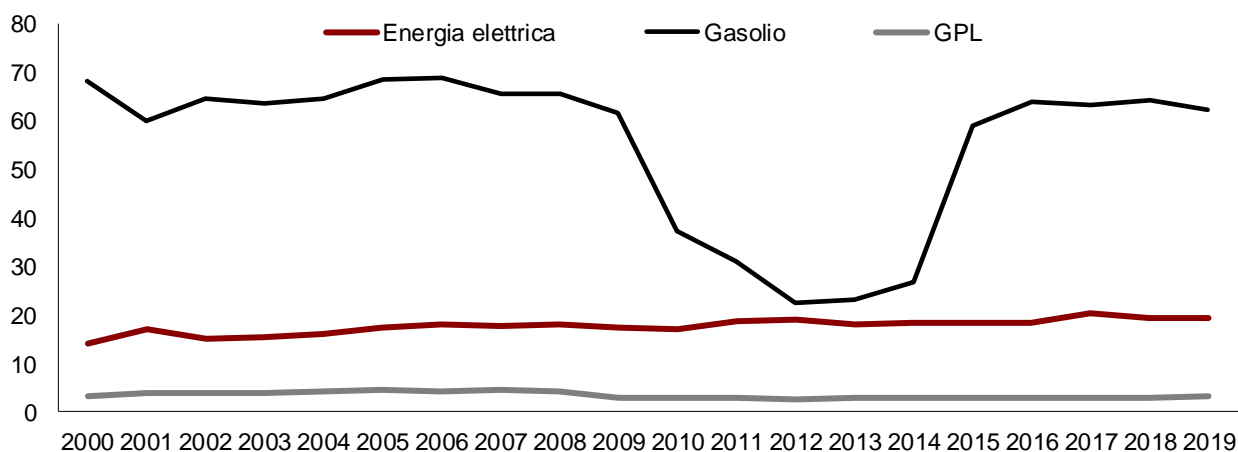
All'interno della **Figura 15** è riportato specularmente il *mix* sardo dei consumi finali di energia nel settore dei trasporti per ogni modalità, con riferimento all'anno 2019.



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, MSE, Enea, Gse, Regione Sardegna e Meta  
 Figura 15. Sardegna: consumi finali di energia nel settore trasporti per modalità, 2019 (%)

## 1.6 Settore agricoltura e pesca

I consumi finali di energia nel settore dell'agricoltura e della pesca ammontano a circa 84 ktep nel 2019, stabili ai livelli del 2000 dopo la caduta registrata tra gli anni 2010 e 2014 dovuta alla riduzione dei consumi di gasolio nel settore. Nel 2019, la quota di gasolio è stata pari al 74% (62 ktep), al 23% quella dell'energia elettrica (19 ktep) e al 3% (3 ktep) quella del GPL.



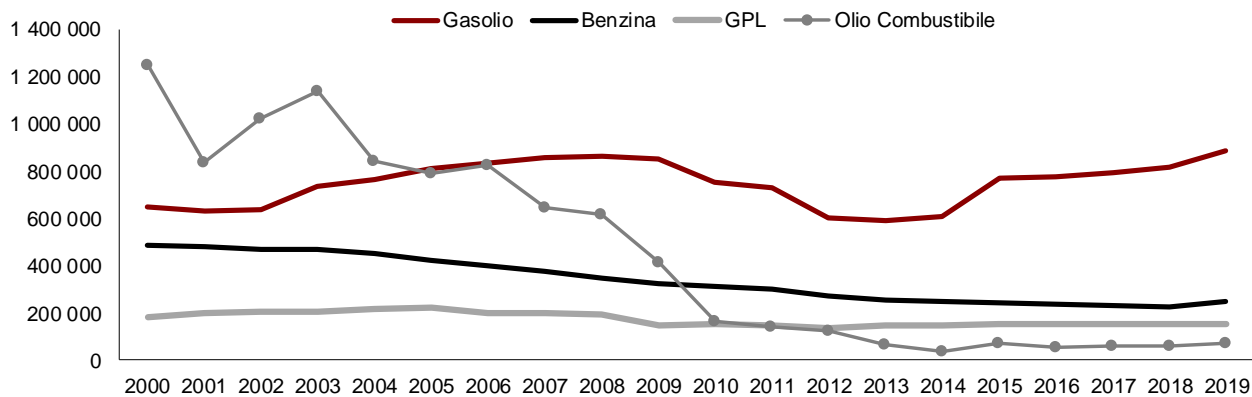
Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Terna, Mse, Enea, e Regione Sardegna

Figura 16. Sardegna: consumi finali di energia in agricoltura e pesca, 2000-2019 (ktep)

## 1.7 Vendite di prodotti petroliferi in Sardegna 2000 – 2019

L'analisi dei dati sulle vendite delle diverse tipologie di prodotti petroliferi resi disponibili dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) a livello regionale, costituiscono la base fondamentale di partenza delle statistiche energetiche sui consumi settoriali e per le valutazioni preliminari sui potenziali di penetrazione del gas naturale negli usi civili, industriali e per il trasporto (navale e terrestre) in Sardegna.

La **Figura 17** mostra l'andamento disaggregato nelle vendite delle tipologie di prodotti petroliferi (gasolio, benzina, GPL e olio combustibile) registrate dalle statistiche del MiSE nella Sardegna dal 2000 al 2019.

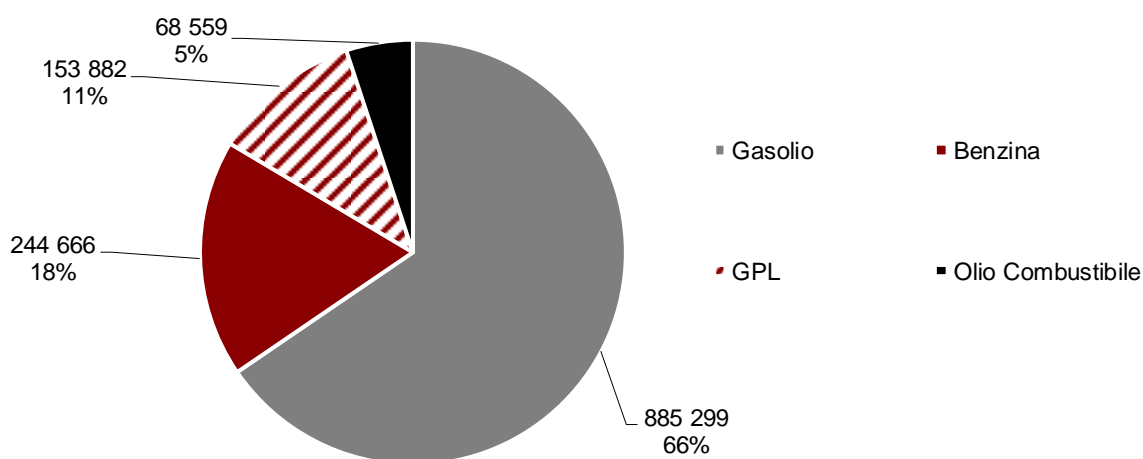


Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 17. Sardegna: vendite di prodotti petroliferi, 2000-2019 (t)

Il gasolio rimane a oggi il prodotto petrolifero prevalente all'interno del *mix* delle vendite, seguito dalla benzina, dal GPL e solo in ultimo dall'olio combustibile (che fino al 2004 occupava invece il primo posto).

Sulla base dei dati del MiSE, nel 2019 (**Figura 18**), il volume complessivo di vendite di prodotti petroliferi nella Sardegna è stato di circa 1.352.00 tonnellate, di cui il 66% di gasolio (885.300 t), il 18% di benzina (244.670 t), l'11% di GPL (153.880 t) e il 5% di olio combustibile (68.560 t). Tali statistiche non comprendono i consumi di prodotti petroliferi per bunkeraggio.

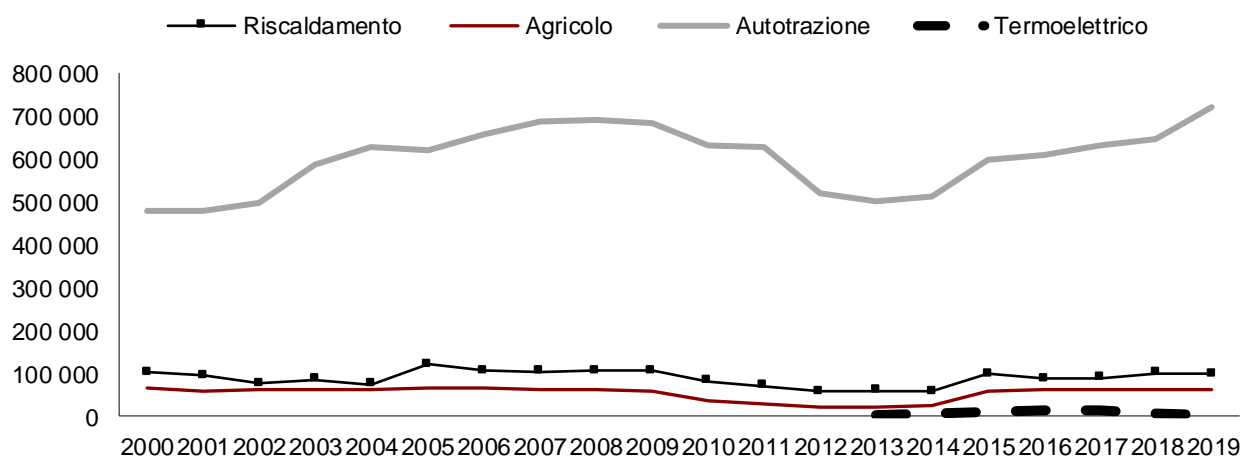


Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 18. Sardegna: vendite di prodotti petroliferi, 2019 (t e %)

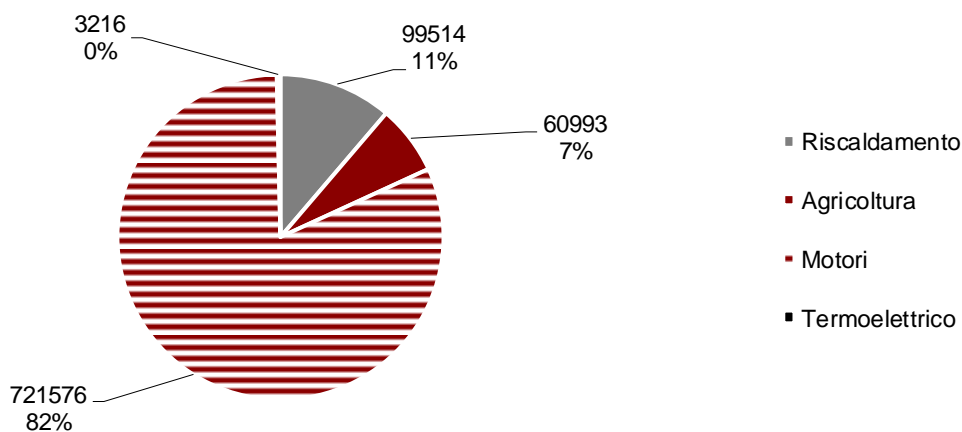


L'aggregato più importante è quello dei vari tipi gasolio. Sulla base dei dati del MiSE, come mostrato nelle **Figure 19 e 20**, nel 2019 le vendite complessive di gasolio nella Sardegna sono state di gasolio motori per l'82% (721.576 t), di gasolio per il riscaldamento per l'11% (99.514 t), di gasolio agricolo per il 7% (60.993 t) e per lo 0.4% (3.216 t) di gasolio per la generazione termoelettrica.



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

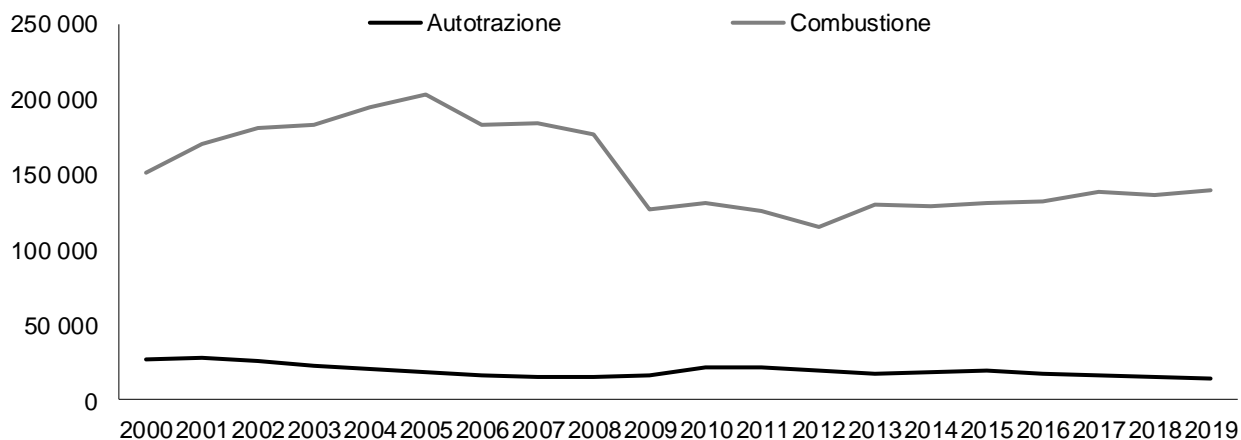
Figura 19. Sardegna: vendite di gasolio, 2000-2019 (t)



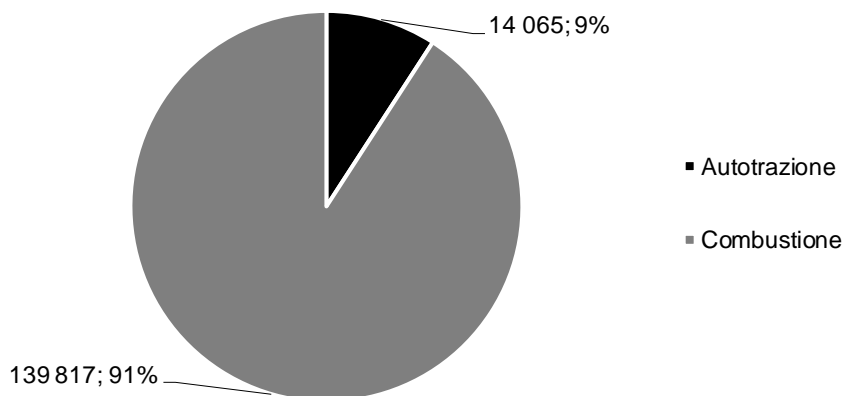
Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 20. Sardegna: vendite di gasolio, 2019 (%)

Per una valutazione preliminare sui potenziali di penetrazione del gas naturale in Sardegna è particolarmente rilevante il ruolo attuale del GPL nei consumi energetici dell'isola. Sulla base dei dati del MiSE, nel 2019 il volume complessivo delle vendite di GPL in Sardegna, è stato poco più di 150.000 tonnellate, per il 9% (14.065 t) per autotrazione e per il 91% (139.800 t) per combustione, come mostrano le **Figure 21 e 22**.

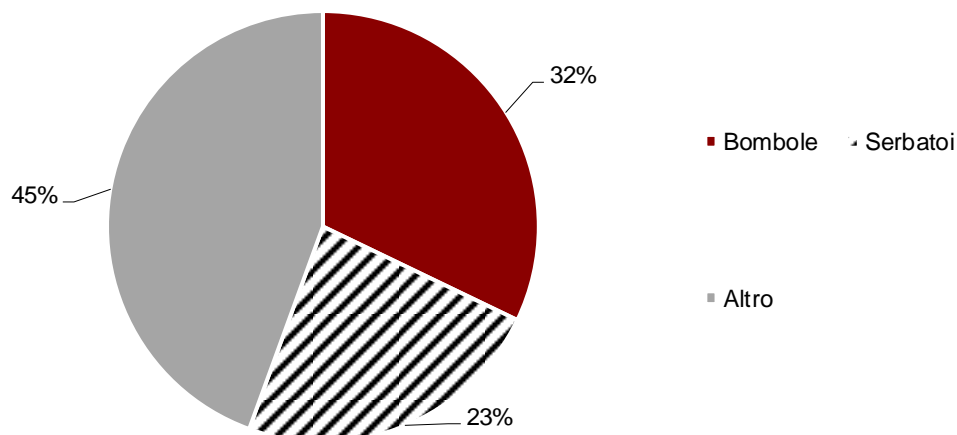


Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE  
 Figura 21. Sardegna: vendite di GPL, 2000-2019 (t)



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE  
 Figura 22. Sardegna: vendite di GPL, 2019 (t e %)

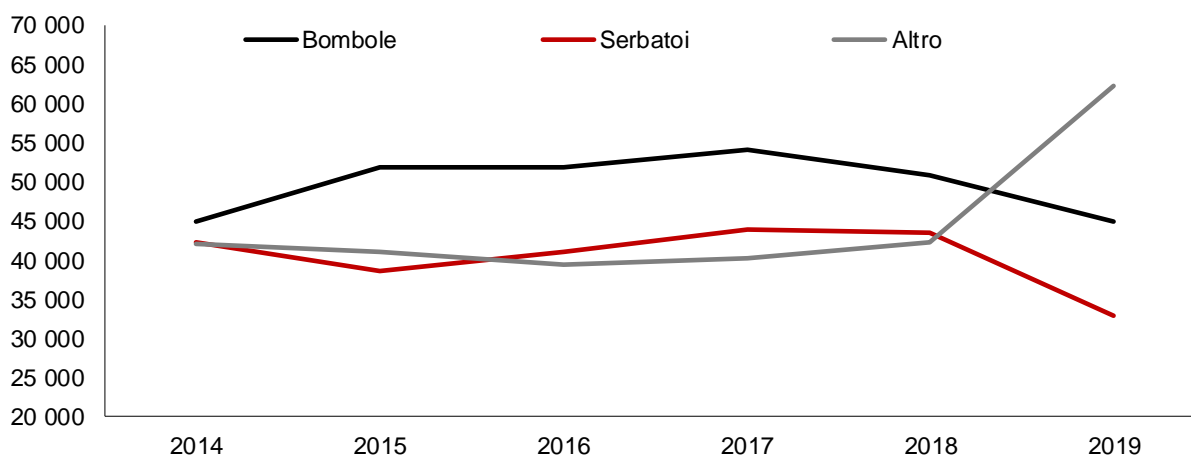
Secondo le statistiche del MiSE nel 2019 il 32% (44.946 t) è stato venduto tramite bombole, il 23% (32.726 t) tramite forniture a serbatoio e il restante 45% (62.145 t) in altri modi, non specificati dalle statistiche del MiSE (**Figura 23**). All'interno di quest'ultimo valore ricadono i volumi di GPL e aria propanata, distribuiti tramite reti di distribuzione di gas, diversi dal gas naturale in esercizio in Sardegn.



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 23. Sardegna: vendite di GPL per modalità, 2019 (%)

L'andamento delle vendite regionali di GPL per modalità, dal 2014 al 2019, è mostrato all'interno della **Figura 24**.



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 24. Sardegna: vendite di GPL per modalità, 2014-2019 (t)

### 1.8 Reti isolate a GPL o ad aria propanata

In base ai dati dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), nel 2019 in Sardegna le reti di distribuzione in concessione hanno erogato 14.3 milioni di metri cubi di gas diversi dal gas naturale (**Figura 25**): di cui circa 11.7 milioni di metri cubi di aria propanata (16.6 ktep) e circa 2.6 milioni di metri cubi di GPL (5.1 ktep).

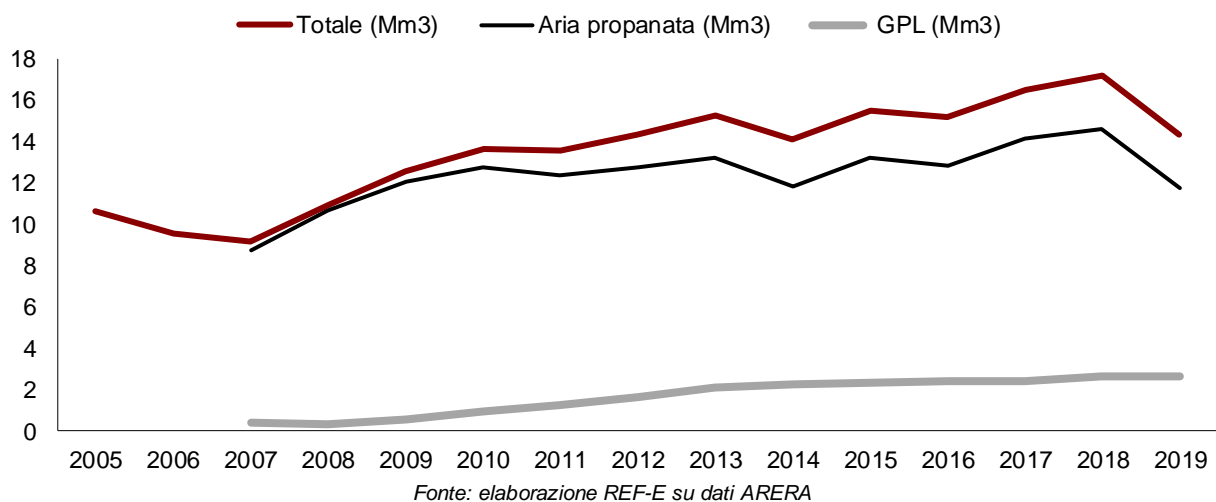


Figura 25. Sardegna: volumi di gas diversi dal gas naturale distribuiti da reti isolate, 2005-2019 (Mm3)

I volumi erogati dalle reti di distribuzione di gas, diversi dal gas naturale, in Sardegna sono passati da circa 10 milioni di metri cubi del 2005 a poco più di 14 milioni nel 2019, pari a circa 21.8 ktep di contenuto energetico (**Figura 26**). Mentre la distribuzione del GPL ha mantenuto un *trend* crescente nel corso degli anni considerati, l'erogazione di aria propanata ha subito un modesto calo dopo aver raggiunto il picco di circa 17 milioni di metri cubi nel 2018 (-20% rispetto al 2019).

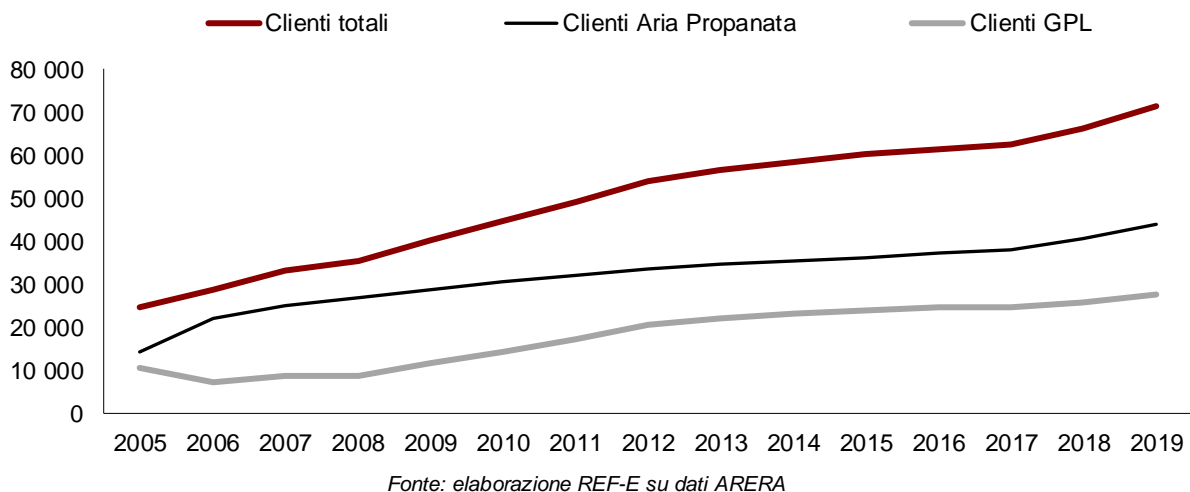
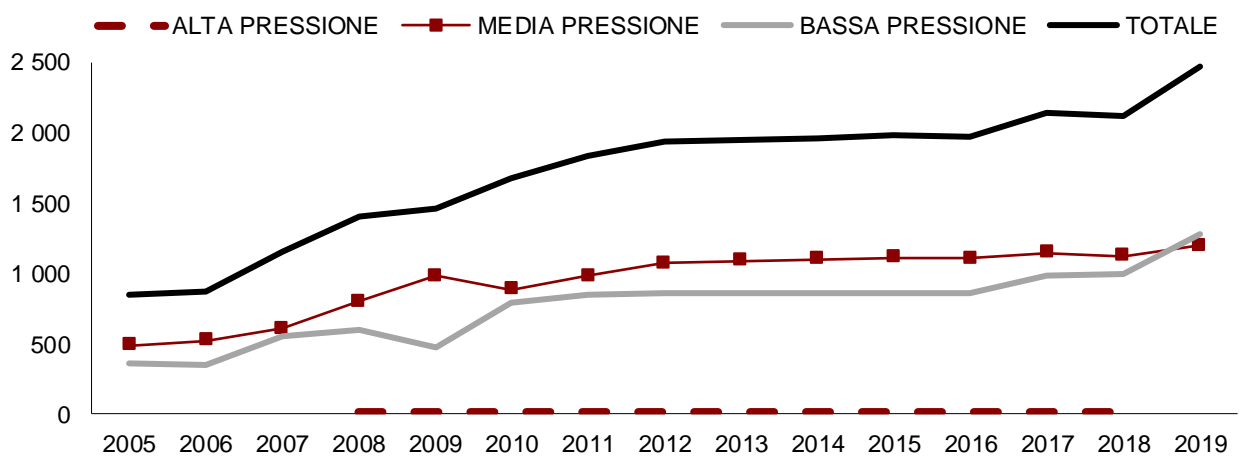


Figura 26. Sardegna: utenze di gas diversi dal gas naturale servite da reti isolate, 2005-2019 (n)

Secondo i dati ARERA, le utenze di reti gas sono passate da 24.500 nel 2005 a 71.500 nel 2019, con un incremento di oltre il 190%. Nel 2019 quasi 44.000 (61%) sono utenti di reti ad aria propanata e 27.700 (39%) di reti a GPL.

Negli ultimi anni, mediamente, le reti che distribuiscono GPL hanno fornito circa 95 mc/utenza all'anno, mentre quelle che distribuiscono aria propanata hanno fornito circa 350 mc/utenza all'anno.

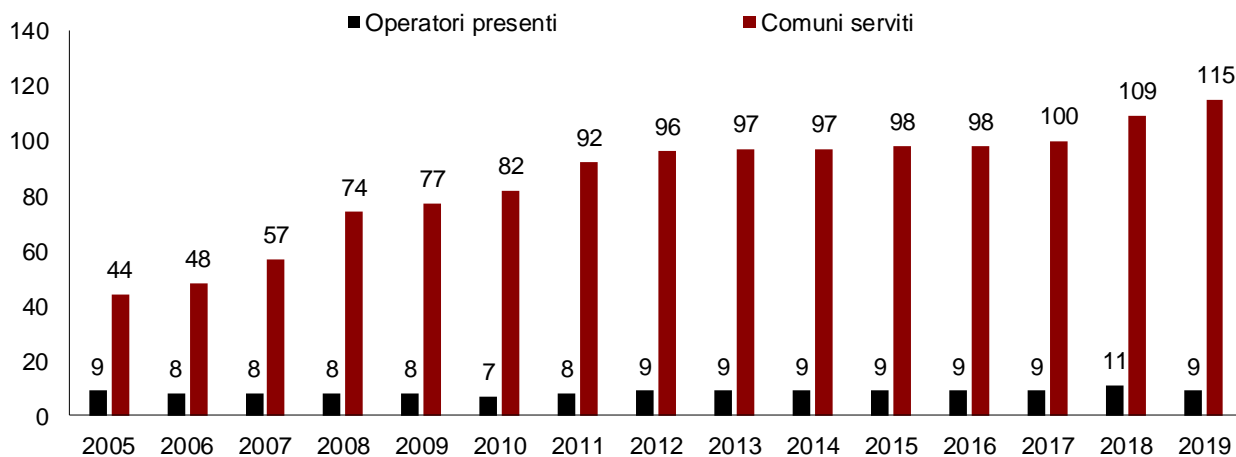
Dal 2005 al 2019, in 15 anni, lo sviluppo delle reti in di distribuzione di gas, diversi dal gas naturale, in Sardegna è quasi triplicato passando da 840 a quasi 2.500 km (**Figura 27**). Nel 2019 circa il 48% sono reti a media pressione, circa il 51 % sono reti a bassa pressione, mentre solo lo 0.3% sono reti ad alta pressione. Per le reti sarde il rapporto tra estensione lineare e numero di utenti serviti oggi è, mediamente, pari a circa 35 metri lineari per utente servito.



Fonte: elaborazione REF-E su dati ARERA

Figura 27. Sardegna: sviluppo reti di distribuzione di gas diversi dal gas naturale, 2005-2019 (km)

Secondo i dati ARERA dal 2005 al 2019 i Comuni serviti da reti gas sono passati da 44 a 115 (+161%). Nel 2019, sono 9 gli operatori che gestiscono le reti di distribuzione in esercizio (**Figura 28**).



Fonte: elaborazione REF-E su dati ARERA

Figura 28. Sardegna: operatori e comuni serviti da reti di distribuzione di gas diversi dal gas naturale, 2005-2019 (n)

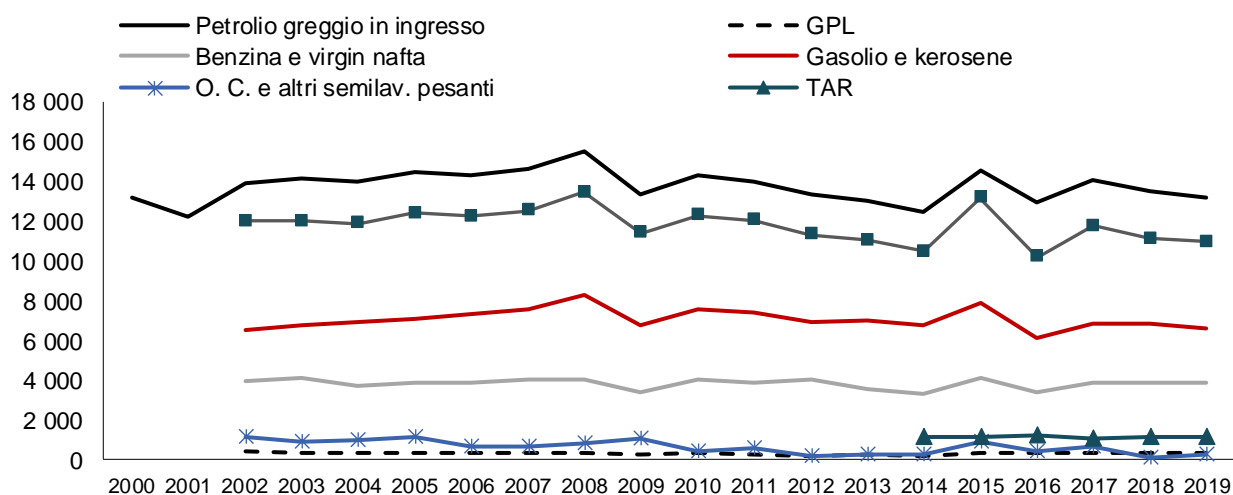
## 2. Consumi per le trasformazioni energetiche in Sardegna

### 2.1 Consumi per la raffinazione e mercato regionale dei prodotti petroliferi

L'attività di raffinazione svolta dall'impianto SARAS di Sarroch rappresenta il principale comparto di trasformazione di risorse energetiche della Sardegna. La raffineria SARAS ha assorbito tra il 2000 e il 2019, mediamente 14 milioni di tonnellate di greggio l'anno (**Figura 29**). La produzione di prodotti petroliferi è mediamente di 12 milioni tonnellate all'anno, circa 7 volte l'attuale domanda complessiva di prodotti petroliferi dell'isola negli ultimi anni (circa 1.5 milioni di tonnellate all'anno in media).

I volumi di gasolio e benzine prodotti dalla raffineria sono dieci volte superiori a quelli assorbiti dal mercato sardo e, quindi, destinati prevalentemente ai mercati nazionale e internazionale dei prodotti petroliferi. Nel 2019 i volumi prodotti di gasolio e kerosene sono stati pari a 7.5 milioni di tonnellate, mentre quelli di benzina e *virgin nafta* sono stati pari a 4 milioni di tonnellate. Nel caso degli olii combustibili e del GPL i volumi prodotti dalla raffineria sono dello stesso ordine di grandezza di quelli assorbiti dal mercato sardo. Nel 2019 i volumi prodotti di olii combustibili e altri semilavorati pesanti sono stati pari a circa 600 mila tonnellate, mentre quelli di GPL pari a quasi 300 mila tonnellate. La produzione totale di TAR (il residuo pesante della distillazione del petrolio grezzo) è stata pari a circa 1 milione di tonnellate nel 2019. Tale prodotto è destinato al processo di gassificazione per la produzione di *Syngas* destinato alla generazione termoelettrica (illustrato nel paragrafo successivo).

Il mercato energetico sardo, in particolare per i consumi finali del settore industria, costituisce inoltre uno sbocco rilevante per alcuni sottoprodotti dell'attività di raffinazione dell'impianto di Sarroch, come nei casi del gas di raffineria, del Pet coke e dello zolfo.



Fonte: elaborazioni REF-E su dati UP, Regione Sardegna e Saras

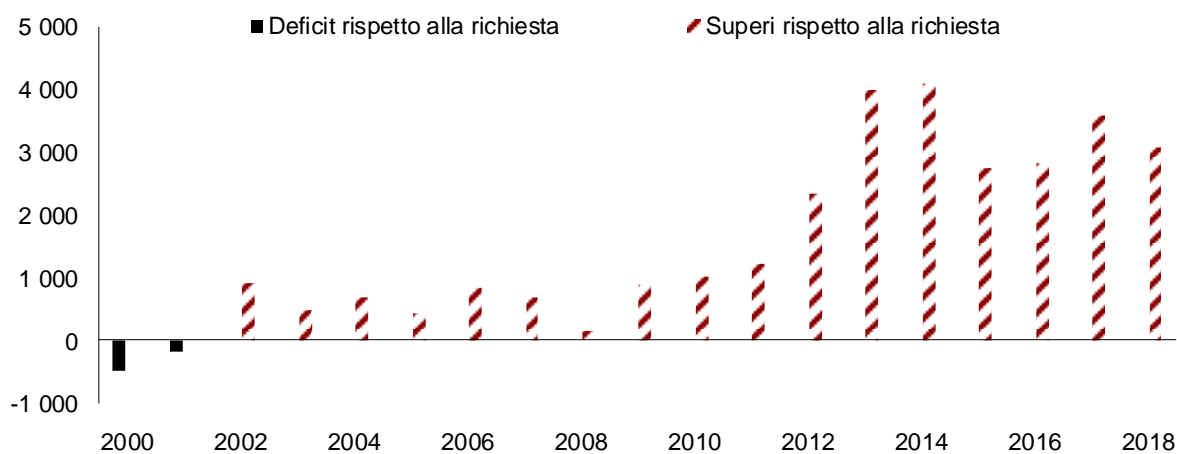
Figura 29. Sardegna: attività di raffinazione, 2000-2019 (kt)

I prodotti della raffineria non sono l'unica fonte di approvvigionamento di prodotti petroliferi per il mercato regionale, sull'isola sono presenti una serie di depositi costieri di oli minerali localizzati nei porti di Oristano, Porto Torres, Porto Vesme, e Porto Foxi - Sarroch, che costituiscono un'alternativa per l'approvvigionamento di Benzina, gasoli, GPL e olii combustibili da parte dei grossisti e degli operatori commerciali che operano nella vendita agli utenti finali nei vari settori di utilizzo.

Il mercato regionale viene prevalentemente rifornito dai prodotti della raffineria che vengono ceduti ai grossisti che operano presso i depositi dell'isola spesso con contratti di permuta (*swap* fisico) presso altri depositi di prodotti petroliferi al di fuori della Sardegna.

## 2.2 Consumi del settore termoelettrico

Con riferimento al settore della generazione elettrica, l'analisi non può assumere solo una dimensione regionale, per la natura stessa dell'assetto infrastrutturale e del mercato italiano. In particolare, con l'avvio del SAPEI la Sardegna è divenuta una regione esportatrice di energia elettrica, anche a fronte di una domanda interna calante (**Figura 30**).

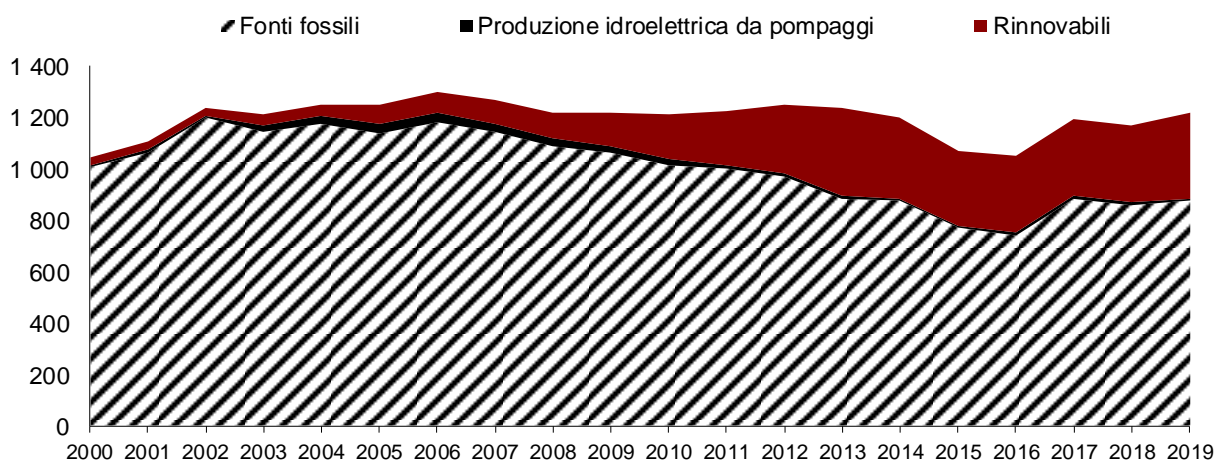


Fonte: elaborazione REF-E su dati Tema

Figura 30. Sardegna: saldo import-export regionale di elettricità, 2000-2018 (GWh)

A fronte di una produzione relativamente costante negli anni, dal 2000 al 2019 la quota delle rinnovabili (che rappresenta il 27% del totale) è aumentata notevolmente, superando i 300 ktep nel 2019, a differenza della produzione idroelettrica da pompaggi che rappresenta una minima quota del *mix* con poco più di 9 ktep (1% del totale). La produzione da fonti fossili ha seguito un *trend* decrescente dal 2000 al 2016, per poi stabilizzarsi in media sugli 870 ktep dal 2017. Tuttavia, le fonti fossili continuano a rappresentare la quota più consistente del *mix*, rappresentando quasi il 72% del totale (**Figura 31**).



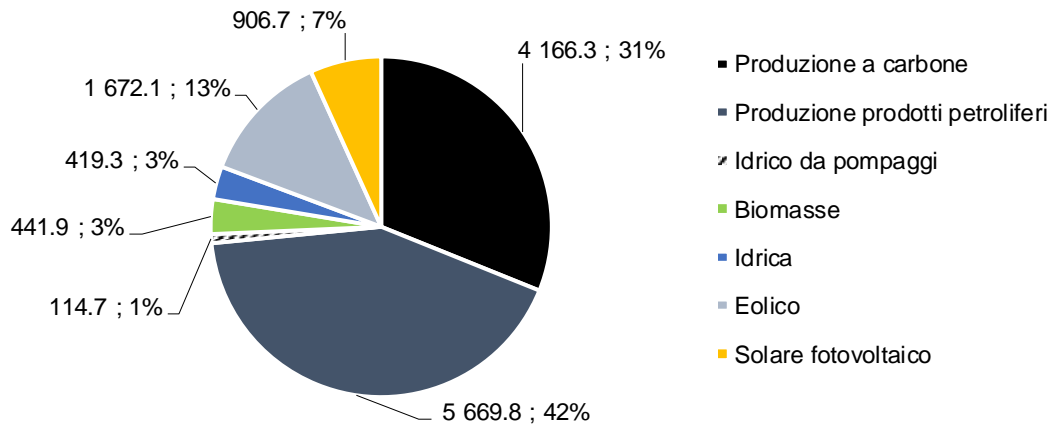


Fonte: elaborazione REF-E su dati Terna

Figura 31. Sardegna: mix della generazione elettrica, 2000-2019 (ktep)

I consumi di energia primaria di fonti fossili per la generazione elettrica da alcuni anni sono costituiti da due componenti: prodotti petroliferi e carbone. I consumi di prodotti petroliferi per la produzione di elettricità sono prevalentemente quelli della centrale Sarlux collegata alla Raffineria di Sarroch. La centrale utilizza quasi esclusivamente gas di raffineria ricavato dalla gassificazione della frazione pesante dei prodotti della raffineria (TAR). L'elettricità prodotta è in parte assorbita dal processo di raffinazione e figura tra i consumi del settore energia e non dei consumi finali dell'industria. La produzione delle centrali sarde a Carbone (Fiumesanto e Sulcis) è assorbita dalla richiesta del mercato a livello regionale e nazionale.

La generazione termoelettrica totale in Sardegna nel 2018 (**Figura 32**) è stata pari a circa 10.300 GWh, coperta per il 95% dall'uso di fonti fossili (circa 9.800 GWh) e per il restante 5% dalle biomasse (440 GWh circa). La produzione fossile si distingue in generazione a carbone, che nel 2018 ha coperto più del 30% del *mix* termoelettrico sardo (oltre 4.000 GWh) e prodotti petroliferi, che nel 2018 hanno costituito oltre il 40% del *mix*, con circa 5.600 GWh. La produzione totale da fonti rinnovabili in Sardegna nel 2018 ha quasi raggiunto i 3.000 GWh, coprendo nel complesso circa il 22% del *mix* di cui 1.672 GWh di eolico, 906 GWh di solare fotovoltaico e 419 GWh di produzione idrica. La produzione idroelettrica da pompaggi, come già accennato, rappresenta soltanto l'1% del totale.



Fonte: elaborazioni REF-E su dati Terna

Figura 32. Sardegna: composizione del mix produttivo, 2018 (GWh)

### 3. Potenziali di penetrazione del metano in Sardegna

La valutazione delle prospettive di penetrazione del gas naturale in Sardegna utilizza come punto di partenza i dati sui consumi di energia 2000-2019 dell'isola analizzati nel Capitolo 1 e lo scenario di riferimento per l'evoluzione dei consumi al 2030 nei diversi settori illustrato nel successivo paragrafo di questo capitolo.

Il principale aggregato *target* di penetrazione del gas naturale nella regione è costituito dai consumi finali di energia di prodotti petroliferi a cui vanno aggiunti i consumi di fonti fossili per la generazione elettrica.

Successivamente si effettuano valutazioni relative a due scenari di penetrazione del gas naturale nei consumi in sostituzione dei prodotti petroliferi utilizzati nei diversi settori, denominati "Base" e "Alta penetrazione". L'analisi sui potenziali di penetrazione prende in considerazione anche le opportunità offerte dal settore della generazione termoelettrica.

Per gli scenari dei potenziali effettivi di penetrazione del gas naturale nei diversi settori si effettua anche una valutazione del ruolo che potranno avere nella metanizzazione della Sardegna le due possibili *supply chain* del gas naturale a valle dell'approvvigionamento di GNL presso gli stoccaggi costieri o galleggianti: 1) quella basata sull'utilizzo di impianti rigassificazione, rete di trasporto del gas naturale e reti di distribuzione; e 2) quella basata sul downstream del GNL (SSLNG) tramite autocisterne criogeniche

La **Figura 33** che segue schematizza le chiavi di lettura utilizzate per effettuare la valutazione di potenziali di penetrazione del gas naturale in Sardegna.



Fonte: elaborazione REF-E

Figura 33. Sardegna: consumi di energia, settori *target* e potenziali di penetrazione per il gas naturale

### 3.1 Scenario di evoluzione dei consumi al 2030

Le previsioni e gli scenari di evoluzione dei consumi finali di energia sono stati costruiti a partire dai dati storici 2000-2019 illustrati nel Capitolo 1 (vedi **Figura 3**). Gli scenari al 2030 sono stati elaborati utilizzando i *trend* degli scenari “base” e “obiettivo” adottati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima dell’Italia<sup>6</sup> notificato dal Governo alla Commissione Europea nei primi giorni del 2020. Le previsioni per l’anno 2020 tengono conto degli effetti della crisi economica indotti dall’emergenza pandemica sui consumi di energia di alcuni settori. Tali effetti in alcuni casi come quello dei trasporti sono attesi anche nei primi anni successivi. Per il complesso dei consumi di energia non si ipotizzano effetti strutturali sulle previsioni degli scenari al 2030.

Ai fini della valutazione dei potenziali di penetrazione del metano in Sardegna tra il 2021 e il 2030 si ritiene adeguata la proiezione dei *trend* settoriali nazionali indicati dagli scenari del PNIEC alla realtà regionale sarda.

Lo scenario “base” del PNIEC prevede una riduzione del complesso dei consumi finali di energia del 2,7% in 10 anni, con una riduzione dell’1.1% nel primo quinquennio e un’accelerazione di tale *trend* nel secondo (-1.6%). Tale scenario prevede rilevanti incrementi dell’efficienza energetica anche a politiche correnti e la prosecuzione del processo di disaccoppiamento tra il valore della produzione economica e quello dei consumi di energia. Tali *trend* sono differenziati nei diversi settori in base a specifiche ipotesi.

Lo scenario “obiettivo” del PNIEC indica una riduzione del complesso dei consumi finali di energia del 10% nel decennio con una progressione lineare collegata al raggiungimento degli obiettivi 2030 di efficienza energetica indicati dalla UE, e in particolare alla traiettoria prevista dal conseguimento dell’obiettivo nazionale di risparmi obbligatori nei consumi finali di energia definiti dall’articolo 7 della direttiva UE per l’efficienza energetica. Nel PNIEC gli obiettivi di riduzione sono differenziati nei settori di consumo in funzione dei diversi potenziali di incremento dell’efficienza energetica e dei loro costi.

Nel caso della Sardegna tenuto conto dello specifico peso dei diversi settori di consumi finali di energia (vedi **Figura 34**) come effetto della crisi economica indotta dall’emergenza pandemica è attesa per il 2020, rispetto al 2019, una riduzione del complesso dei consumi finali di energia di circa il 12% legata principalmente alle conseguenze nel settore dei trasporti, dell’industria e del terziario.

Con riferimento al **settore residenziale** lo scenario “base” adottato prevede una riduzione dei consumi di energia del 4.6% in 10 anni, con una riduzione del 3.5% nel primo quinquennio e una decelerazione di tale *trend* nel secondo (-1.2%). Tale scenario prevede significativi incrementi dell’efficienza energetica degli edifici abitativi anche a politiche correnti e la prosecuzione del processo di disaccoppiamento tra l’andamento dei processi socio demografici che prevedono un aumento delle famiglie e delle abitazioni occupate da

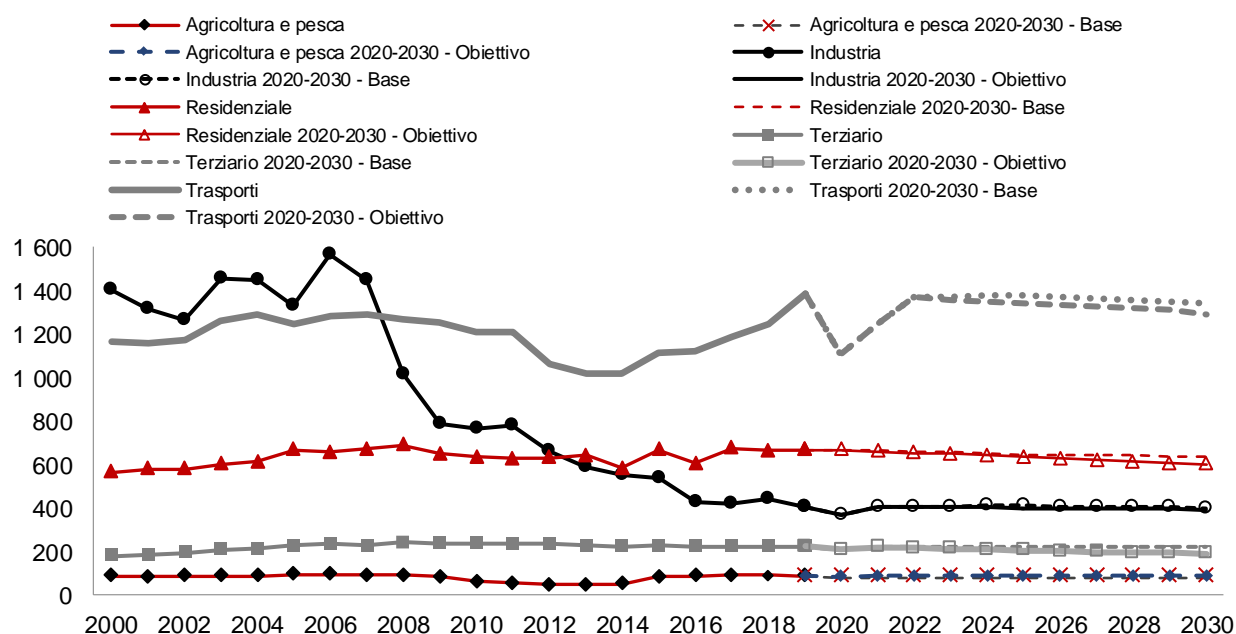
---

<sup>6</sup> [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf)

residenti anche in Sardegna. Lo scenario “obiettivo” indica una riduzione del complesso dei consumi finali di energia del settore residenziale di circa il 10% nel decennio collegata agli ulteriori incrementi dell’efficienza energetica nelle abitazioni, conseguiti come effetto delle nuove politiche per il raggiungimento degli obiettivi 2030.

Anche in Sardegna in base ai *trend* su base mensile dei consumi nel residenziale non sono attesi effetti significativi della crisi pandemica a fine 2020 sul livello dei consumi nel residenziale rispetto a quelli del 2019.

Nel 2030 i consumi del settore residenziale in Sardegna sarebbero di circa 636 ktep nello scenario “base” e invece di circa 598 ktep nel caso dello scenario “obiettivo”, rispetto al livello del 2020 pari a circa 667 ktep.



Fonte: elaborazioni e stime REF-E su dati Tema, Mse, Enea, Gse e Regione Sardegna

Fonte: elaborazioni REF-E

Figura 34. Sardegna: consumi FINALI di energia 2000-2019 e previsioni e scenari 2020-2030

Con riferimento al **settore terziario** lo scenario “base” adottato prevede una sostanziale stabilità dei consumi di energia nel decennio. Tale scenario prevede che i rilevanti incrementi dell’efficienza energetica negli usi energetici del terziario anche a politiche correnti siano controbilanciati dagli aumenti di livello di attività attesi in termini di valore aggiunto del settore. Lo scenario “obiettivo” indica una riduzione del complesso dei consumi finali di energia del terziario di circa l’15% nel decennio collegata agli ulteriori incrementi dell’efficienza energetica nel terziario, conseguiti come effetto delle nuove politiche per il raggiungimento degli obiettivi 2030.

In Sardegna, anche per l'elevatissimo tasso di penetrazione elettrica che caratterizza i consumi del terziario nella regione, in base ai *trend* su base mensile dei consumi elettrici, come effetto della crisi economica in corso, è attesa una riduzione dei consumi del settore a fine 2020 del 6% rispetto al 2019; che verrà riassorbita già dal 2021.

Nel 2030 i consumi del settore terziario in Sardegna sarebbero di circa 220 ktep nello scenario "base" (con una stabilità rispetto al valore precrisi di 220 ktep) e invece di circa 187 ktep nel caso dello scenario "obiettivo".

Nel **settore industria** lo scenario "base" adottato prevede una riduzione dei consumi di energia dell'1.8% in 10 anni, con una sostanziale stabilità (+0.2%) nel primo quinquennio e una riduzione del 2% nel secondo. Tale scenario prevede che gli incrementi dell'efficienza energetica negli usi energetici dell'industria anche politiche correnti siano sostanzialmente controbilanciati dagli aumenti di livello di attività attesi in termini di valore aggiunto dell'industria nel primo quinquennio. Lo scenario "obiettivo" indica una riduzione del complesso dei consumi finali di energia dell'industria di circa il 3.8% nel decennio, riduzione collegata a ulteriori miglioramenti dell'efficienza energetica nelle attività industriali, conseguiti come effetto delle nuove politiche per il raggiungimento degli obiettivi 2030.

In Sardegna, in base ai *trend* nazionali su base mensile dei consumi industriali, come effetto della crisi economica in corso, è attesa una riduzione dei consumi del settore a fine 2020 del 10% rispetto al 2019; che verrà riassorbita già dal 2021.

Nel 2030 i consumi finali del settore industria in Sardegna sarebbero di circa 399 ktep nello scenario "base" (con una sostanziale stabilità rispetto al valore pre-crisi di 407 ktep), e invece un valore di circa 187 ktep nel caso dello scenario "obiettivo".

Tali scenari non contemplano gli effetti della possibile riattivazione degli insediamenti della filiera della lavorazione dell'alluminio in Sardegna.

Nel **settore trasporti** lo scenario "base" adottato prevede una riduzione dei consumi di energia del 2.6% in 10 anni, con una lieve riduzione (-0.5%) nel primo quinquennio e una più forte riduzione del 2.6% nel secondo. Tale scenario prevede che gli effetti degli incrementi dell'efficienza energetica negli usi energetici nei trasporti attesi a politiche correnti attesi nel settore dei trasporti prevalgano sugli effetti dei significativi aumenti dei livelli di attività attesi in tutti i segmenti di questo comparto. Lo scenario "obiettivo" indica una riduzione del complesso dei consumi finali di energia del terziario di circa il 6.4% nel decennio collegata agli ulteriori incrementi dell'efficienza energetica nei trasporti, conseguiti come effetto delle nuove politiche per il raggiungimento degli obiettivi 2030.

In Sardegna, in base ai *trend* su base mensile dei consumi per trasporti, come effetto della crisi economica in corso, è attesa una riduzione dei consumi del settore a fine 2020 del 20% rispetto al 2019; che verrà riassorbita rispetto ai *trend* attesi a partire dal 2022.

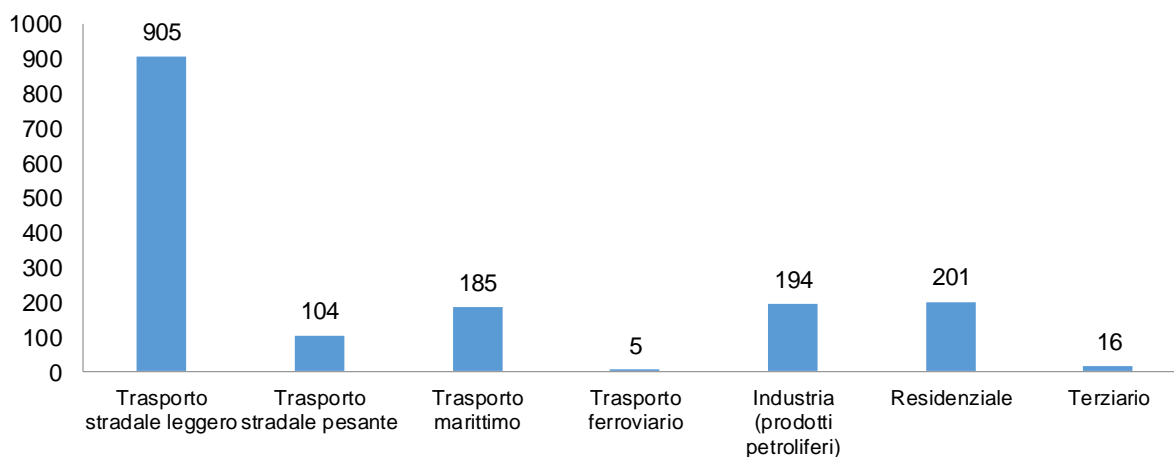
Nel 2030 i consumi finali del settore trasporti in Sardegna sarebbero di circa 1.340 ktep nello scenario "base", e invece un valore di circa 1.290 ktep nel caso dello scenario "obiettivo".

Con riferimento al **settore agricoltura** sia lo scenario “base” sia quello “obiettivo” adottati prevedono una sostanziale stabilità dei consumi di energia nel decennio rispetto ai livelli attuali (circa 80 ktep).

### 3.2 Consumi di prodotti petroliferi nei settori target

Gli scenari di evoluzione dei consumi finali di energia adottati per la Sardegna da qui al 2030 consentono di utilizzare gli attuali livelli di consumi petroliferi dei diversi settori come riferimento di base per valutare i potenziali di penetrazione del gas naturale. In particolare, per il settore trasporti è necessario distinguere quelli per: il trasporto stradale leggero, il trasporto stradale pesante, il trasporto marittimo e il trasporto ferroviario. Tali consumi oggi ammontano complessivamente a circa 1.600 ktep, e nello specifico: 905 ktep per il trasporto stradale leggero, 104 ktep per il trasporto stradale pesante, circa 185 ktep per il trasporto marittimo, 5 ktep nel trasporto ferroviario, circa 194 ktep nell’industria, 200 ktep nel residenziale e circa 16 ktep nel terziario.

Tali valori possono essere considerati come potenziali massimi teorici e punto di partenza per specifiche valutazioni, per ognuno dei diversi settori, mirate a valutare gli effettivi potenziali di penetrazione, tecnici ed economici, del gas naturale in Sardegna.



Fonte: elaborazione REF-E

Figura 35. Sardegna: consumi finali di prodotti petroliferi nei settori target della metanizzazione, 2019 (ktep)

### 3.3 Potenziali effettivi di penetrazione del gas naturale

Per valutare i potenziali effettivi di penetrazione del gas naturale nei diversi settori target in Sardegna al 2030 si formulano due scenari denominati “Base” e “Alta penetrazione”. Ambedue gli scenari ipotizzano a breve medio periodo il ristabilimento delle condizioni di prezzo del GNL rispetto ai mercati internazionali del petrolio e del GPL.

Lo **scenario “Base” di penetrazione** assume come presupposto l’assenza di nuove misure di sostegno per la diffusione del GNL e del GNC come combustibile alternative nel trasporto stradale e marittimo, la mancata adozione di nuove misure di politica ambientale come l’istituzione di un’area SECA nelle acque della Sardegna, e il mantenimento del quadro regolatorio rilevante introdotto dall’ARERA nel 2019 per le reti di distribuzione<sup>7</sup> e le infrastrutture di approvvigionamento di GNL<sup>8</sup>, senza l’attuazione di quanto previsto per la metanizzazione della Sardegna negli indirizzi del PNIEC e dalle disposizioni dell’articolo 60 del DL semplificazioni.

Lo **scenario “Alta penetrazione”** si basa invece sulla introduzione di nuove misure di sostegno per la diffusione del GNL e del GNC come combustibile alternative nel trasporto stradale e marittimo, l’attuazione di nuove misure di politica ambientale come l’istituzione di un’area SECA nelle acque della Sardegna, e la l’attuazione di quanto previsto per la metanizzazione della Sardegna negli indirizzi del PNIEC e dalle disposizioni dell’articolo 60 del DL semplificazioni, con l’introduzione di interventi di regolazione per le infrastrutture necessarie alla metanizzazione che consentano una piena integrazione della rete (di trasporto e distribuzione) del gas naturale in Sardegna con quella nazionale con l’applicazione dei meccanismi di perequazione nei costi di infrastruttura che vengono applicati nel resto del Paese alla rete di trasporto e alle reti di distribuzione.

Per il **settore residenziale in** ciascuno dei due segmenti del settore, ossia centralizzato e autonomo, sono state valutate le prospettive di penetrazione di tutte le fonti energetiche e delle relative tecnologie, simultaneamente alla “aggredibilità” delle stesse a opera del gas naturale, da quando sarà disponibile nella Regione. L’analisi si basa sulla consistente attività di ricerca e indagine presso gli operatori realizzata da REF-E nel recente passato, e considera gli aspetti tecnici e tecnologici legati alle scelte di investimento in sistemi per *heating*, quelli regolatori, quelli economici (seppure in termini qualitativi), la propensione a cambiare tecnologia, e infine aspetti di minore importanza come l’impatto ambientale e la sensibilità del consumatore a tale aspetto.

L’ipotesi che per il settore residenziale impatta maggiormente sui due scenari è quella sull’assetto regolatorio. Nello scenario “base” il quadro regolatorio già definito potrà determinare condizioni di prezzo agli utenti per consentire lo *switch* al gas naturale delle reti distribuzione concessionate nell’ambito dei bacini regionali, e un limitato aumento della richiesta da parte degli utenti rispetto a quella attuale con le reti alimentate a aria propanata o GPL. Nello scenario “Alta penetrazione” l’assetto regolatorio determinerà invece condizioni di prezzo per gli utenti che consentiranno, oltre allo *switch* delle reti già in esercizio, un significativo aumento della richiesta da parte degli utenti rispetto a quella

---

<sup>7</sup> ARERA, delibera 474/2019/R/gas del 19 novembre 2019 - “Criteri di regolazione tariffaria del servizio di rigassificazione del gas naturale liquefatto per il quinto periodo di regolazione (2020-2023)” (RTRG), <https://www.arera.it/it/docs/19/474-19.htm> .

<sup>8</sup> ARERA, delibera 570/2019/R/gas - Regolazione delle tariffe dei servizi di distribuzione e misura del gas per il periodo di regolazione 2020-2025, <https://www.arera.it/it/docs/19/570-19.htm> .



attuale, in linea con quella delle reti alimentate a gas naturale in contesti climatico-territoriali analoghi.

In sintesi, per quanto concerne il segmento centralizzato, gli scenari Base e Alta penetrazione gas si caratterizzano come segue. Gasolio e GPL, che soddisfano attualmente circa l'80% del consumo per *heating* nel segmento, subiscono, in entrambi gli scenari, la penetrazione del gas naturale (oltre a continuare a subire quella dell'energia rinnovabile). La penetrazione del gas, tuttavia, resta parziale, in prevalenza per considerazioni di natura tecnica, legate alla difficoltà di sostituire centrali termiche condominiali a gasolio (che sono una parte preponderante) con centrali condominiali a gas. In effetti, si valuta che la penetrazione del gas, comunque forte in entrambi gli scenari, possa avvenire prevalentemente sostituendo centrali condominiali (a gasolio) con caldaie autonome (a gas). Nello scenario Base, la penetrazione del gas rispetto alle alternative fossili avviene a fine vita degli impianti, mentre nello scenario Alta penetrazione si assume che la sostituzione avvenga in anticipo rispetto alla fine vita (metà della vita utile).

L'energia elettrica, che copre una quota poco importante, ma crescente, degli attuali consumi, non viene considerata come aggredibile dal gas naturale, alla luce del fatto che gli impianti che impiegano pompe di calore siano realizzati dove esistano presupposti tecnici tali da permettere la realizzazione di tutti i vantaggi della tecnologia, e che la scelta del vettore elettrico sia di solito difficilmente reversibile. Le tecnologie elettriche, inoltre, vengono ipotizzate come leader rispetto alle quote di mercato relative alla "nuova" domanda per *heating* e per i relativi sistemi di generazione (famiglie in nuove abitazioni e famiglie che per la prima volta si dotano di un sistema di riscaldamento, spesso in seguito a interventi di ristrutturazione): nello scenario Base, l'elettricità copre tutta la nuova domanda, in quello di Alta penetrazione gas ne copre il 70%, e la domanda residua viene soddisfatta da impianti a gas.

Per la biomassa, che copre una quota minoritaria ma non trascurabile degli attuali consumi (circa 15%), valgono considerazioni simili a quelle effettuate per le tecnologie elettriche, nel senso che l'aggredibilità è limitata per questioni condizioni tecniche favorevoli e di rigidità nella scelta della tecnologia (barriere all'uscita di diversa natura). A tali considerazioni si somma quella della forte incidenza dell'adozione di tecnologie a biomassa in contesti geografici dove è poco probabile l'arrivo della rete gas: questa ipotesi deriva dall'osservazione della dinamica di diffusione spaziale delle tecnologie per riscaldamento nel resto del territorio italiano. Sulla base di quanto illustrato, l'ipotesi relativa allo scenario Base è di penetrazione della biomassa a tassi storici registrati nell'ultimo decennio (la biomassa non è aggredita dal gas, anzi continua a penetrare sottraendo mercato alle altre fossili e, perciò, limitando il mercato potenziale per il gas). Nello scenario Alta penetrazione gas, il tasso di penetrazione della biomassa è più contenuto, ma comunque positivo (è la metà di quello storico), cosicché vi sia maggiore spazio di mercato per il gas.

Per quanto concerne il segmento autonomo, invece, gli scenari Base e Alta penetrazione gas si caratterizzano come segue.

Gasolio e GPL, che soddisfano attualmente circa il 30% del consumo per *heating* nel segmento, subiscono, in entrambi gli scenari, la penetrazione del gas naturale (oltre a continuare a subire quella dell'energia rinnovabile). In questo caso non si valutano particolari barriere tecniche o di altro tipo alla sostituzione. Nello scenario Base, la penetrazione del gas rispetto alle alternative fossili avviene a fine vita degli impianti, mentre nello scenario Alta penetrazione si assume che la sostituzione avvenga in anticipo rispetto alla fine vita (metà della vita utile).

L'energia elettrica, che copre una quota poco importante, ma crescente, degli attuali consumi (minore del 10% se si escludono i consumi per *cooling*), non viene considerata come aggredibile dal gas naturale, alla luce dei benefici ottenibili dalla tecnologia in zone climatiche calde, e del significativo miglioramento del regime tariffario per i clienti domestici in via di introduzione. Le tecnologie elettriche, come per il centralizzato, vengono ipotizzate come leader rispetto alle quote di mercato relative alla "nuova" domanda per *heating* e per i relativi sistemi di generazione (famiglie in nuove abitazioni e famiglie che per la prima volta si dotano di un sistema di riscaldamento, spesso in seguito a interventi di ristrutturazione): nello scenario Base, l'elettricità copre tutta la nuova domanda, in quello di Alta penetrazione gas ne copre il 70%, e la domanda residua viene soddisfatta da impianti a gas.

Per la biomassa, che copre quasi il 65% degli attuali consumi, l'aggredibilità a opera del gas è limitata prevalentemente per ragioni legate ai costi variabili di generazione del calore. L'ipotesi relativa allo scenario Base è di penetrazione della biomassa ai tassi storici registrati nell'ultimo decennio (la biomassa non è aggredita dal gas, anzi continua a penetrare sottraendo mercato alle altre fossili e, perciò, limitando il mercato potenziale per il gas).

Nello scenario Alta penetrazione gas, il tasso di penetrazione della biomassa è ipotizzato come nullo, valutando la possibilità sottrazione di consumo da parte del gas una volta disponibile, per ragioni prevalentemente non economiche (onerosità dell'approvvigionamento di biomassa e della conduzione dei relativi apparecchi). In proposito si sottolinea come la maggior parte del consumo di energia da biomassa avviene in contesti di integrazione della biomassa rispetto a una fonte energetica principale: ipotizzare la sottrazione di quote di consumo a opera del gas non significa necessariamente ipotizzare la sostituzione di apparecchi a biomassa con apparecchi a gas, ma potrebbe tradursi in riduzione dell'impiego degli apparecchi a biomassa a vantaggio di quelli alimentati da combustibili fossili (che si trasformerebbero a gas).

In conclusione, per il settore residenziale si può stimare al 2030, un livello di penetrazione del gas naturale che varia da circa 40 ktep o 44 Mmc, nello scenario Base, a circa 103 ktep o 114 Mmc, nello scenario Alta penetrazione. Come già illustrato, i due scenari si distinguono per le ipotesi: di prezzi del gas naturale, sviluppo delle reti distribuzione, di penetrazione dell'elettricità nei consumi dei consumatori domestici, di sostituibilità del consumo di biomassa ad opera del gas naturale, e di velocità di penetrazione del gas ai danni degli altri combustibili fossili (gasolio e GPL).

Nel **terziario** le fonti valutate come aggredibili ad opera del gas naturale sono il gasolio e il GPL, i cui consumi sono sostituiti in larga parte da consumi di gas entro il 2030 in entrambi gli scenari. Si tratta, tuttavia, di una quota assolutamente minoritaria dei consumi, che totalizzerà circa 16 ktep al 2030 (dato in linea con quello del 2019). Per l'energia elettrica, che al 2019 rappresenta più del 90% dei consumi, si ipotizza l'assorbimento di tutta la nuova domanda nello scenario Base, mentre in quello di Alta penetrazione gas si assume che metà di tale domanda sia appannaggio del gas, in linea con il grado medio di penetrazione elettrica nei consumi di energia del terziario in Italia. Per il settore terziario, i livelli di consumo e di potenziale penetrazione del gas, in termini assoluti, sono molto più bassi rispetto al residenziale: nello scenario Base si prevedono poco più di 10 ktep o 11.5 Mmc di consumo gas al 2030, in quello di Alta penetrazione gas si prevedono 16 ktep o 17.5 Mmc.

Per il settore dell'**industria**, concentrandosi sui soli consumi non elettrici, è stata valutata la "aggredibilità" delle fonti energetiche che attualmente costituiscono il *mix* del settore a opera del gas naturale, se questo dovesse essere disponibile nella Regione. L'analisi si basa sulla valutazione dei dati disponibili di consumo e delle caratteristiche dei processi produttivi che caratterizzano i comparti dell'industria più rilevanti in Sardegna, in primis quello chimico e petrolchimico.

Come visto i consumi finali non elettrici di energia dell'industria relativamente all'anno 2019 sono costituiti quasi esclusivamente da prodotti petroliferi (vedi **Figure 9 e 11**): è questa la base sulla quale si sono valutate le possibilità di penetrazione del gas naturale.

Come visto con l'olio combustibile, il GPL e il gasolio soddisfano circa il 62% degli usi diretti di prodotti petroliferi del settore industriale della Sardegna, a cui vanno aggiunti gli oggi molto limitati impieghi per la produzione di calore derivato da processi cogenerativi destinato a consumi finali dell'industria

L'aggredibilità dei prodotti petroliferi per la penetrazione gas è valutata come segue.

I prodotti costituiti da olio combustibile, gasolio e GPL sono valutati come aggredibili nella misura massima del 75%. Questa valutazione è effettuata analizzando la serie storica dei dati relativi ai consumi finali di energia nell'industria a livello nazionale. I dati mostrano nel tempo una rilevante contrazione della quota di prodotti petroliferi impiegati per soddisfare la domanda di energia termica del settore a vantaggio del gas naturale. Questa quota si è comunque stabilizzata, negli ultimi anni, su livelli attorno al 25%. Il che sembra segnalare che una parte dei consumi finali di prodotti petroliferi dell'industria non sia effettivamente sostituibile.

Il *coke* di petrolio e combustibili solidi, impiegati in prevalenza nei settori della produzione di cemento e siderurgico, di fatto come input nel processo produttivo, anche se inclusi nelle statistiche sui consumi energetici, non è valutato come aggredibile da parte del gas naturale. Questa valutazione vale per entrambi gli scenari.

Per il *fuel* gas reso disponibile dalla raffineria di Sarroch si ipotizza che la quota di consumi dell'industria petrolchimica adiacente all'impianto di raffinazione non sia aggredibile dal gas

per le peculiari interazioni tecnico-economiche tra le attività di trasformazione energetica della raffineria e l'industria petrolchimica interessata.

Gli scenari "Base" e "Alta penetrazione" per i consumi finali di prodotti petroliferi considerati aggredibili si distinguono per le diverse ipotesi di assetto regolatorio nelle condizioni d'uso delle infrastrutture di stoccaggio, rigassificazione, e trasporto; e del conseguente impatto sui prezzi per la fornitura di gas naturale alle utenze industriali. Nel caso dello scenario "base" in assenza di significativi meccanismi perequativi nei costi di uso delle infrastrutture si ipotizza una minore penetrazione del gas ai danni dei prodotti petroliferi aggredibili, per i maggiori costi che potrebbero rendere eccessivamente oneroso in molti casi l'impiego del gas naturale e perciò non economicamente sostenibile il *fuel switching*.

Nello scenario "Base" e "Alta penetrazione" si considera un differente sviluppo dell'impiego del gas naturale per la cogenerazione in ambito industriale condizionato sia dalle condizioni economiche di fornitura del gas che dalle possibilità di rispetto dei parametri previsti dagli incentivi per la cogenerazione ad alto rendimento (CAR). Nello scenario "Alta Penetrazione" si assume un significativo contributo della cogenerazione, assumendo che circa il 50% del potenziale dei consumi di calore derivato dell'industria in Sardegna sia ottenuto, al 2030, attraverso processi di cogenerazione ad alto rendimento, mentre nello scenario "Base" sarebbe previsto ancora uno sviluppo rilevante della cogenerazione ad alto rendimento che corrisponderebbe a circa il 38% dei potenziali di consumi di calore derivato dell'industria. Ciò porta a proiettare, al 2030, un consumo di gas attribuibile alla produzione di calore derivato attraverso processi CHP pari a 63 ktep o 70 Mmc nello scenario "Alta penetrazione", e di 47 ktep o 52.5 Mmc nello scenario "Base".

L'ipotesi sull'efficienza di conversione è quella che garantisce l'accesso alle agevolazioni tariffarie (sistemi semplici di autoproduzione) e agli incentivi dedicati alla cogenerazione ad alto rendimento (CAR), ossia 80%: le agevolazioni tariffarie, in particolare, attualmente arrivano a incidere per quote molto prossime al 50% della bolletta elettrica di un impianto industriale di dimensioni medio-piccole (collegato in media o alta tensione) che prelevasse energia dalla rete. Sulla base dei rendimenti degli impianti di cogenerazione (si fa riferimento a turbine a gas) disponibili sul mercato, al livello di consumo appena indicato, attribuibile alla generazione di calore, corrisponde un consumo di gas naturale attribuibile alla generazione di elettricità attraverso il processo cogenerativo, al 2030, pari a 40.4 ktep o 44.8 Mmc nello scenario "Alta penetrazione", e di 30.3 ktep o 33.6 Mmc nello scenario "Base". Questo consumo di gas naturale attribuibile alla generazione elettrica degli impianti di cogenerazione non viene considerato nei consumi dell'industria e viene invece incluso nelle stime per la valutazione dei potenziali di penetrazione nel settore termoelettrico.

Per i consumi di energia del settore industria si stima, al 2030, un livello complessivo di penetrazione del gas naturale che varia da circa 107 ktep o 118 Mmc, nello scenario "Base", a circa 152 ktep o 169 Mmc, nello scenario "Alta penetrazione".

Nel settore dei **trasporti**, le ipotesi di penetrazione del gas, una volta disponibile sull'Isola, sono definite per segmento. I due scenari, Base e Alta penetrazione, si distinguono per le ipotesi seguenti.

Per il trasporto leggero su strada, che rappresenta al 2019 il 64% circa dei consumi di tutti i tipi di trasporti, nello scenario Base il gas penetra (a partire dal 2021, come per gli altri settori) a tassi simili alle quote di mercato registrate nel nell'ultimo decennio per i consumi dei veicoli alimentati a gas naturale a livello nazionale. Questi sono oggi circa il 3% dei consumi degli autoveicoli leggeri. Nello scenario di "Alta penetrazione" del gas, invece, si assumono tassi di penetrazione più elevati coerenti con il raggiungimento dell'obiettivo previsto per il 2025 dal Quadro Strategico Nazionale GNC con riferimento allo stock di autovetture alimentate da gas naturale. Questo viene fissato al livello del 5% per la Sardegna al 2030.

Per il trasporto terrestre pesante, lo scenario di penetrazione Base è disegnato ipotizzando il raggiungimento, al 2030, della copertura del 15% dei consumi del comparto (pari a circa 16 ktep), che costituiscono il 7.5% dei consumi regionali per trasporto nel 2019. Tale quota è pari a poco meno della metà del *target* fissato per questo segmento dal Quadro Strategico Nazionale, ossia 35%, che invece viene preso come riferimento nello scenario di Alta penetrazione gas che porterebbe di consumi a circa 36 ktep.

Per il trasporto marittimo, che rappresenta circa il 13 % dei consumi dei trasporti nel 2019, lo scenario di penetrazione Base è disegnato ipotizzando il raggiungimento, al 2030, della copertura del 15% dei consumi del comparto, ossia poco meno della metà del *target* fissato per questo stesso segmento dal Quadro Strategico Nazionale, ossia 40%, preso come riferimento nello scenario di Alta penetrazione gas.

Infine, per il trasporto ferroviario si assume penetrazione nulla nello scenario Base e la completa sostituzione del gasolio nello scenario di Alta penetrazione gas. Il consumo del segmento, in ogni caso, è pressoché trascurabile: nel 2015 i consumi per trasporto su rete ferroviaria ammontano a 5 ktep.

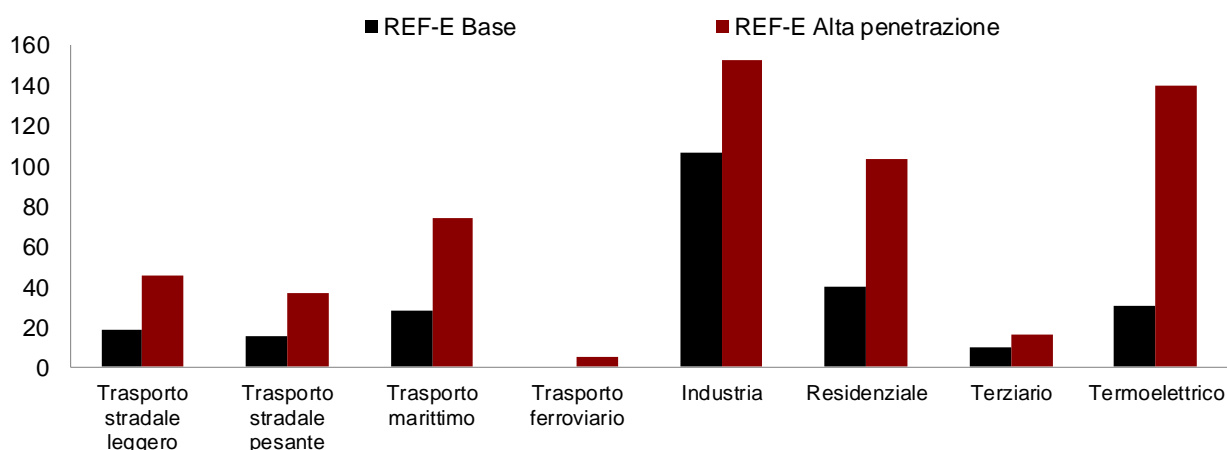
Per il settore trasporto si osserva, al 2030, un livello di penetrazione del gas naturale che varia da circa 61 ktep o 68 Mmc, nello scenario Base, a circa 161 ktep o 178 Mmc, nello scenario Alta penetrazione. Come visto, i due scenari si distinguono per le ipotesi di penetrazione del gas adottate nei tre segmenti più rilevanti, ossia trasporto stradale leggero, trasporto stradale pesante e trasporto marittimo.

Per il settore **termoelettrico** lo scenario di alta penetrazione del gas naturale è costituito dalla ipotesi di nuovi interventi di politica ambientale che possano incidere sulla operatività da qui al 2030 del parco termoelettrico alimentato a carbone presente in Sardegna. Il campo di azione delle politiche ambientali che potrebbe influenzare in modo significativo gli sviluppi del progetto di metanizzazione della Sardegna è legato alle politiche di decarbonizzazione del settore elettrico italiano per il quale il PNIEC stabilisce uno scenario-obiettivo al 2030 di *phase-out* per le centrali termoelettriche a carbone.

In particolare, per la Sardegna, lo scenario-obiettivo del PNIEC di *phase-out* completo dal carbone prevede l'uscita dal servizio anche delle centrali di Fiumesanto e Sulcis. Nello scenario-obiettivo di *phase-out* completo il PNIEC prevede per la Sardegna: un ulteriore elettrodotto (progetto *Thirrenian link*) di collegamento con l'Italia (oltre a un rafforzamento della rete dell'isola), nuovi 400 MW di centrali a gas naturale, e infrastrutture di approvvigionamento di gas naturale per l'isola. Nel caso dello scenario di *phase-out* "completo" si stima il fabbisogno di due gruppi a ciclo combinato per una capacità totale di 400 MW necessario per garantire la sicurezza pari a circa 100 milioni sm<sup>3</sup> all'anno.

Nel caso del settore termoelettrico lo scenario base di penetrazione del gas naturale non prevede una richiesta significativa. Lo scenario di alta penetrazione si basa invece sul presupposto che venga attuata l'opzione di *phase-out* completo dal carbone nelle modalità descritte dal PNIEC. In questo caso il consumo di gas naturale del settore termoelettrico ammonterebbe a circa 100 milioni di sm<sup>3</sup> pari a circa 90 ktep. Considerando anche la richiesta di gas naturale ipotizzata per la generazione di elettricità negli impianti cogenerativi dell'industria, il fabbisogno del settore termoelettrico nel suo complesso risulterebbe pari: a 130 ktep o 144 Mmc nello scenario "Alta penetrazione"; e a 30.3 ktep o 33.6 Mmc nello scenario "Base".

La **Figura 36**, che segue, riepiloga i dati dei due scenari nei diversi settori considerati



Fonte: elaborazione REF-E

Figura 36. Sardegna: scenari REF-E di penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)

Nel suo complesso lo scenario base di penetrazione del gas naturale nel 2030 mostra una richiesta di approvvigionamento presso i depositi costieri di 197.000 t/a (circa 460.000 m<sup>3</sup>/a) di GNL, pari a 248 ktep). Complessivamente, lo scenario di alta di penetrazione del gas naturale nel 2030 mostra invece una richiesta di approvvigionamento presso i depositi costieri di circa 455.000 t/a (circa 1.060.000 m<sup>3</sup>) di GNL, pari a 572 ktep).

### 3.4 Ruoli rete di trasporto e *downstream* del GNL

Come già evidenziato, nell'attuale scenario, la metanizzazione della Sardegna, a valle dell'approvvigionamento di GNL presso stoccaggi costieri, può avvenire sia attraverso il canale della rete di trasporto che del *downstream* del GNL. Possibile ruolo dei due canali di diffusione del gas naturale nell'isola si differenzia a seconda dei settori di utilizzo.

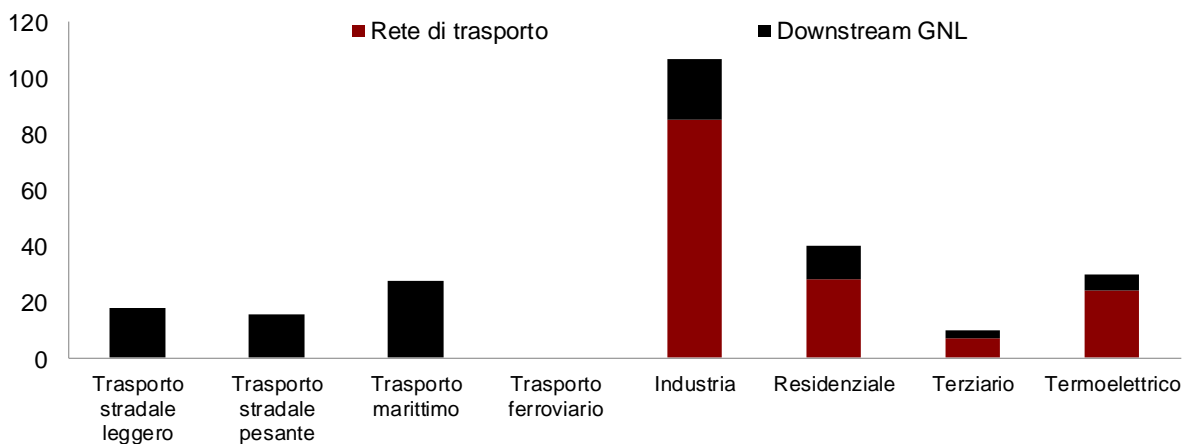
Nei vari comparti di potenziale penetrazione del gas naturale nel macrosettore dei trasporti in Sardegna avverrà esclusivamente tramite il *downstream* del GNL. Ciò anche nel caso della fornitura di GNC del trasporto leggero in quanto è prevedibile che i distributori di GNL avranno anche erogatori di GNC in modo da coprirne la domanda che si svilupperà in modo meno rilevante e più lento di quella del GNL come combustibile per i mezzi stradali pesanti per il trasporto merci. È quindi molto difficile ipotizzare che in Sardegna vengano realizzati distributori di solo GNC che si approvvigionino dalla dorsale o dalle reti di distribuzione collegate.

Negli altri segmenti del trasporto anche in quello ferroviario l'utilizzo del gas naturale come combustibile avviene nella forma liquida e quindi questo tipo di penetrazione non prevede l'utilizzo del canale della rete di trasporto ma solo quello del canale del *downstream* del GNL.

Nel caso della penetrazione del gas naturale nei consumi dell'industria è ipotizzabile che il canale prevalente di diffusione sarà costituito dalla rete di trasporto e dalle reti di distribuzione ma che una quota significativa avverrà tramite il *downstream* del GNL per industrie che rimarranno *off-grid*. Si ipotizza che tale quota sarà del 20% nel caso dello scenario di alta penetrazione e del 30% nel caso dello scenario di bassa penetrazione in connessione al minore sviluppo delle reti prevedibile in questo scenario.

Per i settori del residenziale e del terziario si formula una ipotesi analoga che prevede che il canale prevalente di diffusione sarà costituito dalla rete di trasporto e dalle reti di distribuzione ma che una quota significativa avverrà tramite il *downstream* del GNL per le reti di distribuzione isolate e che saranno alimentate da depositi satellite di GNL. Anche in questo caso si ipotizza che la quota che passerà attraverso il *downstream* del GNL sarà del 20% nel caso dello scenario di alta penetrazione e del 30% nel caso dello scenario di bassa penetrazione in connessione al minore sviluppo delle reti prevedibile in questo scenario. Per il settore termoelettrico il consumo dei cicli combinati prevedibili nello scenario di "Alta penetrazione" saranno assicurati dal collegamento con la rete di trasporto mentre i consumi degli impianti di cogenerazione nei siti industria passeranno per una quota tramite il *downstream* del GNL come i consumi del settore industria.

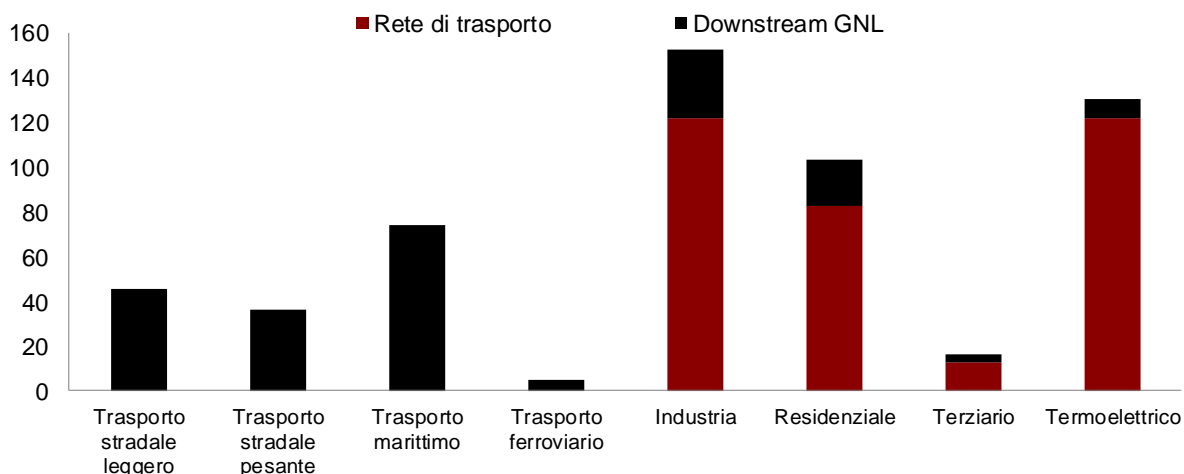
Nello scenario base di penetrazione del gas naturale (vedi **Figura 37**) nel 2030 la richiesta di approvvigionamento presso i depositi costieri sarà di 197.000 t/a di GNL (248 ktep) di cui è prevedibile che circa il 42% pari a circa 82.000 t/a (104 ktep) verranno veicolate tramite il *downstream* del GNL, e che circa il 58% pari a 160 Msmc di gas naturale (144 ktep) verranno veicolati, dopo la rigassificazione, tramite la rete di trasporto e quelle di distribuzione.



Fonte: elaborazione REF-E

Figura 37. Sardegna: rete e *downstream* GNL nello scenario base di penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)

Nello scenario di alta di penetrazione del gas naturale (vedi **Figura 38**) nel 2030 la richiesta di approvvigionamento presso i depositi costieri sarà di circa 454.000 t/a di GNL (572 ktep) di cui è prevedibile che circa il 40% pari a 177.000 t/a (233 ktep) verranno veicolate tramite la *downstream* del GNL, e che il circa il 60% pari a 376 Msm<sup>3</sup> di gas naturale (339 ktep) verranno veicolati, dopo la rigassificazione, tramite la rete di trasporto e quelle di distribuzione.



Fonte: elaborazione REF-E

Figura 38. Sardegna: rete e *downstream* GNL nello scenario di alta penetrazione del gas naturale al 2030 (ktep)



## 4. Consumi e potenziali di penetrazione al 2030 del metano nel trasporto stradale terrestre

### 4.1 Analisi dei consumi di energia del trasporto stradale in Sardegna a livello territoriale

#### **Analisi delle vendite dei combustibili petroliferi per il trasporto stradale (benzina, gasolio e GPL) a livello delle otto province (Fonte dati MSE)**

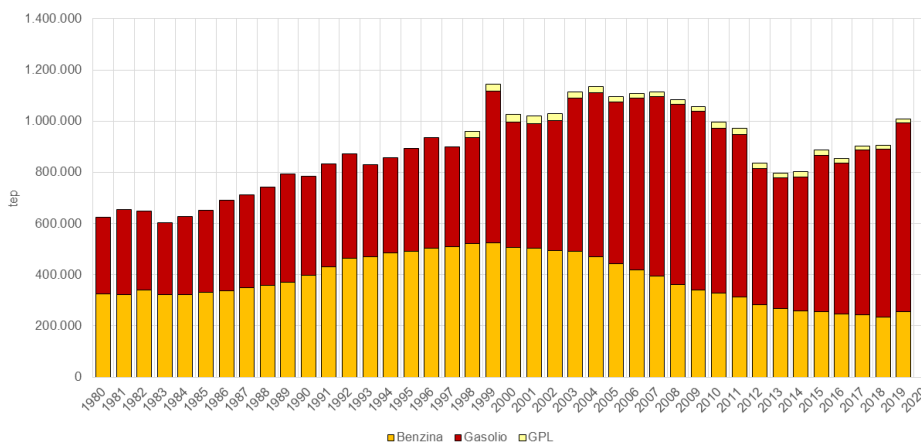
A partire dai dati del Bollettino Petrolifero del Ministero per lo Sviluppo Economico, è possibile ricostruire l'andamento delle vendite regionali distinte per mese, anno e tipologia di carburante. Vista la natura insulare della Sardegna è inoltre possibile assumere che la maggior parte di queste vendite sia effettivamente consumata all'interno del suo territorio.

Dalla serie storica 1980-2019 (**Figure 39 e 40**) si evince come i consumi siano cresciuti senza interruzioni fino al 2007, per poi contrarsi durante gli anni della crisi economica e ripartire dal 2014 fino al 2019.

In questo andamento generale, sono individuabili due differenti *trend per* i consumi di benzina e gasolio:

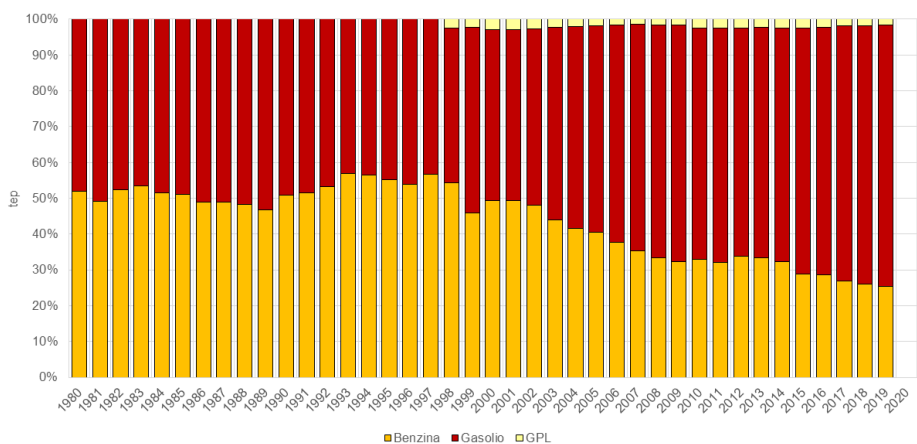
- procedono sostanzialmente di pari passo fino al 2000 con una prevalenza della benzina. A partire dal 1997, i consumi di benzina, pur crescendo in valore assoluti, cominciano contrarsi in termini relativi
- dal 2000, i valori assoluti dei consumi di benzina iniziano a contrarsi a favore del gasolio che comincia regolarmente ad essere il principale combustibile
- nel 2019, per la prima volta dopo quasi vent'anni, le vendite di benzina risultano superiori rispetto all'anno precedente, pur ammontano a circa il 25% del totale (a fronte di un dato al 1980 in cui ammontavano al 50%).

Con riferimento infine alle vendite di GPL, le statistiche sono disponibili dal 1998, ed evidenziano il ruolo marginale e sostanzialmente stabile nel tempo di questo carburante.



Fonte: elaborazione META su dati MSE

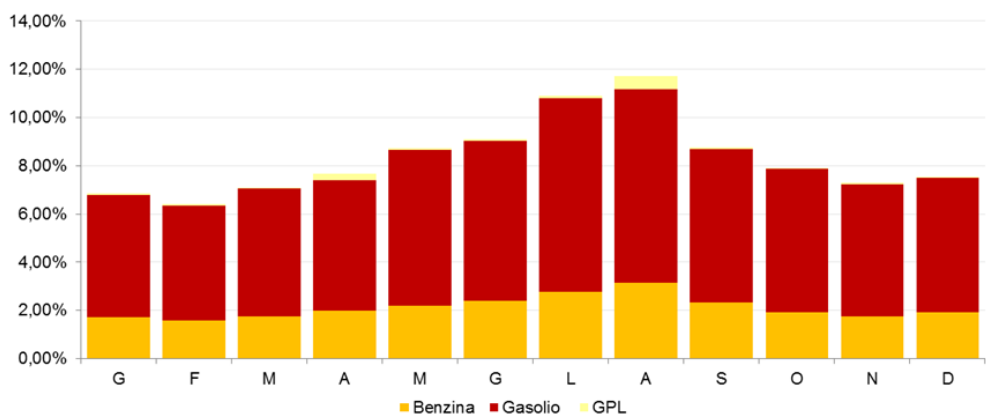
Figura 39. Sardegna: vendita di carburanti per autotrazione, 1980-2019 (valori assoluti)



Fonte: elaborazione META su dati MSE

Figura 40. Sardegna: vendita di carburanti per autotrazione, 1980-2019 (valori relativi)

La distribuzione delle vendite per mese del 2019 (**Figura 41**) evidenzia con chiarezza l'incidenza della stagione estiva. In particolare, il 12% delle vendite annue è concentrato in agosto, a fronte di un 7% circa di novembre. Da segnalare come i consumi di GPL abbiano una stagionalità specifica e distinta dagli altri carburanti, con una particolare concentrazione nei mesi di aprile (vacanze pasquali) e agosto che, nell'insieme, incidono per il 55% del totale annuo (rispettivamente il 17% e il 38%)



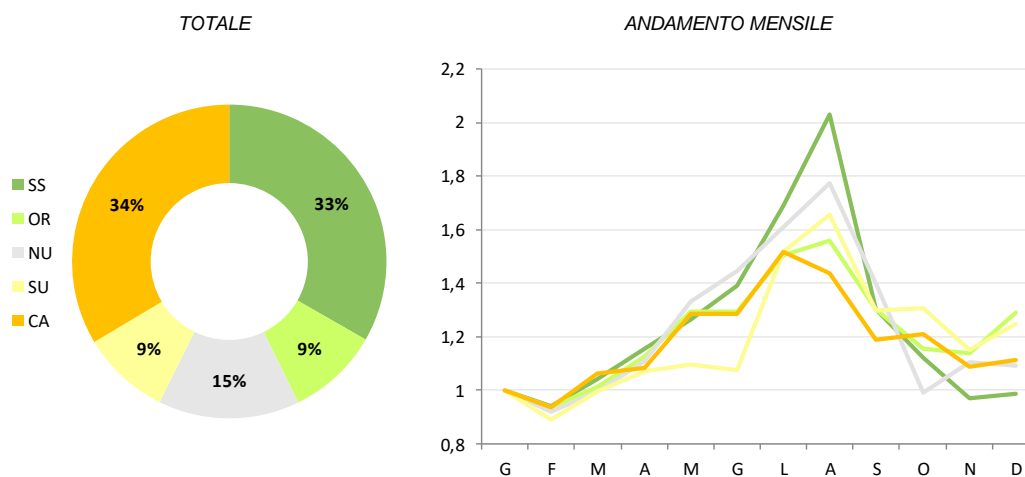
Fonte: elaborazione META su dati MSE

Figura 41. Sardegna: distribuzione mensile della vendita di carburanti per autotrazione, 2019

Il dettaglio per provincia al 2019 (**Figura 42**) distribuisce le vendite in sostanziali tre blocchi con quote simili, corrispondenti:

- alla Provincia di Sassari (33% del totale)
- alla Città Metropolitana di Cagliari (34%)
- alle tre Province residue (33% del totale)

Indicizzando le vendite mensili totali su gennaio 2019, gli andamenti risultano sostanzialmente omogenei. Come già detto in precedenza la punta estiva si registra in tutte le province con valori particolarmente pronunciati nella provincia di Sassari (ad agosto i valori sono il doppio rispetto a gennaio) mentre la città metropolitana di Cagliari si conferma la più stabile con una punta in luglio e valori più altri sull'intera stagione aprile-ottobre.

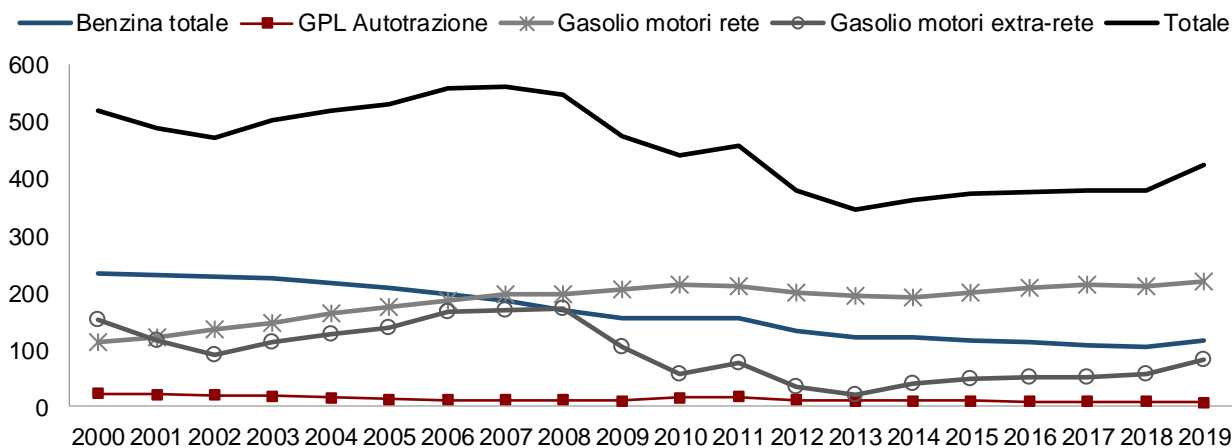


Fonte: elaborazione META su dati MSE

Figura 42. Sardegna: dettaglio provinciale delle vendite di carburanti per autotrazione, 2019

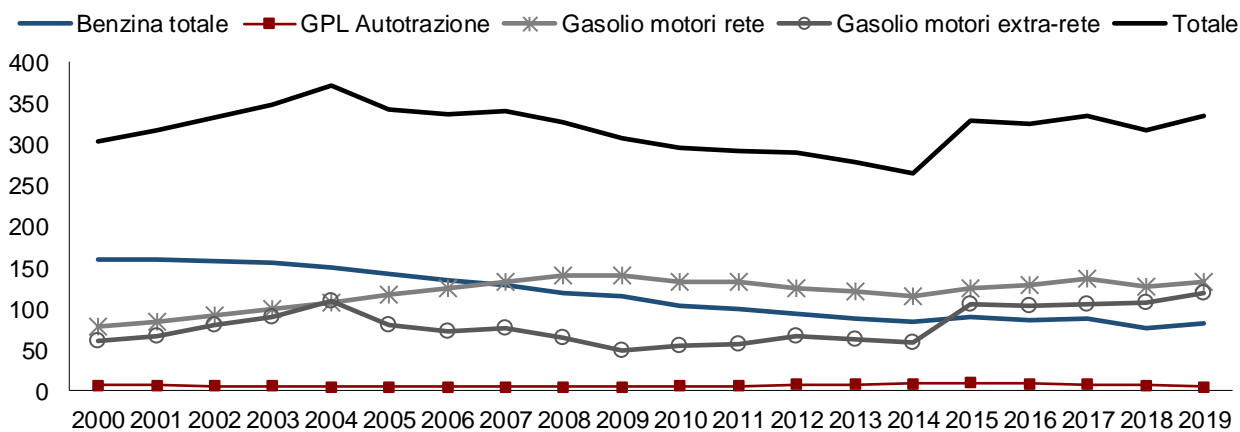
Le **Figure 43, 44, 45 e 46** mostrano l'andamento disaggregato nelle vendite di prodotti petroliferi (benzina, GPL per autotrazione, gasolio motori rete ed extra-rete) registrate dalle statistiche del MiSE nelle quattro province di Cagliari, Sassari, Nuoro e Oristano dal 2000 al 2019.

Nell'arco di tempo che va dal 2000 al 2019, in media, la vendita complessiva di prodotti petroliferi è stata così concentrata: circa il 45% nella provincia di Cagliari (da 520 ktep a 424 ktep, -18%), circa il 32% nella provincia di Sassari (da 303 ktep a 335 ktep, +11%), il 12% circa nella provincia di Nuoro (da 123 ktep a 147 ktep, +19%) e il restante 11% circa nella provincia di Oristano (da 80 ktep a 97 ktep, +21%).



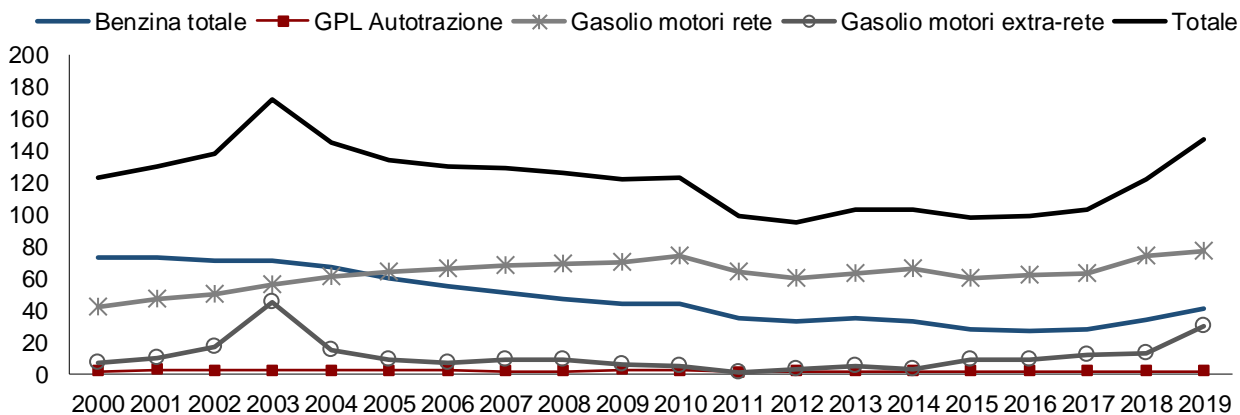
Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 43. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Cagliari, 2000-2019 (ktep)



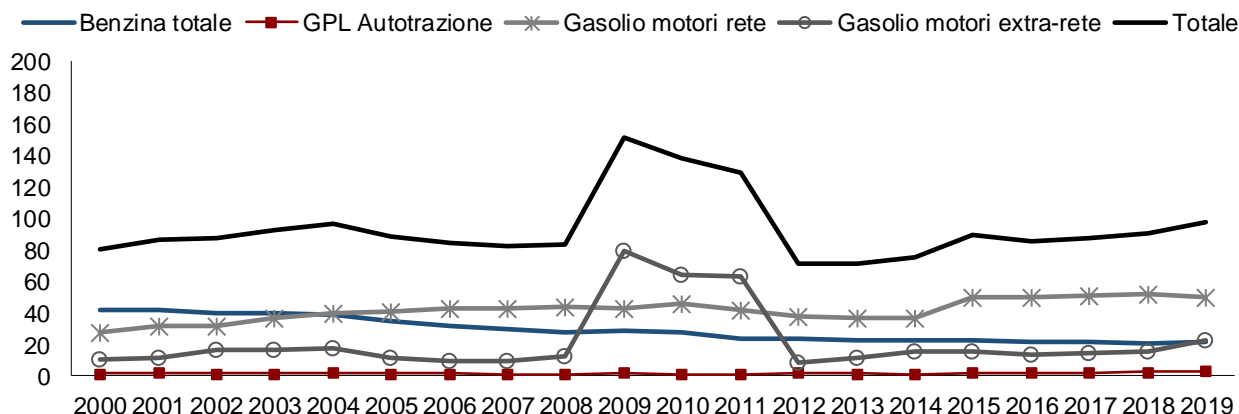
Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 44. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Sassari, 2000-2019 (ktep)



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 45. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Nuoro, 2000-2019 (ktep)

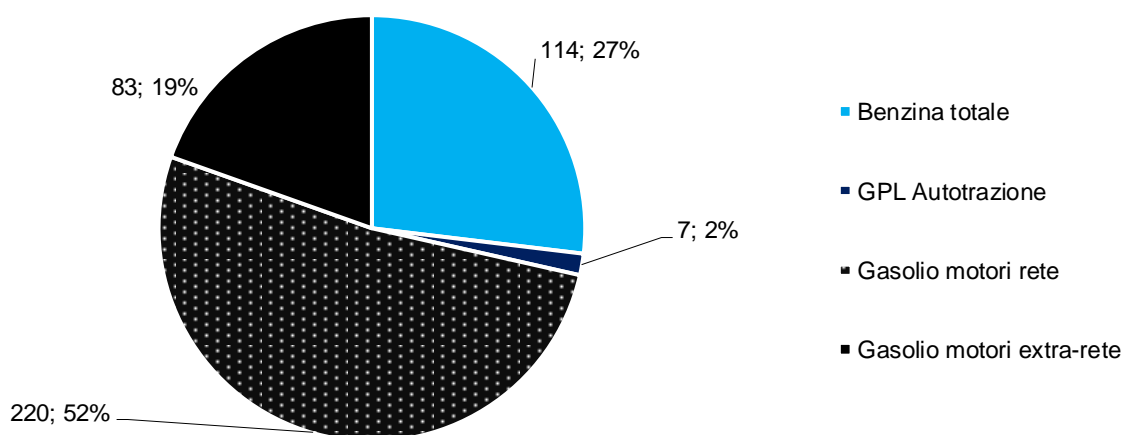


Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 46. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Oristano, 2000-2019 (ktep)

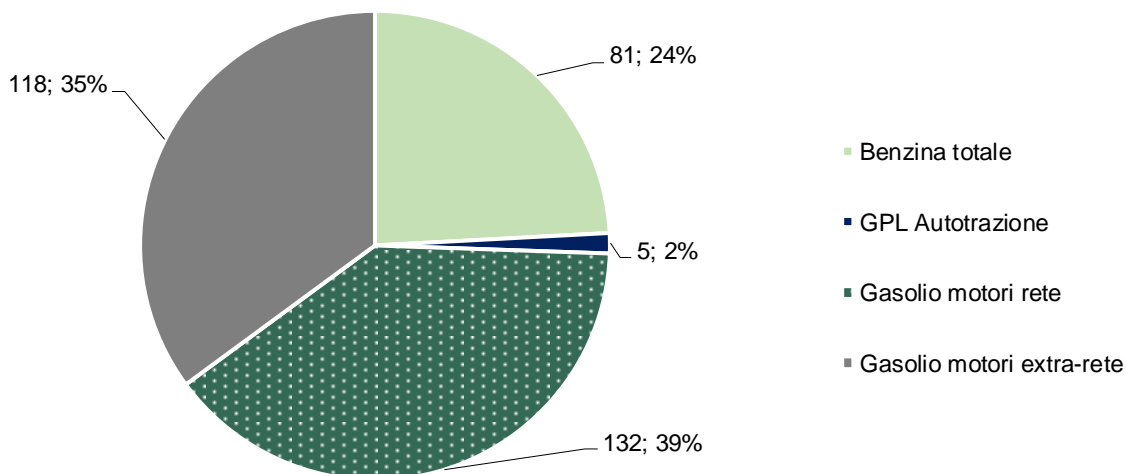
Le **Figure 47, 48, 49 e 50** mostrano invece il *mix* disaggregato nelle vendite di prodotti petroliferi (benzina, GPL per autotrazione, gasolio motori rete ed extra-rete) registrate dalle statistiche del MiSE nelle quattro province di Cagliari, Sassari, Nuoro e Oristano nel 2019.

Nel 2019, circa il 50% delle vendite complessive di prodotti petroliferi nelle province di Cagliari, Nuoro e Oristano ha riguardato la vendita di gasolio motori rete e il 20% in media circa di gasolio motori extra-rete. Soltanto nella provincia di Sassari la vendita di gasolio motori extra-rete nel 2019 (circa il 39% del totale dei prodotti venduti) ha di poco superato quella del gasolio motori rete (35% circa). Nelle quattro province, la vendita di benzina nel 2019 ha rappresentato in media il 25% del *mix*, mentre la vendita di GPL per autotrazione rappresenta la quota minoritaria.



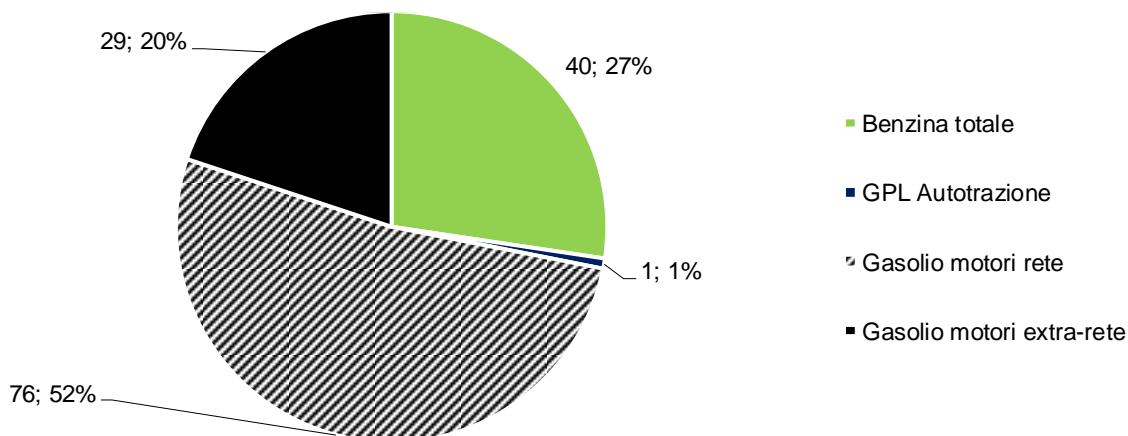
Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 47. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Cagliari, 2019 (ktep e %)



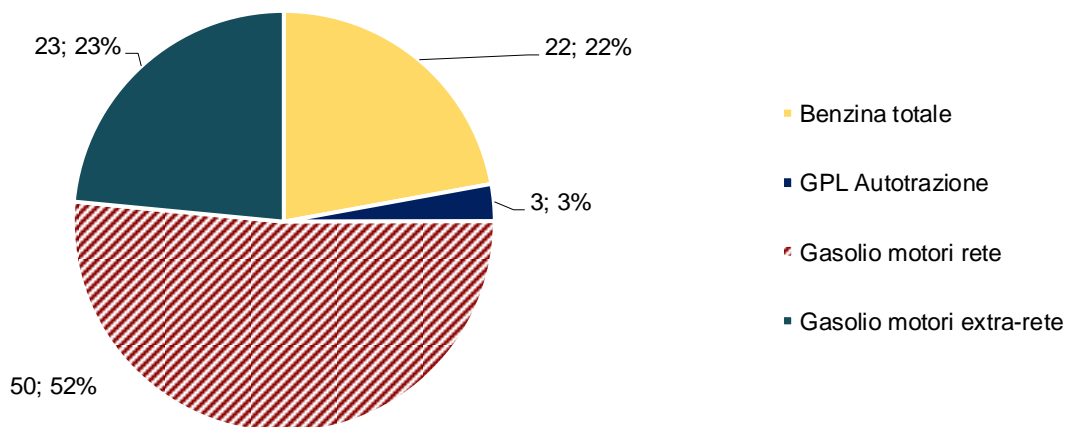
Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 48. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Sassari, 2019 (ktep e %)



Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 49. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Nuoro, 2019 (ktep e %)

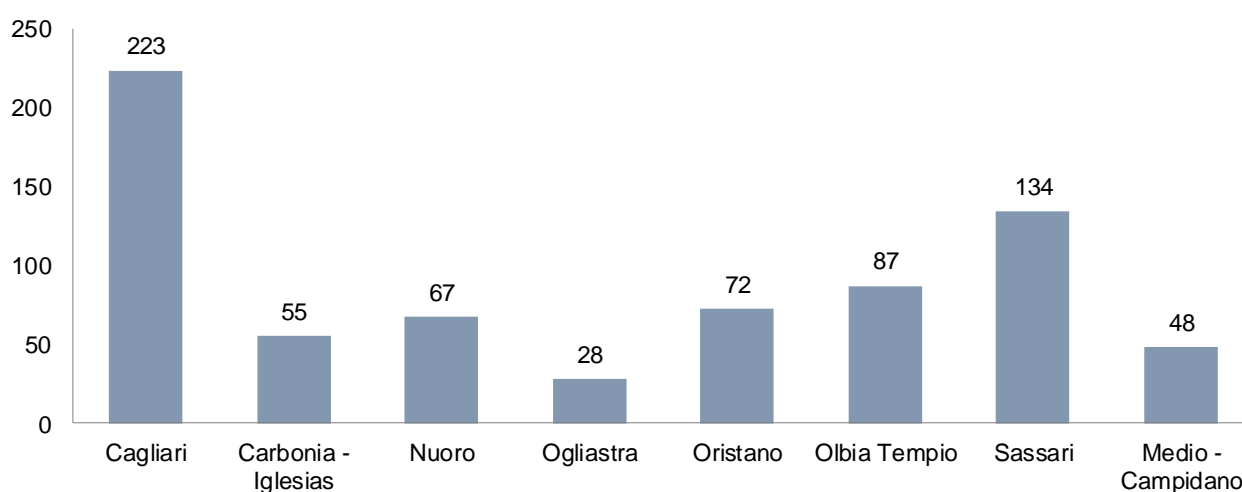


Fonte: elaborazione REF-E su dati MSE

Figura 50. Vendite di prodotti petroliferi nella provincia di Oristano, 2019 (ktep e %)

## 4.2 Analisi della struttura e distribuzione territoriale delle reti di distribuzione di combustibili petroliferi per il trasporto stradale in Sardegna

Nella Regione Sardegna, in base ai dati MSE disponibili durante il mese di settembre 2020, sono stati rilevati complessivamente 714 distributori di carburanti, come rappresentato in **Figura 47**. In provincia di Cagliari (includere Carbonia Iglesias e Medio – Campidano) sono presenti in totale 326 distributori (il 46% del totale), in provincia di Sassari (inclusa Olbia Tempio) sono presenti in totale 221 distributori (il 31% del totale), in provincia di Nuoro (inclusa l'Ogliastra) sono presenti 95 distributori (il 13% del totale) mentre in provincia di Oristano sono presenti 72 distributori (il 10% del totale).

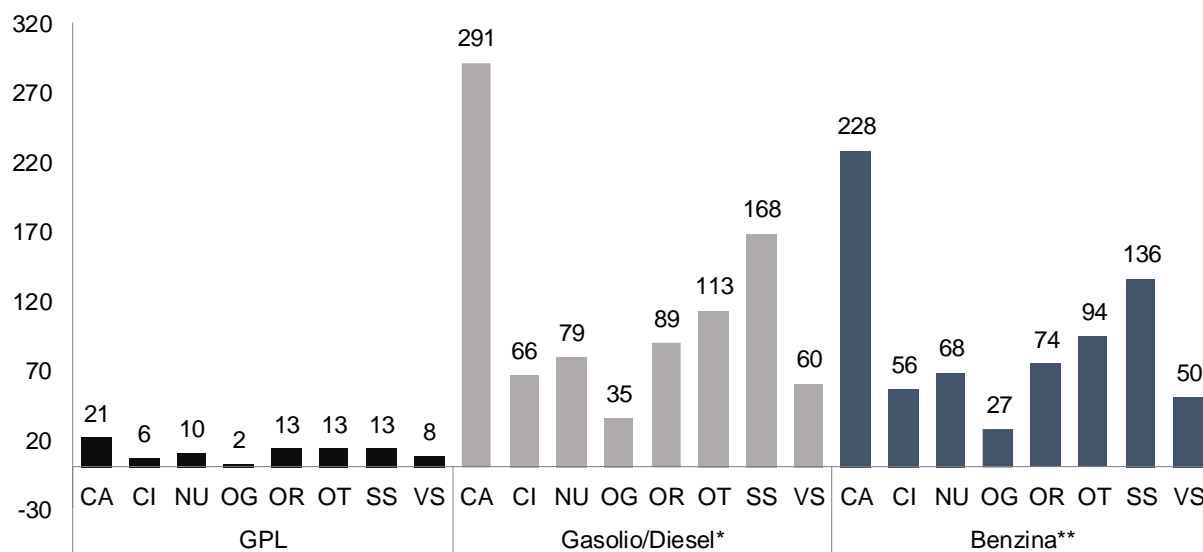


Fonte: elaborazioni REF-E su dati MSE

Figura 51. Sardegna: totale dei distributori per provincia, Settembre 2020 (numero)

Dei 714 distributori totali, 708 erogano sia benzina che gasolio. Tra le tipologie di diesel più venduto, oltre al gasolio tradizionale, vi sono il Blue Diesel (erogato da 131 operatori su 714, il 18% circa) e l'High Quality Diesel (erogato da 52 operatori su 714, circa il 7%).

Ammonta invece a 86 su 714 (il 12% del totale) il numero dei distributori abilitati anche (o soltanto) alla vendita di GPL. I distributori di GPL sono concentrati per circa il 40% nella provincia di Cagliari (includere Carbonia Iglesias e Medio – Campidano), il 30% nella provincia di Sassari (inclusa Olbia Tempio) e il 15% circa sia nella provincia di Nuoro (inclusa l'Ogliastra) sia in provincia di Oristano.



\* comprende Hi-Q Diesel, Gasolio Oro Diesel, Gasolio, HiQ Perform+, Blue Diesel, Excellium Diesel

\*\*comprende Blue Super e Benzina

Fonte: elaborazioni REF-E su dati MSE

Figura 52. Sardegna: distributori per provincia e per tipo di carburante erogato, Settembre 2020 (numero)



## 5. Stima dei flussi di traffico leggero/pesante sulla rete stradale sarda

### 5.1 Generalità

Al fine di disporre di un idoneo strumento per la stima del potenziale di penetrazione del metano per autotrazione, è stato condotto un affinamento su tutto il territorio regionale del modello di simulazione multimodale e multiscalare nazionale ITraM (Italian Transport Model)<sup>9</sup>. Dati gli obiettivi del progetto, l'operazione si è limitata al solo modulo di trasporto privato.

Tale modello, riferito a una giornata ferial media del 2019, consente di ricostruire l'assetto attuale dei flussi di traffico circolanti sulla rete, con particolare riferimento a quelli relativi ai veicoli pesanti.

Nel seguito del capitolo vengono illustrate, nell'ordine, la metodologia adottata per lo sviluppo del modello (§ *Aspetti metodologici*), la zonizzazione di riferimento (§ *Zonizzazione di riferimento*), gli elementi di base utilizzati per la ricostruzione della domanda ed offerta di trasporto (§ *Grafo stradale*; § *Matrici O/D*), gli esiti della calibrazione del modello (§ *Calibrazione del modello*) e i risultati ottenuti, in termini di ricostruzione dei carichi veicolari sulla rete stradale in esame (§ *Simulazione dello stato di fatto*).

### 5.2 Aspetti metodologici

Un modello di traffico è uno strumento matematico che consente di riprodurre, in modo approssimato, il funzionamento di un sistema di trasporto.

Esso si basa fondamentalmente su due tipi di *input*:

- la descrizione della **domanda di mobilità**, rappresentata come matrice origine/destinazione (O/D) dei movimenti di persone, merci o veicoli all'interno dell'area
- la **descrizione dell'offerta di trasporto**, ottenuta riconducendo le caratteristiche dei singoli assi di traffico ad una struttura matematica denominata grafo, formata da nodi e da archi che li congiungono, dotati di opportuni attributi (ad esempio, la lunghezza, il numero di corsie, ecc...).

Il modello combina questi dati assegnando la matrice O/D al grafo, cioè identificando, per ogni spostamento da ciascuna zona di origine a ciascuna zona di destinazione, effettuato per un determinato motivo, il percorso migliore in relazione ai costi percepiti dagli utenti in termini di tempi di viaggio, tariffe e distanze percorse.

---

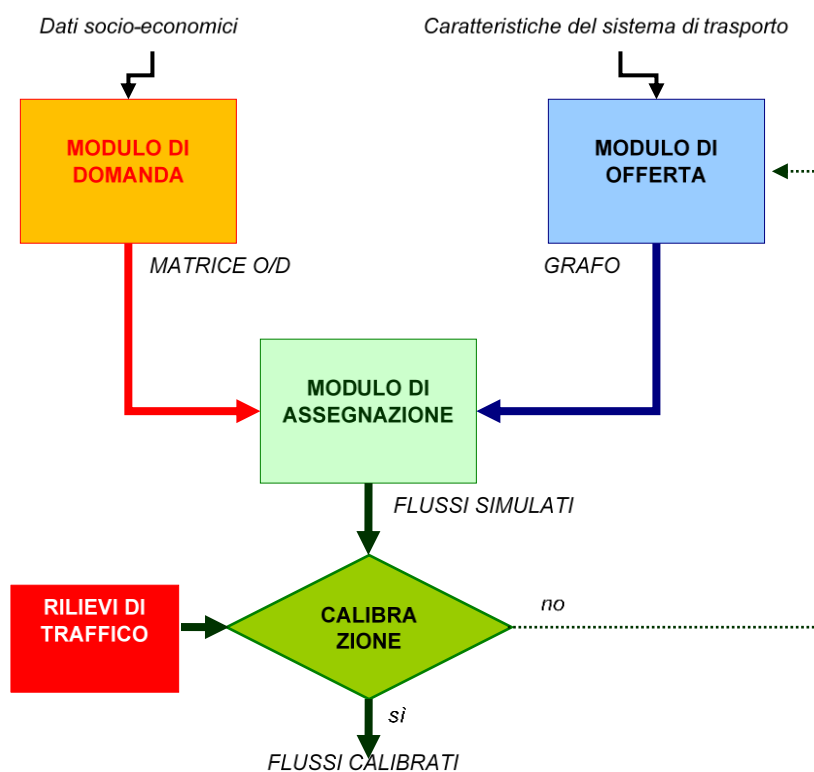
<sup>9</sup> Maggiori informazioni sul modello ITraM su <https://metaplanning.it/atlante/>

Sommando tutti gli spostamenti assegnati a ciascun percorso, è possibile stimare i flussi di traffico su tutti gli archi del grafo.

Poiché alcuni attributi degli archi - e in particolare il tempo di percorrenza - dipendono a loro volta dal numero di spostamenti assegnati agli archi stessi, questa procedura deve essere ripetuta più volte, in modo da ottenere un equilibrio tra i costi di trasporto calcolati e la scelta dei percorsi da parte degli utenti del sistema.

Per poter risultare attendibile, ogni modello di traffico deve dimostrarsi capace di riprodurre, con ragionevole approssimazione, una situazione di traffico reale. Pertanto, i flussi simulati dal modello debbono essere confrontati con quelli rilevati nella realtà, tipicamente attraverso conteggi di traffico, manuali od automatici, effettuati in modo indipendente dalla costruzione del modello. Il confronto tra flussi simulati e flussi rilevati prende il nome di calibrazione del modello, e può dar luogo ad aggiustamenti mirati degli *input*.

Una volta calibrato, il modello è in grado di simulare scenari previsionali, indicativi delle condizioni di circolazione attese a seguito di variazioni della domanda di mobilità (ad es. crescita demografica, nuovi insediamenti urbani ...), o dell'offerta di trasporto (ad es. nuovi collegamenti stradali, istituzione di aree a traffico limitato...).



Fonte: elaborazione META

Figura 53. Schema logico delle simulazioni di traffico

Rispetto alle indagini svolte su un insieme forzatamente limitato di postazioni, il modello consente di stimare i volumi di traffico e le corrispondenti condizioni di deflusso su tutti gli archi del grafo. Ciò permette di valutare una serie di indicatori importanti, quali ad esempio il totale delle distanze percorse dai veicoli all'interno del territorio comunale, e i corrispondenti tempi di viaggio.

Applicando a tali indicatori i parametri di consumo unitari dei veicoli circolanti nell'area, è infine possibile stimare la quantità di carburante consumata dal traffico veicolare all'interno dell'area di studio.

Questi indicatori rappresentano il punto di riferimento fondamentale per la valutazione dei consumi complessivi giornalieri, mensili ed annuali.

### 5.3 Zonizzazione di riferimento

Nella sua configurazione nazionale, il modello ITraM è basato su 1.784 zone, di cui 87 riferite al territorio della Regione Sardegna.

Per una maggiore accuratezza nelle elaborazioni, è stata effettuata un'aggregazione delle zone esterne alla Regione, ed un affinamento di quelle interne.

In particolare, sulla base dei collegamenti navali disponibili, sono state individuate 5 direttrici esterne (**Figura 54**):

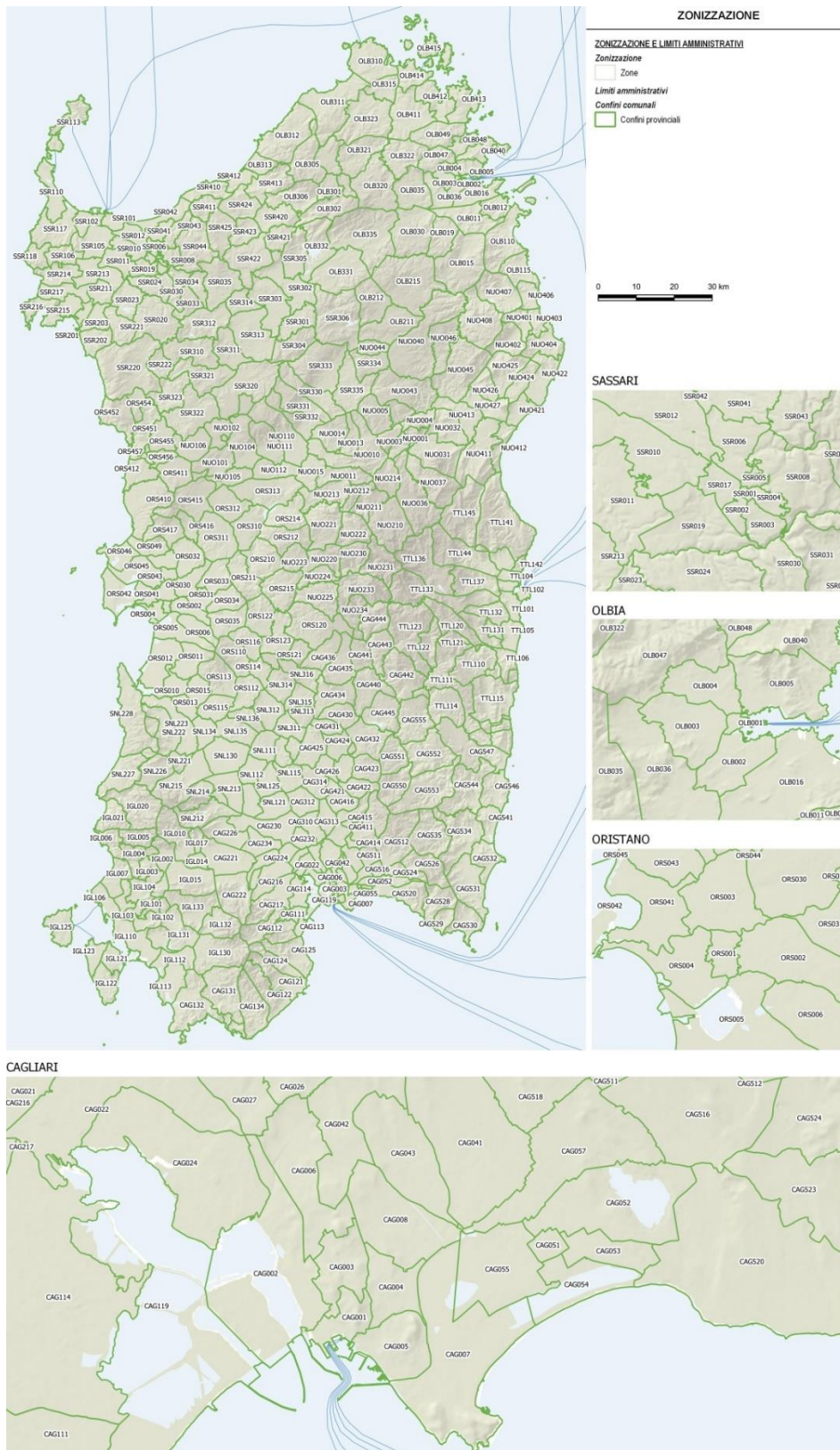
- Direttrice Nord-Ovest
- Direttrice Nord-Est+Toscana
- Direttrice Centro
- Direttrice Sud
- Direttrice Calabria e Sicilia

**Di converso, le zone interne alla Regione sono state ulteriormente affinate, passando da 87 a 417 (Figura 55), di cui:**

- **186 sono riferite a singoli Comuni**
- **172 risultano dalla ripartizione dei Comuni più popolosi e/o estesi in più zone**
- **59 risultano infine dall'aggregazione di più Comuni in una singola zona**



Fonte: elaborazione META  
 Figura 54. Direttrici esterne



Fonte: elaborazione META  
 Figura 55. Zonizzazione interna

## 5.4 Grafo stradale

Il modello di traffico riproduce le caratteristiche della rete stradale attraverso un oggetto matematico denominato **grafo**, e costituito da:

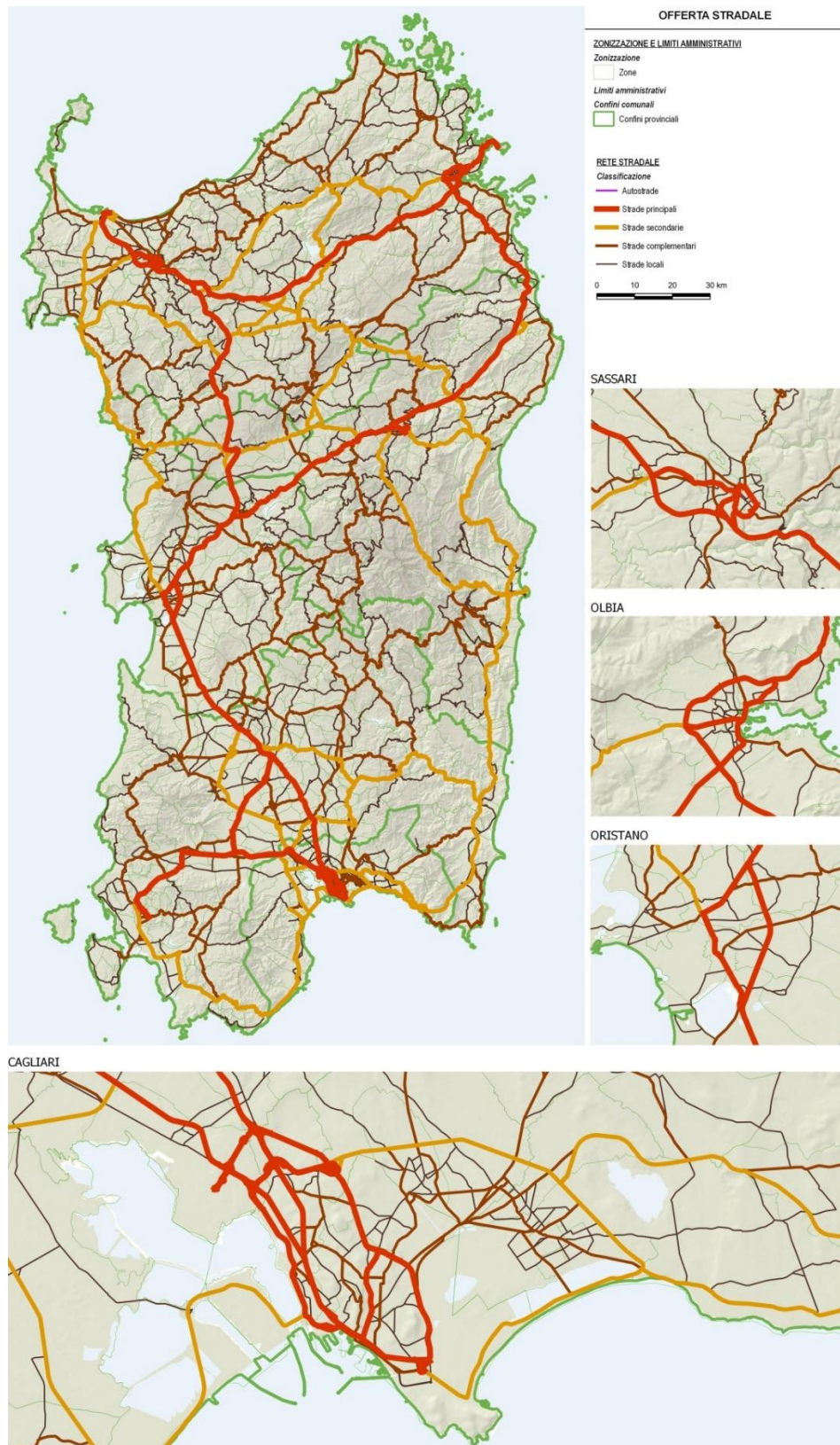
- un insieme di **nodi**, corrispondenti agli incroci
- un insieme di **archi**, corrispondenti ai collegamenti stradali fra i medesimi nodi.

Ciascuno di questi oggetti viene descritto mediante opportuni attributi, che ne identificano le caratteristiche geometriche e funzionali capaci di influenzare il deflusso veicolare. Ad esempio, gli archi sono descritti in relazione al senso di marcia, al numero di corsie, alla pendenza, ecc..

Combinando fra loro gli attributi, è possibile definire le grandezze fondamentali, che regolano il deflusso veicolare su ciascuna porzione del grafo, quali in particolare la **velocità di base** (cioè la velocità media che può essere mantenuta sull'arco da un veicolo in assenza di traffico) e la **capacità** (cioè il massimo numero di veicoli che può transitare per l'arco in un periodo di tempo dato). Ciascun arco viene poi caratterizzato da una **funzione di deflusso**  $t = t(F)$ , che indica il tempo di percorrenza,  $t$ , in funzione del flusso di traffico,  $F$ .

Si noti che la **classificazione della rete** è effettuata in relazione alle caratteristiche geometrico-funzionali delle strade e dei connettori lungo l'itinerario, e non è da intendersi una classificazione amministrativa della rete.

Nello specifico, il grafo utilizzato si compone di risultante si compone di 7.166 archi monodirezionali e 2.700 nodi, per un'estesa complessiva di rete pari a circa 7.700 km, di cui 600 riguardanti la viabilità principale (ad esempio la SS131 Carlo Felice), 1.100 la viabilità secondaria, 2.100 quella complementare e infine 3.900 quella locale (**Figura 56**).



Fonte: elaborazione META

Figura 56. Modello di traffico nazionale i-TrAM: grafo stradale Regione Sardegna

## 5.5 Matrice O/D

Una volta descritta la configurazione della rete stradale, il modello deve riprodurre gli spostamenti effettuati su di essa dai singoli autoveicoli. Ciò si ottiene utilizzando una **matrice origine / destinazione (O/D)**, che descrive la **domanda di mobilità** esistente in una data area, identificando quanti veicoli debbono spostarsi al suo interno in un periodo di tempo dato.

La matrice descrive ciascuno spostamento identificando la zona di traffico in cui esso inizia (origine), e quella in cui esso finisce (destinazione).

Nel caso del modello della Sardegna, la matrice utilizzata nasce dall'affinamento di quella in uso presso il modello ITraM, ricondotta ad una zonizzazione più fine all'interno del comparto di analisi sulla base di specifici coefficienti di generazione e attrazione<sup>10</sup>:

La matrice risultante si compone in particolare delle seguenti componenti di domanda:

- gli spostamenti sistematici, distinti fra **studio e lavoro** e derivati dalla matrice OD ISTAT del 2011
- gli spostamenti occasionali, distinti fra **affari, personali e svago** e precedentemente calcolati su scala nazionale secondo consolidati algoritmi di generazione, distribuzione e ripartizione modale
- gli spostamenti dei veicoli **pesanti** (> 3,5 ton), desunti ripartendo la matrice europea ETIS/Transtools descrittiva degli scambi interprovinciali sulla base di opportuni descrittori territoriali rappresentativi delle principali categorie merceologiche.

Al fine di garantirne la confrontabilità reciproca, tutti i valori relativi ai flussi veicolari sono stati espressi in veicoli equivalenti<sup>11</sup>.

Nel complesso, la matrice O/D giornaliera assegnata dal modello di traffico include circa 1.6 milioni di movimenti veicolari/giorno, di cui quasi 13.000 effettuati con mezzi pesanti e i restanti con autovetture (**Tabella 3**).

Nel caso dei veicoli leggeri, la maggior parte degli spostamenti è interna alle province e si concentra di conseguenza sulla diagonale. La matrice dei pesanti risulta maggiormente

---

<sup>10</sup> I coefficienti di generazione sono stati calcolati in funzione delle densità abitative di ogni zona, mentre quelli di attrazione sulla base della distribuzione degli addetti. Tali distribuzioni sono state calcolate grazie all'uso dei dati censuari ISTAT 2011 per zona censuaria.

<sup>11</sup> La traduzione in veicoli equivalenti consiste nell'attribuire a una categoria veicolare (es: veicoli pesanti) di un peso in veicoli leggeri, basandosi sull'ingombro determinato in carreggiata di un singolo veicolo di quella categoria. Sulla base anche della composizione dei flussi pesanti emersa dai rilievi di traffico, si è deciso nel caso specifico di considerare che, in media un veicolo pesante equivalga a 2 veicoli leggeri.



distribuita: la diagonale ha un peso inferiore, e le relazioni più rilevanti risultano essere gli interni alla Città Metropolitana di Cagliari e gli spostamenti fra Cagliari e Sassari.

REGIONE SARDEGNA							
MATRICE SPOSTAMENTI STRADALI							
<i>(veicoli/giorno)</i>							
LEGGERI							
	90	95	91	111	92	OTH	TOTALE
90 Prov. Sassari	440.705	1.626	8.788	203	566	242	<b>452.129</b>
95 Prov. Oristano	1.626	116.525	5.237	6.300	2.136	71	<b>131.895</b>
91 Prov. Nuoro	8.788	5.237	137.960	1.383	1.048	95	<b>154.512</b>
111 Prov. Sud Sardegna	203	6.300	1.383	227.499	38.618	146	<b>274.149</b>
92 Prov. Cagliari	566	2.136	1.048	38.618	547.457	212	<b>590.037</b>
OTH Continente	242	71	95	146	212	-	<b>765</b>
<b>TOTALE</b>	<b>452.129</b>	<b>131.895</b>	<b>154.512</b>	<b>274.149</b>	<b>590.037</b>	<b>765</b>	<b>1.603.487</b>

PESANTI							
	90	95	91	111	92	OTH	TOTALE
90 Prov. Sassari	1.505	171	77	267	247	512	<b>2.778</b>
95 Prov. Oristano	171	145	27	120	158	71	<b>693</b>
91 Prov. Nuoro	77	27	74	53	105	70	<b>407</b>
111 Prov. Sud Sardegna	267	120	53	913	1.734	338	<b>3.425</b>
92 Prov. Cagliari	247	158	105	1.734	1.856	209	<b>4.309</b>
OTH Continente	512	71	70	338	209	-	<b>1.200</b>
<b>TOTALE</b>	<b>2.778</b>	<b>693</b>	<b>407</b>	<b>3.425</b>	<b>4.309</b>	<b>1.200</b>	<b>12.811</b>

TOTALI							
	90	95	91	111	92	OTH	TOTALE
90 Prov. Sassari	442.209	1.797	8.865	470	813	753	<b>454.906</b>
95 Prov. Oristano	1.797	116.671	5.264	6.420	2.295	142	<b>132.588</b>
91 Prov. Nuoro	8.865	5.264	138.035	1.436	1.153	165	<b>154.918</b>
111 Prov. Sud Sardegna	470	6.420	1.436	228.412	40.352	484	<b>277.574</b>
92 Prov. Cagliari	813	2.295	1.153	40.352	549.313	421	<b>594.346</b>
OTH Continente	753	142	165	484	421	-	<b>1.965</b>
<b>TOTALE</b>	<b>454.906</b>	<b>132.588</b>	<b>154.918</b>	<b>277.574</b>	<b>594.346</b>	<b>1.965</b>	<b>1.616.298</b>

Fonte: elaborazione META

Tabella 3. Matrice OD per componente veicolare

Attribuendo alle singole zone il totale dei flussi attratti, è possibile avere una rappresentazione cartografica dei principali sistemi territoriali (**Figura 57**). In particolare, nel caso dei flussi veicolari pesanti, emergono tre concentrazioni:

- a Nord il sistema di Sassari-Alghero, incluso Porto Torres, e di Olbia
- al centro i centri di Oristano e, in misura minore, Tortolì
- al sud, dove si concentrano gli attrattori più rilevanti, il sistema di Cagliari, ivi compresa la raffineria Sarroch. Evidente anche la presenza di diversi attrattori di medio calibro nel quadrante a Nord-Ovest di Cagliari (es: Sanluri, Villacidro, Iglesias).



Fonte: elaborazione META  
 Figura 57. Spostamenti pesanti attratti per zona

## 5.6 Calibrazione del modello

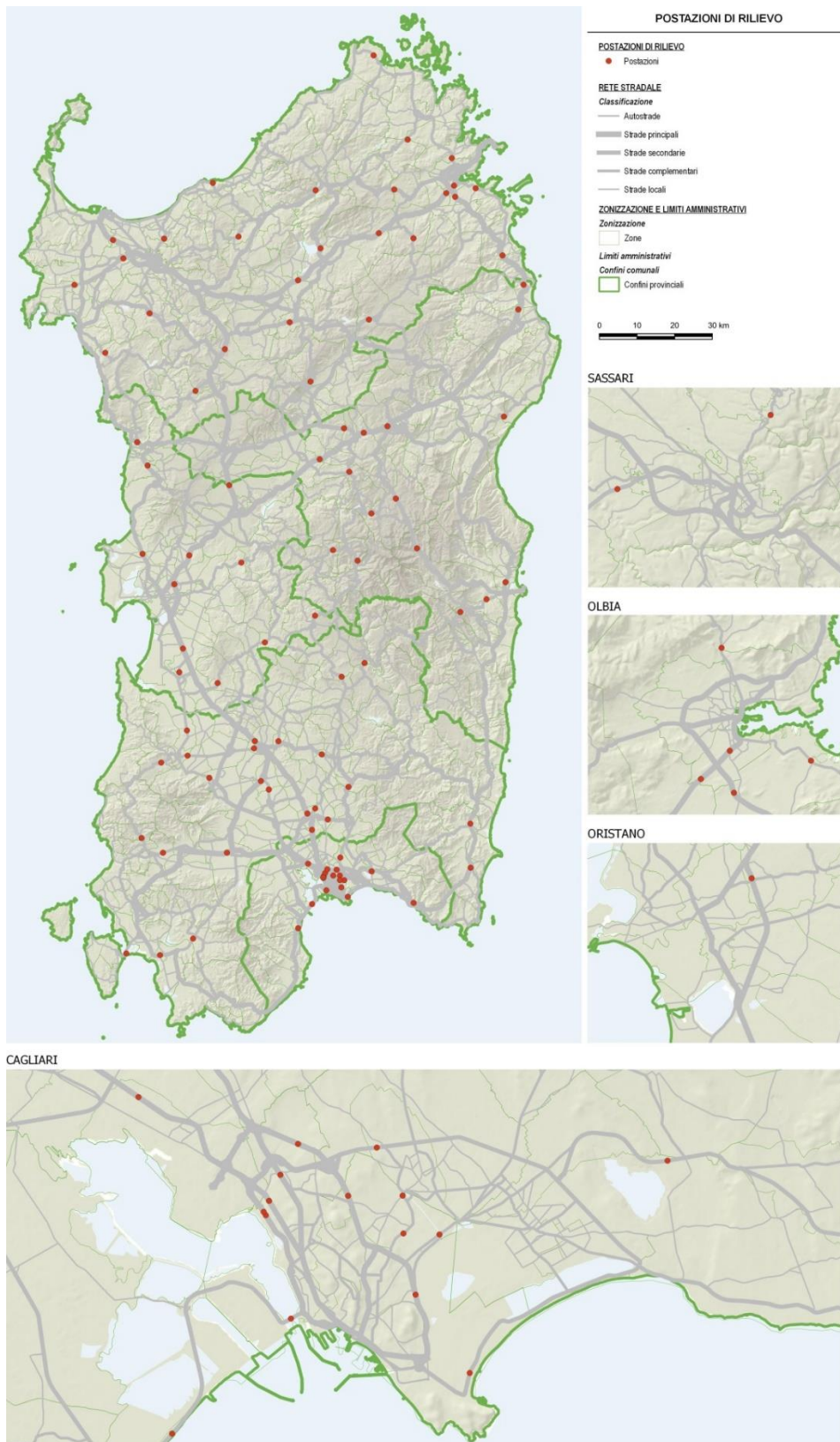
L'affidabilità del modello è correlata alla sua capacità di riprodurre, con sufficiente approssimazione, i flussi veicolari rilevati sulla rete stradale. Ne consegue la necessità di sottoporre preliminarmente il modello stesso ad una accurata fase di **calibrazione**, finalizzata alla “messa a punto” degli attributi del grafo e della matrice.

Nel caso del modello della Regione Sardegna, la calibrazione è stata effettuata sulla base dei dati di traffico resi disponibili da due fonti principali:

- I dati TGM ANAS, calcolati grazie alla rete di sensori PANAMA e disponibili per gli anni 2013-2019. Per ogni postazione viene riportata la media bidirezionale dei veicoli leggeri e pesanti circolanti in un giorno medio. Dal momento che non tutte le postazioni era disponibile il dato 2019, per ognuna è stato l'anno più recente disponibile.
- I dati della Sala di controllo della mobilità del Comune di Cagliari, che restituiscono il cordone di Cagliari sulla base di 9 postazioni. Per ogni postazione viene riportato il totale di veicoli in transito per direzione, senza però avere una distinzione fra leggeri e pesanti.

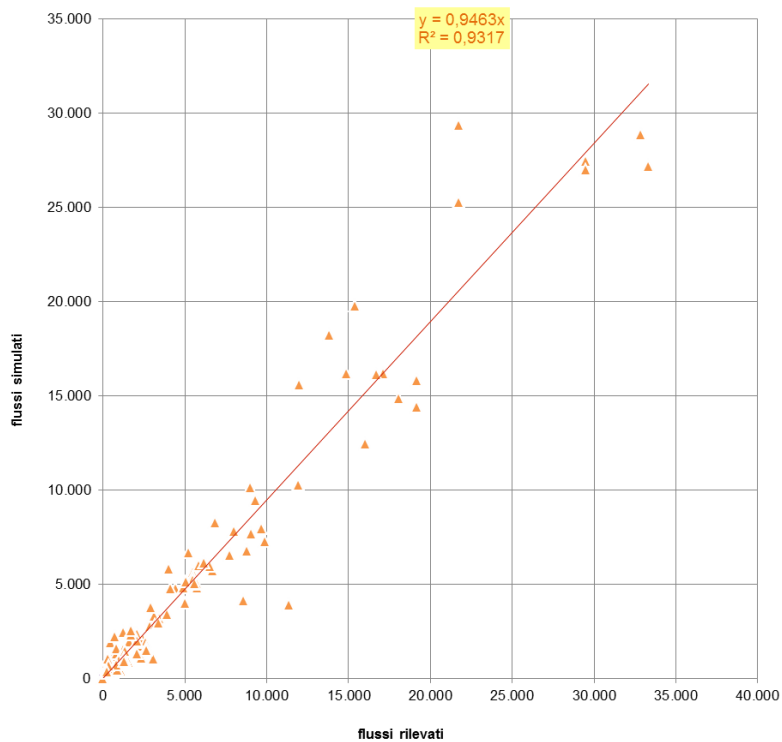
Da evidenziare che, con l'esclusione di Cagliari, i principali centri urbani non hanno una copertura di postazioni sufficiente a verificare accuratamente la corrispondenza fra quanto simulato e il reale assetto dei flussi veicolari.

L'immagine seguente (**Figura 58**) mostra la localizzazione dei punti di calibrazione utilizzati sull'intero territorio regionale.



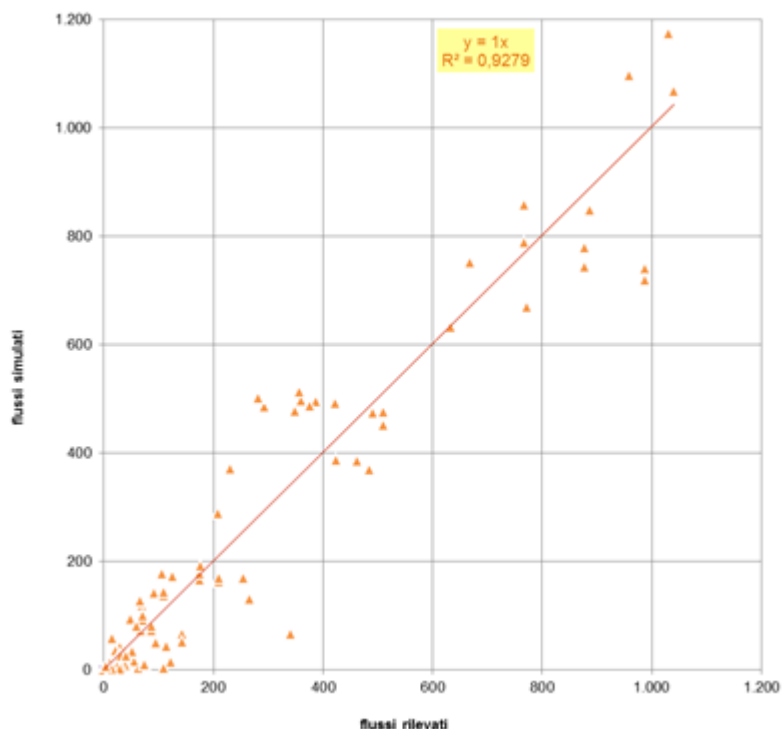
Fonte: elaborazione META  
 Figura 58. Localizzazione delle postazioni di rilievo

Il confronto fra i flussi rilevati con quelli simulati dal modello di traffico evidenzia il raggiungimento di un buon livello di correlazione, con parametro  $R^2$  pari a 0,93 sull'intera rete e intercetta 0.94 sul totale dei veicoli circolanti (**Figura 59**). Per quanto riguarda i veicoli pesanti, invece, l'intercetta è pari a 1, mentre l' $R^2$  è quasi 0.93 (**Figura 60**).



Fonte: elaborazione META

Figura 59. Calibrazione del modello regionale – totale flussi



Fonte: elaborazione META

Figura 60. Calibrazione del modello regionale –flussi pesanti

## 5.7 Simulazione dello stato di fatto

Il modello di simulazione del traffico, opportunamente calibrato, descrive in modo ragionevolmente accurato i carichi veicolari gravanti sulla rete viaria regionale in un giorno feriale medio.

Per quanto riguarda la rete primaria e di distribuzione, direttamente interessata dai conteggi di traffico utilizzati in fase di calibrazione, la sua attendibilità rispecchia le condizioni descritte nel precedente paragrafo, mentre per quanto attiene alla rete strettamente locale, i risultati ottenuti assumono un valore più indicativo eventualmente meglio definibile in fasi successive nel caso si disponesse di rilievi sul campo.

Osservando il flussogramma dei carichi veicolari simulati su ciascun arco stradale, riportato nelle immagini seguenti, è possibile riconoscere alcuni caratteri peculiari del traffico che interessano la rete stradale regionale

In particolare, risulta evidente come il traffico veicolare complessivo (**Figura 61**) si sviluppi prevalentemente nella **Città Metropolitana di Cagliari**, in primo luogo internamente all'area urbana in modo diffuso e quindi lungo le seguenti direttrici principali:

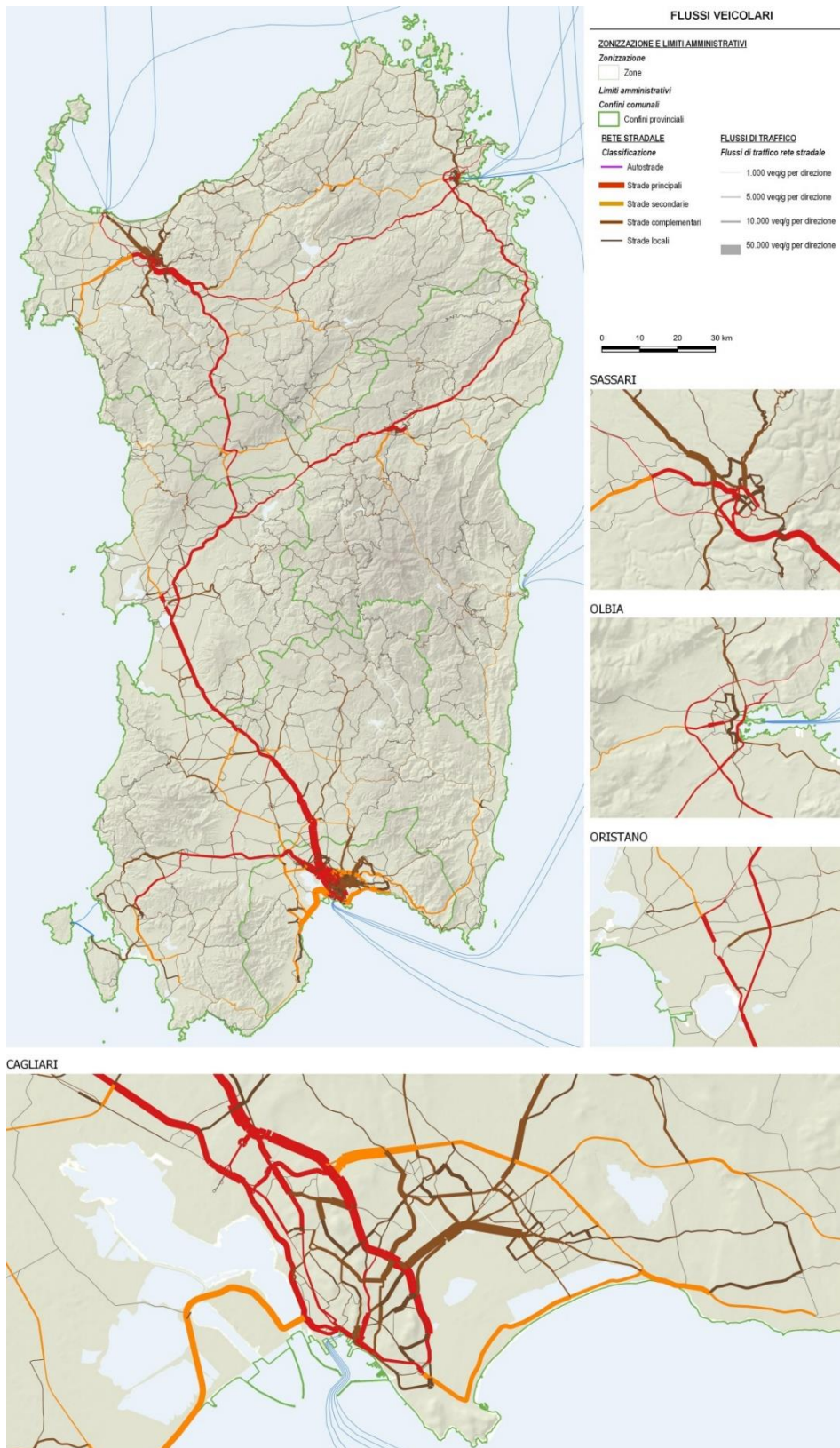
- in direzione Nord: Oristano con relativi innesti verso l'entroterra
- in direzione Ovest: Siliqua, Iglesias, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco

- in direzione Est: Villasimius con prosecuzione lungo la costa in direzione Arbatax.

A nord dell'isola, Il traffico veicolare leggero si sviluppa prevalentemente nell'area urbana di **Sassari-Porto Torres-Alghero**, in quella di **Olbia** e di **Nuoro** e lungo le direttrici di collegamento tra i tre poli. Rispetto al sistema cagliaritano, i flussi risultano maggiormente distribuiti nel resto della rete stradale

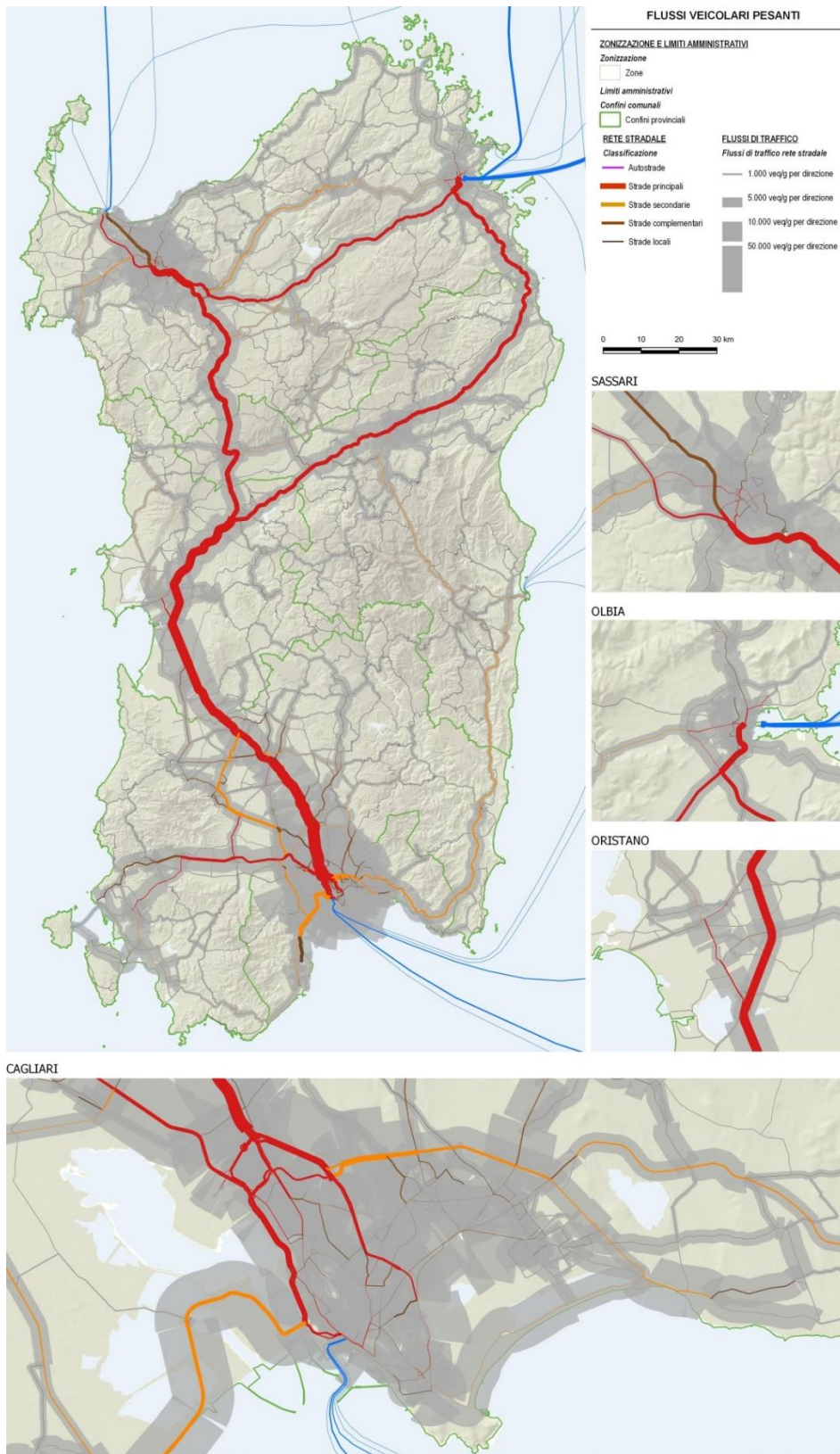
**Il flusso pesante (Figura 62) si concentra su un limitato insieme di infrastrutture stradali:**

- la SS131 Carlo Felice risulta essere la strada con i carichi pesanti più elevati, in particolare a sud dell'isola. A nord, pur mantenendo un ruolo di primo piano, i flussi sono infatti più distribuiti
- lungo la Variante SS 126 Sud occidentale sarda
- la SS 131 DCN Diramazione Centrale Nuorese per collegamenti Oristano-Olbia
- in direzione Ovest lungo il primo tratto della SS130 Iglesiente fino alla SS293 da cui i flussi si dividono riducendosi ulteriormente;
- in direzione Est Villasimius con prosecuzione lungo la costa in costante riduzione fino ad Arbatax.



Fonte: elaborazione META  
 Figura 61. Flussi veicolari complessivi – stato di fatto





Fonte: elaborazione META  
 Figura 62. Flussi veicolari pesanti – stato di fatto

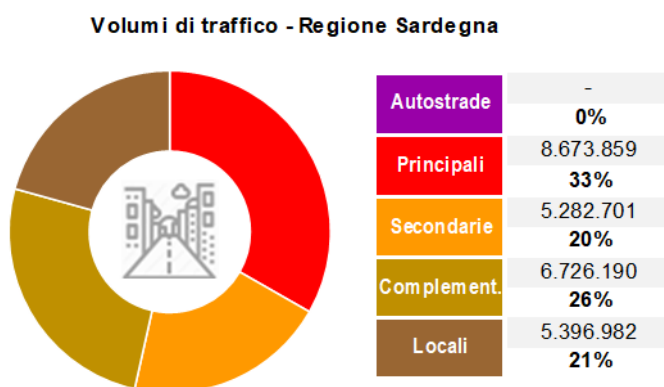
L'utilizzo di un modello di simulazione presenta anche il vantaggio, non secondario, di permettere l'estrazione di statistiche aggregate, che descrivono in modo sintetico la "quantità di traffico" presente e/o prevista nel territorio regionale.

Tali statistiche sono espresse secondo due tipiche grandezze, così definite:

- **volume totale di traffico**, corrispondente alla somma delle distanze percorse da tutti i veicoli entro l'area di studio in un determinato periodo di tempo, espresso in veicoli x chilometro giornalieri (*vkm/giorno*)
- **tempo di percorrenza complessivo**, corrispondente alla somma dei tempi impiegati da ciascun veicolo per percorrere gli archi stradali, espresso in veicoli x ora, sempre giornalieri (*vh/giorno*).

Il rapporto tra questi due indicatori restituisce la velocità media di deflusso sul grafo, espressa in  $vkm : vh = km/h$ .

A livello complessivo, in una giornata "media" (lavorativa, invernale e scolastica), sulla rete stradale regionale sono stati simulati 26 milioni di veicoli equivalenti\*km/giorno (**Figura 63** e **Tabella 4**). Tali flussi si concentrano in misura simile fra la rete principale (33%) e quella complementare (26%). Simili anche le quote della rete secondaria (20%) e locale (21%). Le percorrenze complessive ammontano a quasi 440mila veicoli\*ora/giorno, per una velocità media di quasi 60 km/h, con valori più alti sulla rete principale (oltre 80 km/h), e più contenuti su quella locale (40 km/h).



Fonte: elaborazione META

Figura 63. Riepilogo delle percorrenze complessive

VOLUMI E PERCORRENZE - Regione Sardegna				
CLASSE	Estesa	Volumi	Tempi	Velocità
	km	veq*km/giorno	veic*h/giorno	km/h
Principali	596	8.673.859	93.473	86,3
Secondarie	1.122	5.282.701	83.658	61,3
Complement.	2.052	6.726.190	131.893	50,3
Locali	3.937	5.396.982	128.789	41,4
Navigazione	1.259	593.774	20.008	29,7
<b>TOTALE</b>	<b>8.965,5</b>	<b>26.079.731</b>	<b>437.813</b>	<b>59,6</b>

Fonte: elaborazione META

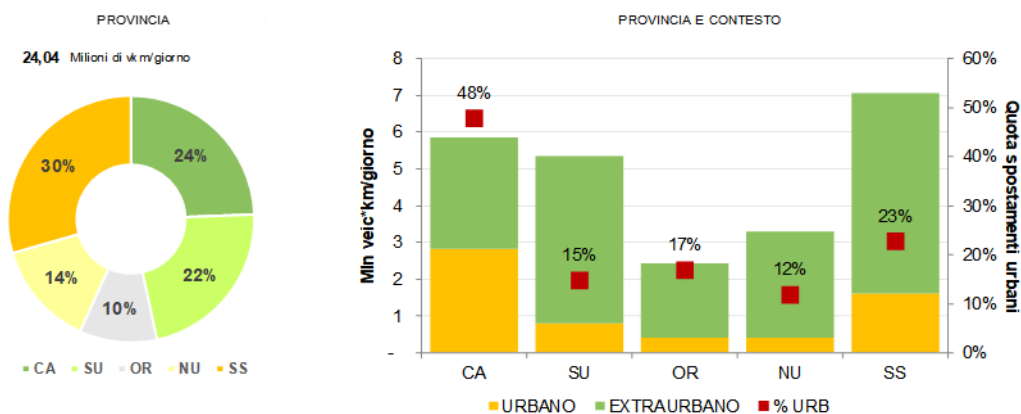
Tabella 4. Volumi e percorrenze

È possibile, inoltre, articolare queste statistiche per macro-categoria veicolare (leggeri/pesanti), territorio attraversato (province) e tipo di contesto (urbano/extraurbano).

Per quanto riguarda i veicoli leggeri, i 24 milioni di veicoli\*km/giorno si distribuiscono in quote simili fra le Provincia di Sassari, (30%), nella Città Metropolitana di Cagliari (24%) e nella Provincia del Sud-Sardegna (22%), mentre di minor rilevanza le Provincie di Nuoro (12%) e Oristano (10%). Nella Città Metropolitana, quasi la metà degli spostamenti è in ambito urbano (48%), quota che scende a meno di un quarto a Sassari (23%) e a valori ancora inferiori a Oristano (17%), Sud Sardegna (15%) e Nuoro (12%).

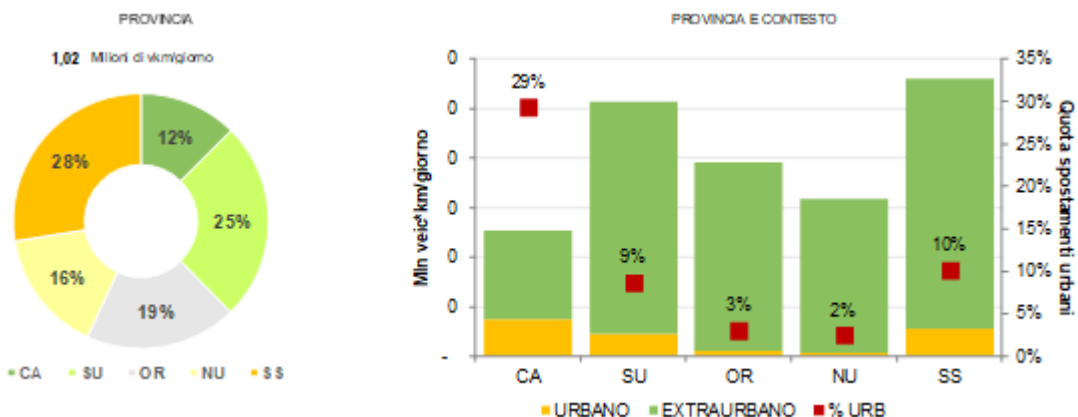
Per quanto riguarda invece la distribuzione delle percorrenze dei veicoli pesanti, la principale provincia di riferimento rimane Sassari (28%), seguita da Sud Sardegna (25%) Oristano (19%), Nuoro (16%) e Cagliari (12%). L'incidenza degli spostamenti urbani è nettamente inferiore al caso precedente, con un valore massimo del 29% a Cagliari e gli altri casi inferiori o uguali al 10%.

Questa diversità fra leggeri e pesanti conferma la diversa geografia degli spostamenti per le due categorie veicolari, dove i flussi leggeri tendono a concentrarsi sui poli urbani, mentre quelli pesanti tendono ad attraversare l'intera isola, in particolare connettendo Cagliari-Oristano-Sassari/Olbia.



Fonte: elaborazione META

Figura 64. Distribuzione delle percorrenze dei veicoli leggeri



Fonte: elaborazione META

Figura 65. Distribuzione delle percorrenze dei veicoli pesanti

Per un quadro complessivo volumi e percorrenze, le statistiche desunte dalla rete assegnata vengono infine integrate parametricamente con quelle relative agli spostamenti intrazonali e gli ingressi/egressi dalla rete. In entrambi i casi, vengono applicati alla matrice delle lunghezze e dei tempi di percorrenza medi specifici per la zona.

Per quanto riguarda gli **spostamenti intrazonali**, la lunghezza media viene calcolata come distanza media in linea d'aria fra le differenti sezioni censuarie interne alla zona. Le distanze vengono quindi pesate sulla base della popolazione ivi residente (dato 2011). Per quanto riguarda i tempi, questi vengono calcolati invece sulla base della velocità media della rete interna alla zona, con l'esclusione delle infrastrutture più performanti, caratterizzate da una vocazione maggiormente interzonale. Ne risultano quasi 350.000 veq\*km/giorno e 8.000 veic\*h/giorno, per una velocità media di quasi 43 km/h

Con riferimento invece ai **costi di ingresso/egresso**, le lunghezze sono calcolate sulla base della distanza media delle sezioni censuarie dal connettore della zona, mentre i tempi vengono calcolati come nel caso precedente. Ne risultano quasi 2.7 milioni di veq\*km/giorno e 0.5 milioni di veic\*h/giorno, per una velocità media di circa 35 km/h (**Tabella 5**)

VOLUMI E PERCORRENZE - Regione Sardegna			
CLASSE	Volumi	Tempi	Velocità
	veq*km/giorno	veic*h/giorno	km/h
Rete simulata	26.079.731	437.813	59,6
Intrazonali	345.825	8.073	42,7
Ingresso/Egresso	2.691.546	75.491	35,3
<b>TOTALE</b>	<b>29.117.103</b>	<b>521.377</b>	<b>53,9</b>

Fonte: elaborazione META

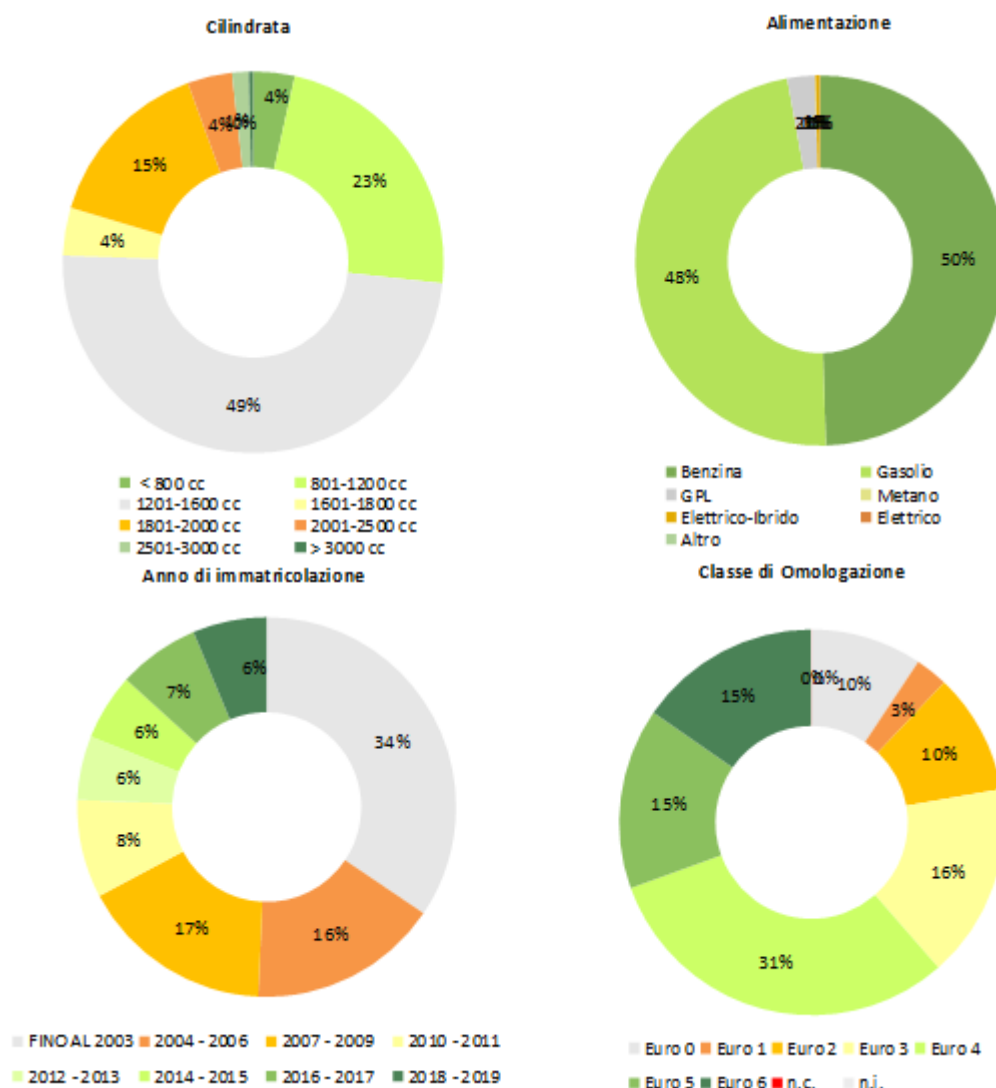
Tabella 5. Riepilogo volumi e percorrenze dello stato di fatto

## 6. Stima *bottom-up* dei consumi di gasolio autotrazione sulla rete stradale sarda (2019)

### 6.1 Analisi dati parco veicolare della Sardegna

Sulla base delle statistiche ACI relative alla composizione del parco veicolare per provincia (Autoritratto), è possibile definire le principali caratteristiche dei veicoli attualmente immatricolati in Sardegna. L'indagine copre infatti aspetti quali ad esempio la cilindrata, l'anno di immatricolazione, l'alimentazione e la classe di omologazione. Per i veicoli commerciali, inoltre, è disponibile anche l'informazione riguardante la portata.

Vengono di seguito presentate le statistiche distinte per autovetture e per veicoli commerciali (furgoni e pesanti) per l'anno 2019.



Fonte: elaborazione META  
 Figura 66. Parco autovetture regionale, 2019

Con riferimento al **parco autoveicoli (Figura 62 e Tabella 6)**, le statistiche ACI riportano la presenza di 1.07 milioni di veicoli. Quasi la metà delle cilindrata è compresa fra i 1.200 e i 1.600 cc, mentre l'altra metà si ripartisce similmente fra cilindrata superiori e inferiori. Per quanto riguarda l'alimentazione, la distribuzione benzina/gasolio risulta uniforme, con quote residuali per le altre alimentazioni, in particolare GPL (2% circa). L'anno mediano di immatricolazione è il 2007 e nell'insieme, il 60% del parco veicolare ha classe di omologazione Euro 4 o superiore

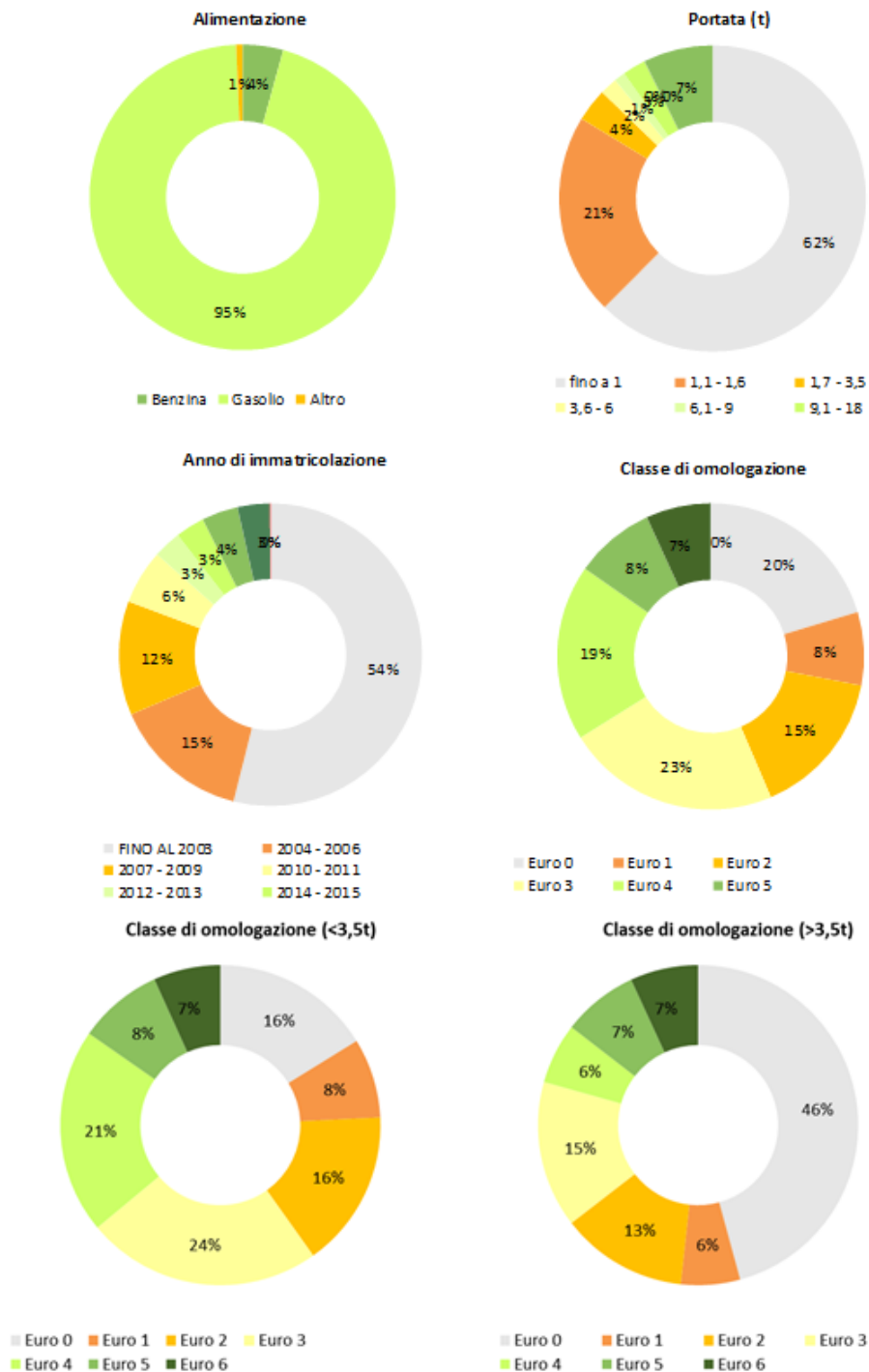
Regione Sardegna											
AUTOVETTURE CIRCOLANTI PER ALIMENTAZIONE, CILINDRATA E CLASSE DI OMOLOGAZIONE (2019)											
CLASSE DI OMOLOGAZIONE UE											
Alimentazione	Cilindrata (cc)	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	n.r.	ni	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	69.123	16.480	67.398	74.013	126.443	50.211	68.222		571	472.461
	1401 - 2000	11.638	5.546	11.374	7.756	11.225	2.793	2.932		65	53.329
	Oltre 2000	1.048	306	589	570	1.126	226	251		9	4.125
	non identificato	18	1	0	0	0	0	0		3	22
<b>Tot.BENZINA</b>		<b>81.827</b>	<b>22.333</b>	<b>79.361</b>	<b>82.339</b>	<b>138.794</b>	<b>53.230</b>	<b>71.405</b>		<b>648</b>	<b>529.937</b>
GASOLIO	Fino a 1400	2.217	228	99	15.670	71.446	26.267	8.087		0	124.014
	1401 - 2000	7.160	2.889	17.323	62.168	95.582	72.595	74.220		5	331.942
	Oltre 2000	5.434	2.799	9.489	13.087	12.237	6.823	4.595		6	54.270
	non identificato	3	0	0	0	0	0	0		0	3
<b>Tot.GASOLIO</b>		<b>14.814</b>	<b>5.916</b>	<b>26.911</b>	<b>90.925</b>	<b>179.265</b>	<b>105.485</b>	<b>86.902</b>		<b>11</b>	<b>510.229</b>
E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	1.326	259	868	725	10.601	2.611	1.577		3	17.970
	1401 - 2000	1.831	831	1.306	733	1.768	536	251		3	7.259
	Oltre 2000	118	51	110	104	204	11	1		0	599
	non identificato	1	0	0	0	0	0	0		0	1
<b>Tot.BENZINA O GAS LIQUIDO</b>		<b>3.276</b>	<b>1.141</b>	<b>2.284</b>	<b>1.562</b>	<b>12.573</b>	<b>3.158</b>	<b>1.829</b>		<b>6</b>	<b>25.829</b>
E METANO	Fino a 1400	53	10	38	17	130	121	42		0	411
	1401 - 2000	30	14	29	22	45	7	6		0	153
	Oltre 2000	1	2	1	0	2	0	0		0	6
	non identificato	0	0	0	0	0	0	0		0	0
<b>Tot.BENZINA O METANO</b>		<b>84</b>	<b>26</b>	<b>68</b>	<b>39</b>	<b>177</b>	<b>128</b>	<b>48</b>		<b>0</b>	<b>570</b>
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	0	0	0	0	6	55	210		0	271
	1401 - 2000	0	0	0	0	45	394	2.680		0	3.119
	Oltre 2000	0	0	0	0	14	20	400		0	434
	elettrico 100%	0	0	0	0	0	0	0	253	0	253
<b>Tot.ELETTRICO-IBRIDO</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>469</b>	<b>3.290</b>	<b>253</b>	<b>0</b>	<b>4.077</b>
ALTRE	=	28	0	0	0	0	0	0		4	32
<b>Tot.ALTRE</b>		<b>28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>4</b>	<b>32</b>
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>		<b>100.029</b>	<b>29.416</b>	<b>106.624</b>	<b>174.865</b>	<b>330.874</b>	<b>162.470</b>	<b>163.474</b>	<b>253</b>	<b>669</b>	<b>1.070.674</b>

Fonte: elaborazione META su dati ACI

Tabella 6. Parco autoveicoli regionale, 2019

Per quanto riguarda invece il **parco dei veicoli commerciali (Figura 63 e Tabella 7)**, questi comprende circa 160mila veicoli, di cui oltre l'85% con portata inferiore alle 3.5 t (veicoli commerciali leggeri), e il restante 15% superiore (veicoli commerciali pesanti). L'alimentazione è per il 95% dei veicoli basata su gasolio, mentre i veicoli alimentati a benzina sono una quota residuale e concentrata nelle piccole portate. Più della metà dei veicoli sono stati immatricolati prima del 2003 e la classe di omologazione mediana è l'Euro III.

Da evidenziare la presenza di forti differenze fra la distribuzione per classi di omologazione dei commerciali leggeri rispetto ai pesanti, per i quali la classe di omologazione mediana è l'Euro I, e quasi la metà degli immatricolati risultano Euro 0.



Fonte: elaborazione META su dati ACI

Figura 67. Parco veicoli commerciali regionale, 2019

Regione Sardegna											
VEICOLI COMMERCIALI CIRCOLANTI PER ALIMENTAZIONE, PORTATA E CLASSE DI OMOLOGAZIONE (2019)											
CLASSE DI OMOLOGAZIONE UE											
Alimentazione	Portata (q.li)	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	n.c.	n.d.	TOTALE
BENZINA	fino 3,5 t	1.443	891	1.526	1.306	1.015	427	347	-	20	6.975
	oltre 3,5 t	84	-	2	-	1	-	1	-	-	88
	trattori stradali	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
<b>Tot.BENZINA</b>		<b>1.529</b>	<b>892</b>	<b>1.528</b>	<b>1.306</b>	<b>1.016</b>	<b>427</b>	<b>348</b>	-	<b>20</b>	<b>7.066</b>
BENZINA	fino 3,5 t	203	41	47	40	535	68	63	-	-	997
GAS LIQUIDO	oltre 3,5 t	13	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	trattori stradali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tot.BENZINA E GAS LIQUIDO</b>		<b>216</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>535</b>	<b>68</b>	<b>63</b>	-	-	<b>1.010</b>
BENZINA	fino 3,5 t	6	2	3	3	9	35	1	-	-	59
METANO	oltre 3,5 t	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	trattori stradali	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
<b>Tot.BENZINA E METANO</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	-	-	<b>64</b>
ELETTRICO	fino 3,5 t	-	-	-	-	1	3	21	75	-	100
IBRIDO	oltre 3,5 t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	trattori stradali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tot.ELETTRICO E IBRIDO</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
GASOLIO (VI)	fino 3,5 t	20.678	10.154	20.386	31.469	27.068	11.245	8.900	-	14	129.914
	3,6 - 7,5	3.358	385	722	797	429	221	157	-	14	6.083
	7,6 - 12	2.824	308	475	474	205	162	126	-	11	4.585
	12,1 - 14	708	33	54	43	33	23	30	-	4	928
	14,1 - 20	1.248	224	434	433	199	172	150	-	12	2.872
	20,1 - 26	2.255	350	628	544	183	201	160	-	3	4.324
	26,1 - 28	14	4	-	1	-	-	6	-	-	25
	28,1 - 32	17	36	261	464	150	119	110	-	1	1.158
	Oltre 32	48	7	6	5	8	2	-	-	1	77
	fino a 14	171	-	5	5	4	5	1	-	-	191
GASOLIO (TS)	14,1 - 20	251	99	547	901	300	982	927	-	-	4.007
	20,1 - 28	39	8	27	25	13	15	10	-	-	137
	28,1 - 34	2	-	2	4	1	-	1	-	-	10
	34,1 - 40	1	2	5	3	1	-	-	-	-	12
	40,1 - 50	-	2	3	2	-	2	1	-	-	10
	50,1 - 60	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
	Non definito	392	35	21	3	3	7	32	-	5	498
	<b>Tot.GASOLIO</b>		<b>32.006</b>	<b>11.647</b>	<b>23.576</b>	<b>35.173</b>	<b>28.598</b>	<b>13.156</b>	<b>10.611</b>	-	<b>65</b>
N.I.	fino 3,5 t	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	oltre 3,5 t	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2
	trattori stradali	1	-	-	2	-	-	-	-	-	3
<b>Tot.ALTRRE</b>		<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>TOTALE COMPLESSIVO</b>		<b>33.763</b>	<b>12.582</b>	<b>25.155</b>	<b>36.524</b>	<b>30.159</b>	<b>13.689</b>	<b>11.048</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>163.081</b>

Fonte: elaborazione META su dati ACI

Tabella 7. Riepilogo volumi e percorrenze dello stato di fatto

## 6.2 Stima dei coefficienti unitari di consumo COPERT/CORINAIR;

La stima dei consumi energetici è stata sviluppata secondo la metodologia COPERT/CORINAIR (Linee-guida EEA 2016, aggiornamento 2018), facendo riferimento all'approccio di maggior dettaglio (Tier 3)<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Il gruppo di lavoro CORINAIR (COoRdination INformation AIR) attivato dalla Commissione delle Comunità Europee elabora ed aggiorna periodicamente i fattori unitari relativi al consumo di carburante, ed alle emissioni



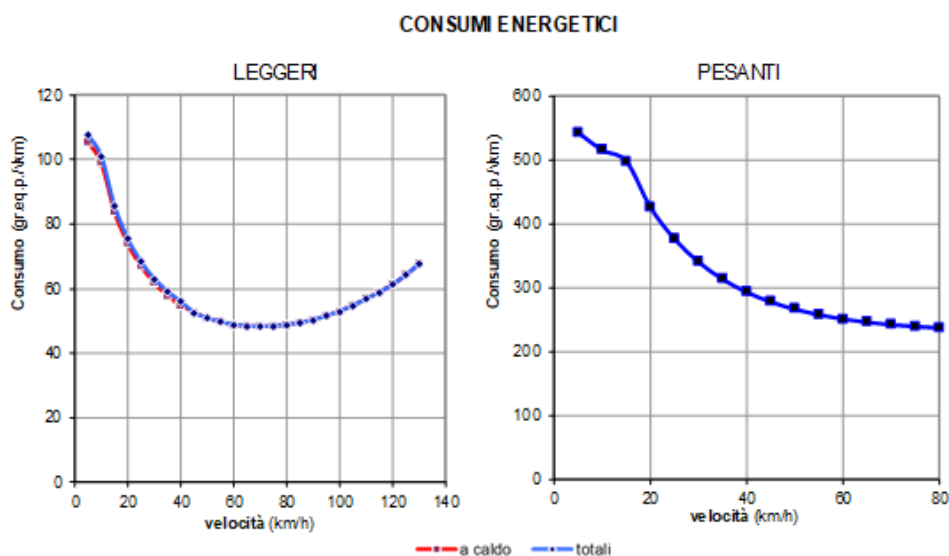
I coefficienti unitari di consumo sono stati determinati rapportando i valori della banca-dati europea con la composizione del parco veicolare circolante, riportata dai dati ACI 2019 con riferimento all'intera Regione Sardegna.

Grazie alla dettagliata lettura del parco veicolare vista nel paragrafo precedente, è possibile il calcolo di **coefficienti di emissioni medi**, operazione che viene effettuata incrociando la ripartizione del parco veicolare dei veicoli leggeri (autovetture e commerciali <3,5 t) e pesanti per classe di omologazione, con le emissioni medie associate in funzione della velocità ad ognuna di queste, disponibili nella banca-dati europea COPERT-CORINAIR.

Le curve risultanti (**Figura 68**) risultano fortemente differenziate per entità delle emissioni unitarie, con i veicoli pesanti che presentano valori naturalmente più elevati, che per forma funzionale. Nello specifico, le emissioni unitarie dei veicoli leggeri presentano una forma a parabola, con un massimo di quasi 110 gep/km a velocità molto basse, che scendono fino ad un minimo di quasi 50 intorno ai 70 km/h, per poi risalire a quasi 70 gep/km per velocità intorno ai 130 km/h. La curva dei pesanti, invece, presenta valori iniziali decisamente più elevati (550 gep/km), che però scendono molto rapidamente, finendo con l'asintotizzarsi attorno ai 230 gep/km per velocità di 80 km/h o superiori.

---

inquinanti (CO, NOx, COV, SO2, CO2), relativi a diverse categorie e sottocategorie di autoveicolo. In particolare, sono attualmente disponibili i fattori unitari relativi alle autovetture a benzina (a loro volta articolate per tre classi di cilindrata e per regolamento ECE vigente all'anno di immatricolazione); alle autovetture diesel (suddivise in due classi di cilindrata) ed autovetture a GPL; ai veicoli commerciali leggeri (a benzina e diesel); ai veicoli diesel commerciali pesanti (suddivisi in tre classi di peso); agli autobus ed ai motocicli (tre classi di cilindrata). Per quanto riguarda in particolare le autovetture a benzina e diesel, i fattori sono espressi mediante relazioni continue in funzione della velocità media di marcia (per velocità comprese fra 10 e 130 km/h), mentre i fattori relativi alle altre categorie di autoveicolo sono espressi con riferimento a tre condizioni di marcia tipo (urbana, extraurbana, autostradale). I coefficienti sono riportati nel rapporto: *Commission of the European Communities (AA.VV.), CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1990 Emissions from Road Traffic, Bruxelles, 1991*; e dai suoi successivi aggiornamenti: Ntziachristos L., Samaras Z.; *COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (version 2.1)*; technical report n.49, European Environmental Agency, Copenhagen, november 2000. Gkatzoflias D., Kouridis C., Ntziachristos L., Samaras Z.; *COPERT 4 Computer programme to calculate emissions from road transport; user manual*, European Environmental Agency, Copenhagen, december 2007., EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook, Part B sectoral guidance chapters, §1.A.3.b



Fonte: elaborazione META su dati ACI

Figura 68. Parco veicoli commerciali regionale, 2019

### 6.3 Stima dei consumi di carburante per autotrazione

Assegnando quindi questi coefficienti ai flussi veicolari simulati, è possibile stimare i consumi per ogni arco di rete e, per aggregazione, per comparto di analisi.

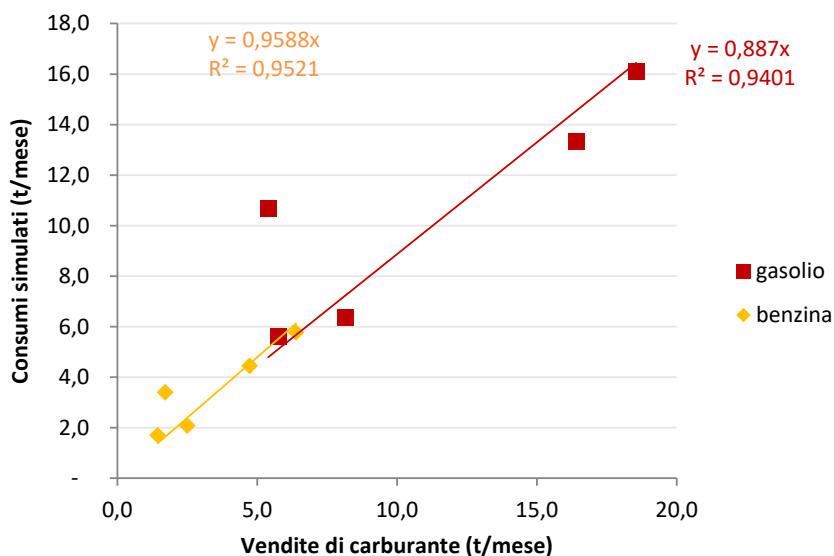
Le statistiche così ottenute, vengono ulteriormente processate attraverso l'applicazione di alcuni coefficienti correttivi:

- Vengono in primo luogo incrementati i consumi in ambito urbano (di ogni arco modellizzato è infatti nota la percentuale urbanizzata)
- Sono quindi incrementati anche i consumi sugli archi di classe funzionale più bassa (Es: strade locali).

Questa operazione si rende necessaria dal momento che il modello di traffico assegna ad ogni arco una velocità media giornaliera costante, senza considerare le variazioni riconducibili ai cicli di accelerazione/frenata. Questi ultimi, risultano più frequenti in ambito urbano e sulla viabilità di carattere più locale, dove sono più frequenti interferenze dovute ad esempio a intersezioni, sosta laterale ecc. Ne consegue che pertanto una strada in un contesto extraurbano e di classe elevata (es: primaria) avrà una penalità inferiore rispetto ad una strada locale in un contesto urbanizzato.

Tali valori vengono quindi espansi al mese moltiplicandoli per uno specifico numero di giorni (nello specifico, 29 per i leggeri e 28 per i pesanti), e confrontati con le vendite provinciali di gasolio e benzina per il mese di novembre 2019 (Bollettino petrolifero MSE). I risultati di questa operazione (**Figura 69**) evidenziano una buona correlazione fra consumi e vendite, con l'eccezione delle vendite diesel nella Provincia di Sud Sardegna, dove i consumi risultano essere di molto superiori alle vendite. Questo potrebbe essere attribuibile alla

presenza di rilevanti flussi di attraversamento (es: Cagliari-Oristano), per i quali è più probabile effettuare il rifornimento alla partenza o all'arrivo a destino.



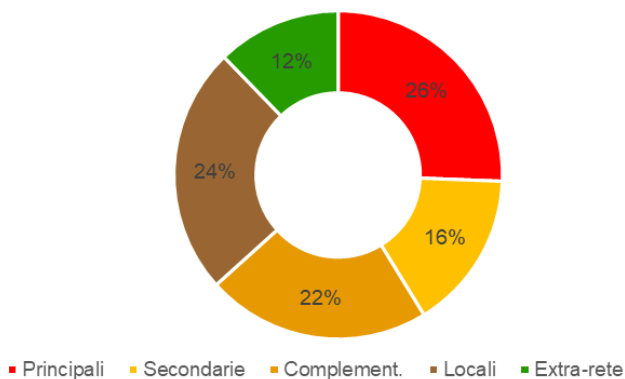
Fonte: elaborazione META

Figura 69. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, Novembre 2019

I risultati di queste operazioni (**Tabella 8**) evidenziano su un totale di 71.5 ktep consumate nel mese di riferimento, 18.4 siano riconducibile alla benzina, e il restante 53.07 al gasolio. Mentre i consumi di benzina sono quasi esclusivamente attribuibili ai veicoli leggeri, quelli di gasolio si distribuiscono fra leggeri (46.42) e pesanti (6.62).

Con riferimento invece alle categorie stradali (**Figura 70**), quote di consumo simili risultano sulla rete principale (26%), locale (24%) e complementare (22%), mentre meno rilevante il ruolo della rete secondaria (16%) e delle emissioni extra-rete (intrazonali e ingresso/egresso, pari al 10% circa).

### Consumi giornalieri per categoria stradale



Fonte: elaborazione META

Figura 70. Distribuzione dei consumi di carburante per classe stradale

CONSUMI DEI VEICOLI LEGGERI										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	1,04	0,75	0,58	0,55	1,19	4,11				
Secondarie	1,10	0,56	0,11	0,44	0,64	2,86				
Complement.	1,22	0,92	0,43	0,41	1,25	4,24				
Locali	1,27	0,95	0,37	0,57	1,63	4,79				
Intrazonali+I/E	1,48	0,42	0,31	0,22	0,00	2,42				
<b>TOT</b>	<b>6,11</b>	<b>3,60</b>	<b>1,79</b>	<b>2,20</b>	<b>4,71</b>	<b>18,41</b>				
Vendite (MSE)	6,77	1,81	1,52	2,64	5,01	17,76				
diff %	-9,7%	98,8%	17,9%	-16,9%	-5,6%	3,8%				

CONSUMI DEI VEICOLI PESANTI										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01				
Secondarie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Complement.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Locali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Intrazonali+I/E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
<b>TOT</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>				

GASOLIO (ktp/mese)										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	0,34	0,68	0,95	0,61	1,06	3,64				
Secondarie	0,34	0,33	0,04	0,14	0,24	1,09				
Complement.	0,10	0,34	0,07	0,06	0,24	0,81				
Locali	0,18	0,25	0,05	0,05	0,17	0,70				
Intrazonali+I/E	0,16	0,08	0,03	0,01	0,10	0,37				
<b>TOT</b>	<b>1,12</b>	<b>1,68</b>	<b>1,14</b>	<b>0,87</b>	<b>1,81</b>	<b>6,62</b>				

GASOLIO (ktp/mese)										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	2,68	1,94	1,49	1,42	3,03	10,55				
Secondarie	2,78	1,43	0,27	1,12	1,65	7,24				
Complement.	3,03	2,35	1,10	1,06	3,19	10,72				
Locali	3,14	2,42	0,94	1,45	4,03	11,98				
Intrazonali+I/E	3,66	1,07	0,79	0,56	-0,12	5,35				
<b>TOT</b>	<b>15,28</b>	<b>9,20</b>	<b>4,59</b>	<b>5,60</b>	<b>11,77</b>	<b>46,45</b>				

TUTTI I VEICOLI										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	3,7	2,7	2,1	2,0	4,2	14,7				
Secondarie	3,9	2,0	0,4	1,6	2,3	10,1				
Complement.	4,3	3,3	1,5	1,5	4,4	15,0				
Locali	4,4	3,4	1,3	2,0	5,7	16,8				
Intrazonali+I/E	5,1	1,5	1,1	0,8	-0,1	8,4				
<b>TOT</b>	<b>21,39</b>	<b>12,80</b>	<b>6,38</b>	<b>7,80</b>	<b>16,48</b>	<b>64,86</b>				

TUTTI I VEICOLI										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	4,1	3,4	3,0	2,6	5,3	18,3				
Secondarie	4,2	2,3	0,4	1,7	2,5	11,2				
Complement.	4,4	3,6	1,6	1,5	4,7	15,8				
Locali	4,6	3,6	1,4	2,1	5,8	17,5				
Intrazonali+I/E	5,3	1,6	1,1	0,8	-0,0	8,7				
<b>TOT</b>	<b>22,52</b>	<b>14,48</b>	<b>7,53</b>	<b>6,67</b>	<b>18,30</b>	<b>71,50</b>				
Vendite (MSE)	25,7	7,3	7,4	11,0	21,8	73,1				
diff %	-12,3%	97,9%	1,5%	-20,9%	-15,9%	-2,2%				

TUTTI I VEICOLI										
	BENZINA (ktp/mese)			NU			SS			TOT
	CA	SU	OR	CA	OR	NU	CA	OR	SS	
Principali	3,02	2,62	2,43	2,04	4,08	14,19				
Secondarie	3,12	1,76	0,31	1,26	1,89	8,33				
Complement.	3,13	2,69	1,18	1,11	3,43	11,54				
Locali	3,32	2,66	1,00	1,50	4,20	12,68				
Intrazonali+I/E	3,82	1,15	0,81	0,56	-0,02	6,33				
<b>TOT</b>	<b>16,40</b>	<b>10,87</b>	<b>5,73</b>	<b>6,47</b>	<b>13,58</b>	<b>53,07</b>				
Vendite (MSE)	18,91	5,50	5,89	8,32	16,75	55,38				
diff %	-13,3%	97,6%	-2,7%	-22,1%	-18,9%	-4,2%				

Fonte: elaborazione META

Tabella 8. Consumi per carburante (benzina e diesel) e tipologia di veicolo (leggeri, pesanti, totale)

Dopo aver ricondotto il dato giornaliero al mese di riferimento, e calibrato come illustrato il modulo ambientale grazie al confronto col Bollettino Petrolifero, è possibile calcolare i consumi annui. In particolare, il mese di riferimento viene espanso con opportuni coefficienti (**Tabella 9**) calcolati sulla base dell'andamento mensile delle vendite del 2019 (**Figura 71**).

	COEFFICIENTI DI ESPANSIONE	
	RIEPILOGO	
	LEGGERI	PESANTI
G	0,979	1,000
F	0,908	1,000
M	1,000	1,000
A	1,050	1,000
M	1,158	1,000
G	1,268	1,050
L	1,455	1,100
A	1,660	1,100
S	1,223	1,050
O	1,017	1,000
N	1,000	1,000
D	1,017	1,000
<b>TOT</b>	<b>13,735</b>	<b>12,300</b>

Fonte: elaborazione META

Tabella 9. Coefficienti di espansione dei consumi (mese > anno)

Questi coefficienti sono stati plafonati nel caso dei veicoli pesanti, per i quali si presuppone una minore incidenza della stagione turistica rispetto ai leggeri. Di conseguenza, il mese di riferimento è stato espanso di 13.7 per quanto riguarda i leggeri, e di 12.3 per quanto riguarda i pesanti.

Tale stima dei consumi annuali viene quindi integrata con i consumi attribuibili alla rete dei bus urbani ed extraurbani. Non essendo la rete bus una delle componenti di domanda utilizzate nel modello di traffico, questa stima è stata effettuata parametricamente.

In particolare, Il *Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti 2017-2018* riporta per la Regione Sardegna un totale di 1.502 autobus (536 urbani e 966 extraurbani), per una produzione pari a 66.2 milioni di autobus-km/anno (22.2 urbani e 43.9 extraurbani).

Ipotizzando quindi una velocità media in ambito urbano di 15 km/h, e in ambito extraurbano di 30 km/h, sulla base delle funzioni di consumo dei riportate nell'*air pollutant emission inventory guidebook (European Environmental Agency)*, sono stati calcolati dei coefficienti di consumo unitari pari a 409 e 308 geq/km, rispettivamente in ambito urbano ed extraurbano.

Moltiplicando infine la produzione chilometrica annua con i due coefficienti, si ottiene un consumo totale della rete autobus complessiva di 23 ktep/anno.

Ne risulta una stima complessiva di 1.010 ktep/anno consumati in Sardegna a fronte delle 1'009 riportate dal Bollettino Petrolifero. Per quanto riguarda i consumi di benzina, questi risultano sottostimati del 2.3%, mentre quelli di gasolio sono sovrastimati dello 0.8%.

CONFRONTO VENDITE/CONSUMI ANNUI				
	Benzina	Diesel	GPL	
	kt/anno			ktep/anno
CONSUMI	239	728	13	<b>1010</b>
VENDITE	244	722	13	<b>1009</b>
Differenza %	-2,3%	0,8%	0,0%	<b>0,0%</b>

Fonte: elaborazione META

Tabella 10. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, 2019

Il 90% dei consumi (905 ktep/anno) è quindi attribuibile ai veicoli leggeri, l'8% (81 ktep/anno) ai veicoli commerciali pesanti e il 2% (23 ktep/anno) alla rete del trasporto pubblico locale su gomma. In particolare, la quasi totalità dei consumi di benzina è attribuibile ai veicoli leggeri (253 ktep/anno), mentre quelli di gasolio si dividono fra leggeri (638 ktep/anno) e pesanti e autobus (104 ktep/anno).

RIPARTIZIONE CONSUMI				
	Benzina	Diesel	GPL	
	ktep/anno			
LEGGERI	253	638	14,5	<b>905</b>
PESANTI	0	81		<b>82</b>
BUS		23		<b>23</b>
<b>TOTALE</b>	<b>253</b>	<b>719</b>	<b>14,5</b>	<b>1010</b>

Fonte: elaborazione META

Tabella 11. Confronto consumi simulati e vendite di carburante, 2019

## 7. Analisi del potenziale di penetrazione del GNL nel parco autocarri circolante

### 7.1 Analisi del *turnover* del parco veicolare circolante

La stima del potenziale di penetrazione del GNL nel parco autocarri circolante è strettamente legata, innanzi tutto, alle dinamiche di ricambio del parco stesso: ciò in quanto, allo stato attuale delle tecnologie disponibili, l'adozione del nuovo carburante risulta connessa non tanto al retrofit di veicoli esistenti, quanto all'acquisto di veicoli nuovi di fabbrica.

I dati ACI evidenziano che, tra il 2010 e il 2019, il parco autocarri immatricolato in Sardegna è cresciuto da circa 140 a oltre 160 mila unità (+16%), rappresentate però in larga misura da furgoni (veicoli con peso lordo totale minore o uguale a 3,5 t), che costituiscono anche la categoria caratterizzata dal maggior incremento nel periodo. Per contro, il parco degli autocarri propriamente detti è *diminuito* di circa 2 mila unità (-12%) mentre quello delle motrici per semirimorchi, dopo una flessione non trascurabile (-11%) tra il 2010 e il 2014, ha nel 2019 recuperato, e anzi leggermente oltrepassato (+2%) i valori iniziali.

A tali valori si può aggiungere poi il numero degli autobus, che nel periodo in esame è restato sempre compreso fra le 3.200 e le 3.500 unità.

Anno	Consistenza				autobus
	furgoni	autocarri	motrici	Totale	
2010	117.562	18.279	4.787	<b>140.628</b>	3.275
2011	120.704	18.040	4.749	<b>143.493</b>	3.399
2012	122.544	17.686	4.562	<b>144.792</b>	3.330
2013	124.394	16.591	4.328	<b>145.313</b>	3.264
2014	125.997	16.318	4.257	<b>146.572</b>	3.232
2015	128.288	16.192	4.299	<b>148.779</b>	3.226
2016	131.599	16.129	4.427	<b>152.155</b>	3.254
2017	134.912	16.102	4.599	<b>155.613</b>	3.343
2018	138.295	16.149	4.791	<b>159.235</b>	3.371
2019	141.971	16.234	4.876	<b>163.081</b>	3.474

Fonte: ACI

Tabella 12. Sardegna: consistenza del parco autocarri e autobus, 2010-2019

Prendendo in esame la serie storica delle immatricolazioni, è immediato riscontrare una più spiccata variabilità temporale, comprensibile alla luce del fatto che essa restituisce un dato annuale molto più soggetto a fluttuazioni congiunturali, di quanto non possa accadere con il valore cumulato dei veicoli circolanti.

Ne consegue, in particolare, una sensibile oscillazione dei tassi di ricambio del parco, calcolati come rapporto fra prime iscrizioni e consistenza: tali tassi variano infatti tra l'1.1% e il 2.7% nel caso dei furgoni, tra lo 0.2% e lo 0.6% nel caso degli autocarri, e tra lo 0.5% e il 4.6% nel caso delle motrici per semirimorchi. Ancora maggiore risulta la variabilità riscontrabile nel caso degli autobus (la cui consistenza è fortemente influenzata dalla presenza di flotte aziendali di grande dimensione), con tassi minimi pari allo 0.5%, e massimi superiori al 10%.

Anno	Prime iscrizioni				
	furgoni	autocarri	motrici	Totale	autobus
2010	3.127	100	38	<b>3.265</b>	333
2011	2.412	67	24	<b>2.503</b>	188
2012	1.529	37	35	<b>1.601</b>	85
2013	1.361	29	90	<b>1.480</b>	39
2014	1.594	41	102	<b>1.737</b>	36
2015	1.968	48	118	<b>2.134</b>	16
2016	2.599	70	175	<b>2.844</b>	32
2017	2.527	80	211	<b>2.818</b>	76
2018	2.473	98	221	<b>2.792</b>	26
2019	2.461	105	123	<b>2.689</b>	147

Fonte: ACI

Tabella 13. Sardegna: prime iscrizioni di autocarri e autobus, 2010-2019

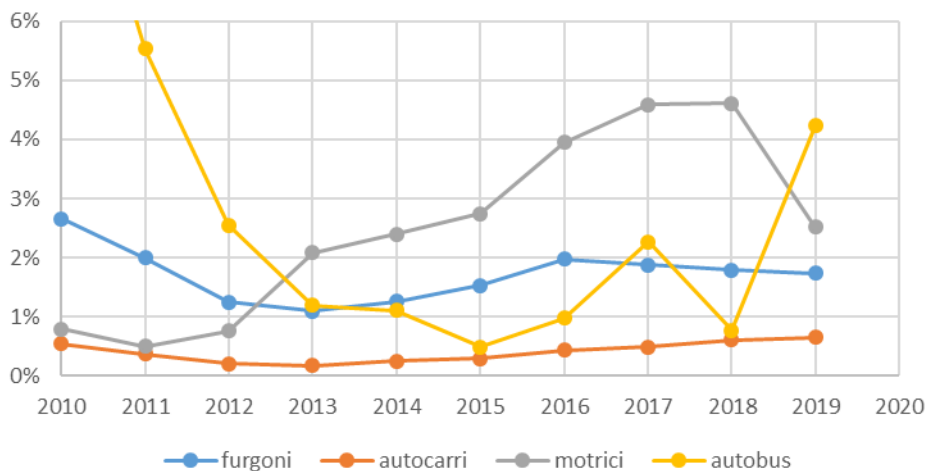
Anno	Tasso di ricambio				
	furgoni	autocarri	motrici	Totale	autobus
2010	2,7%	0,5%	0,8%	<b>2,3%</b>	10,2%
2011	2,0%	0,4%	0,5%	<b>1,7%</b>	5,5%
2012	1,2%	0,2%	0,8%	<b>1,1%</b>	2,6%
2013	1,1%	0,2%	2,1%	<b>1,0%</b>	1,2%
2014	1,3%	0,3%	2,4%	<b>1,2%</b>	1,1%
2015	1,5%	0,3%	2,7%	<b>1,4%</b>	0,5%
2016	2,0%	0,4%	4,0%	<b>1,9%</b>	1,0%
2017	1,9%	0,5%	4,6%	<b>1,8%</b>	2,3%
2018	1,8%	0,6%	4,6%	<b>1,8%</b>	0,8%
2019	1,7%	0,6%	2,5%	<b>1,6%</b>	4,2%

Fonte: elaborazione META su dati ACI

Tabella 14. Sardegna: tassi di ricambio del parco autocarri e autobus, 2010-2019



### Tasso di ricambio



Fonte: elaborazione META su dati ACI

Figura 71. Sardegna: tassi di ricambio del parco autocarri e autobus, 2010-2019

Nel caso degli autocarri, è importante osservare come la netta differenziazione tra i tassi di ricambio che caratterizzano i diversi segmenti di portata tendano ad accrescere sempre più la forte polarizzazione già esistente tra un parco molto leggero (furgoni) e uno molto pesante (motrici per semirimorchi), a discapito dei veicoli di peso intermedio (autocarri). Ciò rispecchia la tendenza in atto alla terziarizzazione delle catene logistiche, sempre più riconducibili a cicli complessi, formati da fasi di raccolta/distribuzione, effettuate con mezzi di piccola dimensione, e fasi di trasferimento in linea, effettuate con autoarticolati.

## 7.2 Stima del potenziale di penetrazione del GNL

Viste le considerazioni sviluppate nel precedente paragrafo, il tasso di ricambio del parco veicolare circolante pone di fatto un limite superiore ai livelli di penetrazione del GNL nel settore dell'autotrasporto merci.

Una stima ottimistica del potenziale può dunque derivare dall'assunzione, per l'intero periodo 2020-2030, del tasso di ricambio massimo riscontrato nel decennio precedente, che ammonta al 4.6% per le motrici e allo 0.6% per gli autocarri.

A tali valori occorre poi aggiungere una stima dell'incidenza dei veicoli alimentati a GNL sul totale delle prime iscrizioni. Tenuto conto dei differenziali nei costi d'acquisizione e d'esercizio, e della necessità di predisporre una adeguata rete distributiva a livello regionale, sembra difficile assumere in questo caso una quota superiore al 40% del totale.

Il risultato ottenuto sulla base di queste ipotesi è riportato nella tabella seguente: come si osserva, l'incidenza dei veicoli alimentati a GNL sul totale del parco circolante nel 2025 e

nel 2030 raggiunge rispettivamente il 9÷18% nel caso delle automotrici per semirimorchi, e soltanto l'1.3÷2.6% nel caso degli autocarri.

	autocarri	motrici	autobus
<b>tasso ricambio</b>			
max	0,6%	4,6%	10,2%
min	0,2%	0,5%	0,5%
<b>incidenza GNL su nuovo (media 2020-30)</b>			
max	40%	40%	40%
min	20%	20%	20%
<b>% del parco GNL al 2025</b>			
max	1,3%	9,2%	20,3%
min	0,2%	0,5%	0,5%
<b>% del parco GNL al 2030</b>			
max	2,6%	18,5%	40,7%
min	0,4%	1,0%	1,0%

Fonte: elaborazione META su dati ACI

Tabella 15. Sardegna: stima incidenza percentuale veicoli alimentati a GNL, 2025-2030

Il forte differenziale fra i tassi potenziali di penetrazione del GNL nel parco autocarri ed autoarticolati rende necessaria una stima dell'incidenza delle due categorie di veicoli sui volumi di traffico pesante complessivi (293 milioni di vkm/anno), e sui corrispondenti consumi energetici (81.7 ktep/anno).

Rapportando il volume di traffico pesante annuo stimato sulla rete al totale dei veicoli commerciali pesanti circolanti (21.110 unità tra autocarri e autoarticolati) si ottiene un valore pari a soli 13.900 km/veicolo/annuo. Si tratta di un valore molto limitato – paragonabile a quello che contraddistingue i veicoli leggeri circolanti nell'isola – che può essere forse spiegato in base a due fattori concomitanti:

- la presenza all'interno del parco di veicoli molto anziani, probabilmente soggetti e percorrenze medie annue molto limitate
- l'esistenza di flussi pesanti interregionali, tali da trasferire al Continente parte del chilometraggio effettuato dai mezzi adibiti a spostamenti di medio-lungo raggio.

Assumendo percorrenze medie annue pari a 30.000 km per gli autoarticolati, e a 9.000 km per gli autocarri, è possibile ipotizzare che il volume di traffico complessivo si ripartisca in misura all'incirca paritetica fra le due categorie.

Ciò consente di ponderare le percorrenze attese dei veicoli alimentati a GNL, nell'ipotesi che i loro chilometraggi annui risultino pari al doppio della media degli altri veicoli<sup>13</sup>: il risultato, riportato nella tabella seguente, corrisponde a un volume di circa 61 milioni di vkm/anno, di cui 54 afferenti a movimenti di autoarticolati, e i restanti 7 a movimenti di autocarri. Tali valori corrispondono, tenendo conto dei diversi consumi unitari che caratterizzano le due categorie, ad un consumo di GNL dell'ordine dei 21.6 ktep/anno, pari al 26.3% del totale afferente al traffico di veicoli commerciali pesanti.

	Autocarri	Articolati	Totale
Consistenza	16 234	4 876	<b>21 110</b>
km/veicolo/anno	9 094	30 000	<b>13 923</b>
Mvkm/anno	147.63	146.28	<b>293.91</b>
% veicoli a GNL al 2030	2.6%	18.5%	<b>6.3%</b>
Consistenza	422	900	<b>1 321</b>
km/veicolo GNL/anno	18 188	60 000	<b>46 659</b>
Mvkm GNL/anno	7.67	53.98	<b>61.65</b>
% percorrenza GNL al 2030	5.2%	36.9%	<b>12.5%</b>
Consumi GNL (ktep)	1.4	20.1	<b>21.6</b>
% consumi GNL al 2030	5.2%	36.9%	<b>26.3%</b>

Fonte: elaborazione META su dati ACI, MSE

Tabella 16. Sardegna: stima consumi di GNL da traffico commerciale pesante, 2030

### 7.3 Ipotesi sulla rete distributiva

Un ultimo elemento di interesse, conseguente alla stima del potenziale complessivo di consumo di GNL da parte del traffico commerciale pesante, riguarda la struttura della relativa rete distributiva, che deve ovviamente risultare coerente con il quadro delle ipotesi sinora adottate.

L'attuale struttura della rete distributiva, illustrata nella cartografia riportata nella pagina seguente, può contare su circa 700 punti di vendita, concentrati essenzialmente nelle aree urbane e lungo le principali arterie stradali, ma comunque presenti in modo diffuso in tutto il territorio regionale.

D'altro canto, una stima sommaria dei livelli di profittabilità dell'installazione di un erogatore di GNL conduce ad una soglia minima dell'ordine dei 3 ktep/anno, valore che rimanda a un numero massimo di punti di vendita, finalizzati al trasporto commerciale pesante, pari a:

<sup>13</sup> L'ipotesi è giustificata dal fatto che l'acquisto di veicoli "nuovi di fabbrica" dovrebbe concentrarsi sui segmenti del parco circolante a più elevato tasso di ricambio, e dunque a maggior livello di utilizzo medio annuo dei veicoli.

*21,6 ktep : 3 ktep/punto vendita = 7,2 punti vendita*

corrispondente all'1% circa dei punti vendita esistenti.

La sproporzione così ottenuta rispecchia due fattori importanti:

- da un lato, la finalizzazione al solo traffico commerciale pesante, che conduce ad escludere la totalità dei punti rete urbani, che costituiscono una quota consistente del totale
- dall'altro, la forte concentrazione del medesimo traffico commerciale pesante su un insieme ridotto di arterie principali, che tende di fatto a determinare, a parità di ogni altro fattore, condizioni di non profittabilità per l'installazione di punti vendita GNL in importanti porzioni dell'isola (quali ad esempio l'Ogliastra).

Assumendo come valore di riferimento una numerosità di 4/6 punti vendita sull'intera isola, in prima approssimazione sembra possibile identificare, quali aree essenziali per la strutturazione di una rete adeguata, le seguenti:

- accesso Cagliari lungo la SS131
- area di Oristano
- area di Sassari/Porto Torres
- area di Olbia/Golfo Aranci.

A tali aree possono eventualmente aggiungersi, come ulteriori ambiti di attenzione, l'area di Nuoro lungo la SS131dcn, quella di Macomer-Ghilarza lungo la SS131, e quella di Carbonia-Iglesias lungo la SS126 o la SS130.



Fonte: elaborazioni Meta  
 Figura 72. Sardegna: rete distributori carburante

## 8. Bibliografia e sitografia

Borghetti F., Gandini P., Studer L., Todeschini V., Pastorelli G., 2015, *Il SIIG per la mappatura del rischio associato al trasporto di sostanze pericolose: applicazione in aree vulnerabili del contesto lombardo*, Convegno ASITA 2015, 167-174, ISBN/ISSN: 978-88-941232-2-7

Gandini P., Borghetti F., Studer L., Iuliano R., Pastorelli G., 2015, *Assessment of areas exposed to damage by dangerous goods transportation. Application of Analytic Hierarchy Process method for land covers weighting*, IEEE - ITSC 2015 Smart Mobility for Safety and Sustainability, ISBN: 978-1-4673-6595-6.

Orso Giaccone M., Bratta F., Gandini P., Studer L., 2012, *Dangerous goods transportation by road: a risk analysis model and a global integrated information system to monitor hazardous materials land transportation in order to protect territory*, Chemical Engineering Transactions, vol. 26-2012, Cisap 5th International Conference on Safety & Environment in Process & Power Industry, ISSN: 1974-9791.

Studer L., Gandini P., Borghetti F., Maja R., Todeschini V., 2012, *Improving knowledge of risk in Dangerous Goods Transport*, XIX ITS World Congress, Vienna, Paper EU-00685.

Studer L., Gandini P., Iuliano R., Borghetti F., Marchionni G., - 2018, *Road users exposed to Harm from Transportation of dangerous goods – definition and estimation*.

T. Franci, F. Clementi e C. Checchi, “*Monitoraggio del mercato degli usi finali del GNL in Italia – 2019*” Rapporto REF-E, gennaio 2020, abstract scaricabile all’indirizzo <https://www.refe.com/it/downloads/ssing-watch/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2019-abstract>;

T. Franci e C. Checchi, “*La filiera degli usi finali del GNL in Italia – 2018*” Rapporto REF-E, gennaio 2019, abstract scaricabile all’indirizzo <https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2018-abstract>;

T. Franci e C. Checchi, “*La filiera degli usi finali del GNL in Italia – 2017*” Rapporto REF-E, gennaio 2018, abstract scaricabile all’indirizzo <https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2017-abstract> ;

T. Franci “*La metanizzazione della Sardegna*” Working Paper REF-E n. 16, novembre 2017; scaricabile all’indirizzo <https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-metanizzazione-della-sardegna-abstract-novembre-2017> ;

T. Franci e C. Checchi, “*La filiera degli usi finali del GNL in Italia – 2016*” Rapporto REF-E, gennaio 2017, summary scaricabile all’indirizzo <https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2016-abstract> ;

[e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2016-summary](https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/la-filiera-degli-usi-finali-di-gnl-in-italia-2016-summary);

T. Franci, “*La filiera degli usi finali del GNL in Italia*”, Working Paper REF-E n. 12, luglio 2015, scaricabile all’indirizzo <https://www.ref-e.com/it/downloads/osservatorio-gnl-usi-finali/workingpaper-ref-e-la-filiera-degli-usi-finali-del-gnl> ;