

Piano Energetico Regionale

ALLEGATI alla Parte II

Direzione Regionale Infrastrutture e Mobilità

Luglio 2018

Indice	
ALLEGATO 2.1 Costruzione dello scenario di evoluzione dei consumi della Regione Lazio	4
ALLEGATO 2.2 Scenario Obiettivo - dettaglio per FER della produzione nel Lazio.....	10
Indice figure	
Figura 2.1	5
Figura 2.2- Andamento della popolazione, 2011=100, Italia e Lazio.....	6
Indice tabelle	
Tabella 2.1- Tasso medio annuo di crescita del PIL	6
Tabella 2.2- Tasso medio annuo di crescita della popolazione	6
Tabella 2.3- Tasso medio annuo di crescita del valore aggiunto industriale, branche e totale comparto	7
Tabella 2.4-Tasso medio annuo di crescita del valore aggiunto industriale	8
Tabella 2.5– Previsione dei consumi settoriali di energia elettrica	9
Tabella 2.6– Consistenza della disponibilità di superficie in copertura.....	11
Tabella 2.7 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: Proiezione dell’evoluzione della produzione fotovoltaica nei periodi di piano	14
Tabella 2.8 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: evoluzione del parco impiantistico addizionale nei periodi di piano (N° impianti)	14
Tabella 2.9 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: evoluzione del parco impiantistico addizionale nei periodi di piano: potenza installata (MW).....	14
Tabella 2.10 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: installazione impianti su edifici.....	15
Tabella 2.11 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: installazione impianti a terra.....	15
Tabella 2.12 - Scenario Obiettivo - FER-E Eolico: Proiezione dell’evoluzione della produzione eolica (baseline 2014 produzione eolica normalizzata).....	17
Tabella 2.13 - Scenario Obiettivo - FER-E Mini e microidraulica: Proiezione dell’evoluzione della produzione (baseline 2014 produzione idroelettrica normalizzata).....	18
Tabella 2.14 - Scenario Obiettivo - FER-E Bioenergie: Proiezione dell’evoluzione della produzione.....	20
Tabella 2.15 - Scenario Obiettivo - FER-E Geotermia media entalpia: Proiezione dell’evoluzione della produzione.....	21
Tabella 2.16 - Scenario Obiettivo - FER-E Moto ondoso - Barriere foranee: Proiezione dell’evoluzione della produzione.....	22
Tabella 2.17 - Scenario Obiettivo - FER-C Solare termico: Proiezione dell’evoluzione della produzione.....	23
Tabella 2.18 - Scenario Obiettivo - FER-C Bioenergie per usi termici: Proiezione dell’evoluzione della produzione.....	24
Tabella 2.19 - Scenario Obiettivo - FER-C Geotermia quota parte: Proiezione dell’evoluzione della produzione	25

Tabella 2.20 - Scenario Obiettivo - FER-C Pompe di calore elettriche aria-aria quota parte: Proiezione dell'evoluzione della produzione.....26

ALLEGATO 2.1

COSTRUZIONE DELLO SCENARIO DI EVOLUZIONE DEI CONSUMI DELLA REGIONE LAZIO SEGUENDO LE INDICAZIONI DELLO SCENARIO NAZIONALE SEN

Costruzione dello scenario di evoluzione dei consumi della Regione Lazio

La finalità di questo esercizio è realizzare uno scenario di evoluzione dei consumi energetici della regione Lazio seguendo le indicazioni dello scenario nazionale SEN realizzato ed aggiornato da ENEA.

Al fine di individuare i trend al 2050 per la regione Lazio si è realizzata una dashboard, dove sono incluse delle ipotesi per l'ottenimento delle proiezioni e per la regionalizzazione dei risultati degli scenari SEN e DDPP per l'Italia. Si è cercato, ove possibile, di considerare le peculiarità e le differenze con la media nazionale della struttura produttiva, economica e sociale della regione, come emerse dalle analisi precedentemente effettuate.

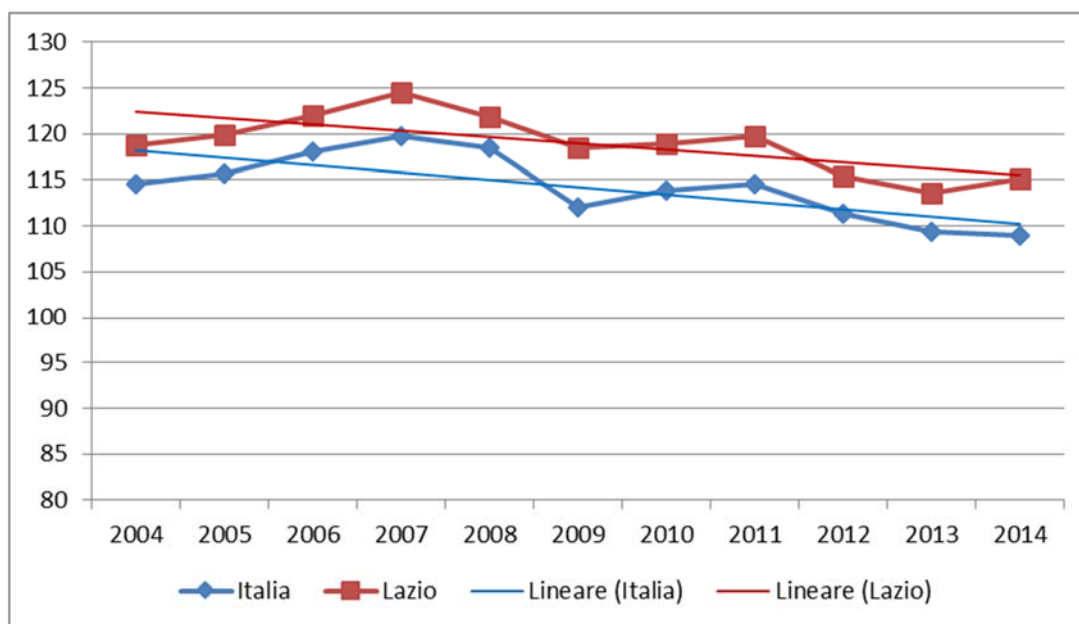
Prima di analizzare l'evoluzione dei consumi, bisogna individuare quelli che sono i drivers di crescita che guidano la trasformazione della regione permettendole di contribuire a quella nazionale secondo i tassi utilizzati e ipotizzati nello scenario italiano realizzato da ENEA: il settore residenziale è guidato dalla popolazione e quindi dalla necessità incrementale di alloggi, oppure l'evoluzione del settore industriale segue la produzione e quindi i valori aggiunti settoriali, ecc. Queste variabili chiave possono discordare o assumere diverso significato per il Lazio rispetto all'Italia.

Le ipotesi per ottenere le proiezioni dei driver regionali sono delineate ai punti seguenti:

I) Prodotto Interno Lordo

Come mostrato dalle rette di regressione riportate in figura, dal 2004 in poi i tassi di crescita del PIL Italia e Lazio sono quasi allineati. Nonostante questo allineamento, si è voluto calcolare le proiezioni di crescita per il PIL laziali tenendo conto anche dei valori dei tassi storici regionali e della correlazione che essi presentano rispetto al dato nazionale.

Figura 2.1



A questo scopo, si è calcolata la correlazione tra i tassi di crescita nazionali e regionali nel periodo 2004-2013. Si è scelto di terminare il periodo al 2013 in quanto esso costituisce l'anno base della dashboard, rappresentando l'ultimo anno per cui esiste una disponibilità completa di dati. Inoltre, le analisi di proiezione del PIL realizzate dalla Commissione Europea per l'Italia sono basate sul 2013 come anno storico¹ ed è

¹ EU Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050, reference scenario 2013, <http://ec.europa.eu/transport/media/publications/doc/trends-to-2050-update-2013.pdf>

importante garantire confrontabilità. Includendo anche il 2014 nel periodo di calcolo si otterrebbe un tasso medio annuo (t.m.a.) più elevato, poco coerente con lo scenario SEN. Sulla base del coefficiente di correlazione è stato ricalcolato il t.m.a. per il Lazio nei periodi di proiezione, così come riportato in Tabella 2.32.

Tabella 2.1- Tasso medio annuo di crescita del PIL

	2013-20	2020-30	2030-50
Italia	1.33%	1.51%	1.31%
Lazio	1.30%	1.48%	1.28%

2) Popolazione

Sono state utilizzate le proiezioni elaborate dall'Istat in "Previsioni - Anni 2011-2065" disponibili per l'Italia e per il Lazio. I trend di crescita sono mostrati nella Figura 2.40 e i t.m.a. per i periodi oggetto di analisi sono riportati in Tabella 2.18.

Figura 2.2- Andamento della popolazione, 2011=100, Italia e Lazio

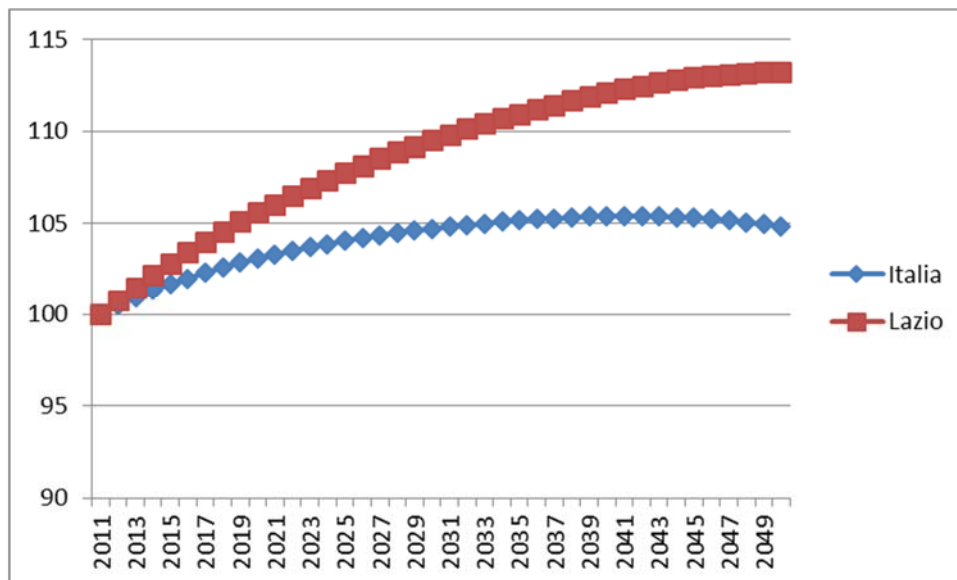


Tabella 2.2- Tasso medio annuo di crescita della popolazione

	2013-20	2020-30	2030-50
Italia	0.75%	0.25%	0.11%
Lazio	0.56%	0.37%	0.17%

3) Valore aggiunto del comparto industriale

Per la ricostruzione del trend di crescita del valore aggiunto del Lazio, si è partiti dai tassi di crescita del valore aggiunto nazionale usati per l'Italia (scenari SEN e DDPP), così come riportati negli scenari della Commissione Europea elaborati con il modello PRIMES².

Si è quindi ipotizzato che l'evoluzione del settore produttivo regionale sia legata al mercato italiano ed estero e non sia trainata da driver a connotazione locale. I dati di valore aggiunto del settore manifatturiero disaggregato per branche, pubblicati da Istat, sono stati usati come valori di partenza a cui applicare i tassi di crescita nazionali. A questo scopo si è realizzata una concordanza tra le branche per cui sono disponibili i tassi di crescita nazionali e le branche disaggregate da Istat. I tassi di crescita medi annui applicati sono riportati in Tabella 2.19.

Dalla somma dei livelli di valore aggiunto settoriale così ottenuti si è calcolato il livello del valore aggiunto totale del comparto industriale per i periodi di proiezione, come mostrato all'ultima riga della tabella.

Tabella 2.3- Tasso medio annuo di crescita del valore aggiunto industriale, branche e totale comparto

	Dato storico Lazio	t.m.a scenario ITALIA				Proiezioni Lazio (M€ concatenati 2010)		
	2013	2015- 2013	2020- 2013	2030- 2020	2050- 2030	2020	2030	2050
Alimentari, bevande e tabacco	1.148	1,22%	1,72%	1,80%	0,48%	1.279	1.528	1.683
Tessile	372	0,42%	1,99%	1,72%	0,43%	412	488	532
Cartaria	850	0,67%	1,93%	1,87%	0,59%	944	1.136	1.278
Chimico e petrolchimico	3.180	0,53%	0,93%	1,02%	0,69%	3.299	3.652	4.190
Minerali non metalliferi	781	0,96%	1,19%	0,91%	1,43%	844	924	1.227
Attività metallurgiche	1.017	-0,69%	1,04%	1,33%	0,92%	1.050	1.198	1.439
Apparecchiature elettriche e meccaniche	2.393	0,63%	1,09%	1,50%	0,60%	2.555	2.964	3.340
Mezzi di trasporto	598	0,63%	1,09%	1,50%	0,60%	638	740	834
Altre industrie manifatturiere	876	0,10%	1,41%	1,73%	0,64%	938	1.114	1.266
Totale industria	11.244					11.960	13.747	15.788

² EU Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050, reference scenario 2013.

La tabella seguente confronta i tassi di crescita del valore aggiunto industriale per Italia e Lazio.

Tabella 2.4-Tasso medio annuo di crescita del valore aggiunto industriale

	2013-20	2020-30	2030-50
Italia	1.22%	1.02%	0.69%
Lazio	0.89%	1.40%	0.69%

L'andamento così ottenuto per i driver è fondamentale per la definizione dei risultati regionali. Nel seguito verrà descritta la metodologia impiegata per ottenere i risultati relativi allo scenario SEN a livello regionale per gli anni 2020, 2030, 2050.

4) Consumi energetici finali del settore civile

Il trend dei consumi è stato ricostruito basandosi sul tasso di efficientamento dello scenario SEN e facendo riferimento a driver diversi per il settore domestico e terziario. Nel primo caso, sono stati calcolati i consumi procapite nello scenario SEN sulla base delle proiezioni Istat per la crescita della popolazione nazionale. Tenendo conto delle stesse proiezioni per la popolazione regionale, è stato possibile derivare il numeratore dei consumi energetici procapite della regione Lazio. È stato inoltre applicato un fattore correttivo per tenere conto delle diverse caratteristiche del patrimonio edilizio residenziale regionale rispetto alla media nazionale, che determina una diversa evoluzione del consumo per abitante. Nel caso del settore terziario, l'andamento è stato derivato calcolando i consumi specifici per unità di produzione per l'Italia nello scenario SEN e per il Lazio, applicando a livello regionale le proiezioni di valore aggiunto dei servizi disponibili a livello nazionale e trovando il valore dell'incognita costituita dal valore dei consumi energetici settoriali. Anche per l'ottenimento dei consumi del settore terziario è stato applicato un fattore correttivo per tenere conto della specificità regionale, costituita in questo caso dall'elevata terziarizzazione, in particolare della provincia di Roma. Per la diffusione delle FER nei consumi finali si è preso a riferimento l'evoluzione nazionale.

5) Consumi energetici finali del settore industriale

Similmente a quanto descritto per il settore terziario, l'andamento dei consumi energetici del settore industria è stato derivato riferendosi al tasso di efficientamento dello scenario SEN per l'Italia e calcolando i consumi per unità di produzione di valore. Le proiezioni per il valore aggiunto industriale derivate come descritto in precedenza sono state usate per definire i consumi per unità di V.A. della regione. È stato possibile considerare la specifica composizione per branche industriali della regione rispetto all'Italia in quanto nel processo sopra descritto sono stati presi in considerazione tasso di efficientamento dello scenario SEN a livello di singole branche. Per la diffusione delle FER nei consumi finali si è preso a riferimento il valore nazionale, come per il settore civile.

6) Consumi energetici finali del settore trasporti

Si è ipotizzato che l'andamento dei consumi energetici del settore sia determinato in parte dall'incremento della popolazione e quindi dalla necessità di mobilità passeggeri e in parte dall'evoluzione dei settori industria e servizi per movimentazione merci e personale. La metodologia sopra descritta di derivazione dei consumi tenendo conto del tasso di efficientamento dello scenario SEN e dei consumi procapite è stata quindi applicata anche al settore trasporti. Per la diffusione dei biofuel nei consumi finali si è preso a riferimento il valore di miscelamento presente nello scenario nazionale, in linea con la trattazione FER negli altri settori.

7) Generazione elettrica

Per la generazione elettrica da fonti rinnovabili non è stato possibile rifarsi allo scenario nazionale data la peculiarità del mix FER nel Lazio. Si è ipotizzata una presenza importante degli attuali impianti a fonte fossile, anche se con leggerò decremento nel lungo periodo. Gli incrementi di domanda di elettricità vengono quindi suppliti da generazione da fonte rinnovabile, cercando di essere in linea con l'evoluzione nazionale laddove fosse possibile.

I consumi elettrici settoriali sono piuttosto in linea con le previsioni che periodicamente fornisce TERNA anche a livello regionale, anche se leggermente più basso per il settore civile.

In particolare, TERNA elabora le previsioni dei consumi elettrici incrociando i dati dell'intensità elettrica (a consuntivo, quale media degli ultimi cinque anni, e come autoproiezione) con i dati in previsione del valore aggiunto ricavati dai modelli macroeconomici TERNA (fonte Prometeia).

Una volta stimate in prima approssimazione le perdite di energia elettrica regionali, viene ricostruita la richiesta elettrica regionale ottenendo quindi, con una successiva aggregazione, una prima stima della richiesta di energia elettrica nazionale. Algoritmi automatici di quadratura a livello territoriale e settoriale, consentono infine di allineare le previsioni della richiesta elettrica e dei consumi elettrici regionali e settoriali alle previsioni a livello nazionale.

Tabella 2.5– Previsione dei consumi settoriali di energia elettrica

	Agricoltura		Industria		Terziario		Domestico		Totale Consumi	
	GWh	CAGR	GWh	CAGR	GWh	CAGR	GWh	CAGR	GWh	CAGR
1994	246	2,2%	4 549	1,7%	6 069	4,3%	6 047	1,2%	16 911	2,6%
2004	307		5 395		9 287		6 846		21 834	
		0,9%		-0,7%		2,8%		0,5%		1,2%
2004	307	-0,5%	5 206	-2,7%	9 287	1,3%	6 846	-0,2%	21 645	-0,1%
2014	292		3 940		10 586		6 700		21 517	
		0,3%		-1,0%		1,8%		1,8%		1,3%
2014	292	0,3%	3 940	-1,0%	10 586	1,8%	6 700	1,8%	21 517	1,3%
2020	298		3 707		11 777		7 465		23 247	
		0,3%		0,2%		1,4%		2,0%		1,4%
2020	298	0,2%	3 707	1,6%	11 777	0,9%	7 465	2,2%	23 247	1,4%
2025	301		4 023		12 336		8 307		24 967	

Fonte: TERNA

8) Emissioni di CO2

I valori regionali e provinciali delle emissioni di CO2 sono pubblicati da ISPRA solo fino al 2010. Essendo l'anno base della dashboard e degli scenari Italia il 2013, sono state ricostruite le emissioni di CO2 a partire dai dati di consumo inclusi nel bilancio energetico regionale. A tal fine sono stati applicati i coefficienti di emissione elaborati per l'Italia nell'ambito del National Inventory Report. Per analizzare la metodologia è stato ristimato anche l'anno 2010 presentando circa il 9% in più di emissioni di CO2. Il valore ricostruito per il 2013 è risultato quindi particolarmente distante dal dato storico 2010 e quindi si è deciso di riportare nella dashboard il valore 2010 per le emissioni totali. Sono riportate nella dashboard sia le emissioni dello scenario a livello totale che settoriale.

ALLEGATO 2.2

SCENARIO OBIETTIVO: DETTAGLIO PER FER DELLA PRODUZIONE NEL LAZIO

FER-Elettrico

Solare fotovoltaico

Per quanto riguarda la quota di energia elettrica da produrre con tecnologia fotovoltaica, nell'elaborazione dello Scenario Obiettivo, il PER ha previsto:

- attuazione di misure specifiche di policy come dettagliate nel successivo § 3.1.1.1 e relative schede di intervento nel comparto edilizio delle ristrutturazioni³ (*quindi a parco immobiliare invariato*) miranti a:
 - rimuovere ostacoli di natura vincolistica, attuativa e burocratica con una più efficace governance delle specifiche competenze degli attori istituzionali coinvolti nel processo;
 - normare in modo più stringente il sistema del rilascio dei vari titoli edilizi subordinandolo all'attuazione di interventi di autoproduzione elettrica con sistemi FV;
 - sostenere indirettamente gli utenti finali privati mediante interventi di defiscalizzazione a valere su imposte locali, miglioramento dell'accesso al credito a tassi agevolati, etc.
- La più ampia utilizzazione fattibile dal punto di vista tecnico-economico delle coperture degli edifici, compatibilmente con i regimi vincolistici cogenti. A beneficio di comprensione delle stime di proiezione effettuate si riporta nella seguente tabella la sintesi della disponibilità potenziale di edifici e di superfici di copertura come puntualmente caratterizzate nei precedenti §1.5.2 e §1.6.1.3;

Tabella 2.6– Consistenza della disponibilità di superficie in copertura

	Destinazioni d'uso e tipologia (3)	Numero edifici o complessi di edifici	Superficie potenziale disponibile
EDIFICI RESIDENZIALI (1)	<= 2 piani	518.930	49.298.350
	>2 piani	282.280	96.539.760
	Totale	801.210	145.838.110
EDIFICI AD USO NON RESIDENZIALE (2)	<i>direzionale/terziario</i>	4.653	2.791.800
	<i>servizi</i>	13.320	7.992.000
	<i>turistico ricettivo</i>	3.400	2.040.000
	<i>scolastico</i>	4.587	1.333.441
	<i>commerciale</i>	19.356	7.155.946
	<i>commerciale grande distribuzione</i>	173	2.839.060
	<i>produttivo</i>	15.108	9.064.800
	<i>altre tipologie</i>	54.420	32.652.000
	Totale	115.017	65.869.047
Totale complessivo	916.227	211.707.157	

(1) Rif. §1.5.2
 (2) Rif. §1.6.1.3
 (3) Sono state escluse dal calcolo a beneficio di cautela gli edifici e le superfici attualmente non utilizzate

³ Si è preso in considerazione, a beneficio di cautela, solo il patrimonio immobiliare esistente, in quanto le attuali disposizioni normative per le nuove costruzioni prevedono già il ricorso alla copertura di quota parte del fabbisogno elettrico mediante autoproduzione. Rif. DD.MM. 26/06/2015

- Minimo ricorso agli impianti a terra se non limitatamente alle aree industriali, già degradate da attività antropiche ovvero non interessate da vincoli di natura ambientale, paesaggistica, idrogeologica o soggette ad usi civili. A tal proposito è importante precisare che, sebbene il PER non veda come prioritaria la diffusione degli impianti FV a terra, nelle stime dello scenario obiettivo non si è potuto comunque prescindere dal fatto che alla baseline 2014 era presente sul territorio laziale una consistente quota di impianti a terra di taglia media intorno ai 3,0MW e di producibilità pari al 53% di quella totale regionale con una superficie impegnata pari a 13Mio m². Pertanto nelle previsioni di piano non è stato trascurato il loro contributo in termini di produzione. Tuttavia, poiché trattasi di impianti che nel periodo di Piano saranno soggetti necessariamente a *revamping*⁴, per tali installazioni è stato ipotizzato a partire dal 2030 un tasso di rinnovo annuo dei moduli pari allo 0,5% all'efficienza nominale del periodo di installazione;
- Sviluppo e diffusione, a costi sostenibili, di sistemi di *storage* distribuito al fine garantire sicurezza e stabilità alla rete.

Per la determinazione del potenziale tecnico-economico dello Scenario Obiettivo le stime sono state parametrizzate sulle seguenti assunzioni:

- utilizzo di tecnologie fotovoltaiche dal know-how consolidato e commercialmente sostenibili (*quali ad esempio silicio mono/poli-cristallino e film sottile per applicazioni in facciata destinate soprattutto alle nuove realizzazioni*). Si vuole tuttavia precisare che non viene esclusa a priori dal PER la possibilità di ricorrere (*soprattutto considerando che l'orizzonte temporale assunto non esclude evoluzioni significative del miglioramento dell'efficienza della tecnologia*) a tecnologie ad oggi in fase di sperimentazione;
- disponibilità di superficie utile in copertura calcolata prioritariamente con riferimento ad edifici pubblici istituzionali (sedi di amministrazioni pubbliche locali e centrali), edifici del terziario commerciale (grandi centri commerciali) e produttivi, edifici per uso residenziale pubblico e privato. Rimandando per i dettagli al calcolo del potenziale come esposto nel § 1.5.2, a fronte di una superficie di copertura totale disponibile pari a circa 212 Mio m², la superficie massima tecnicamente disponibile pari a circa 74,5 Mio m² è stata calcolata con i seguenti assunti
 - superficie media delle coperture utilizzabili per edifici residenziali fino a 2 piani fuori terra per ciascun edificio pari a 95,0 m² (rif. § 1.5.2)
 - superficie media delle coperture utilizzabili per edifici residenziali con numero piani fuori terra maggiore di 2 per ciascun edificio pari a 342,0 m² (superficie pari a n° 3 unità immobiliari per piano, ciascuna di superficie 95m². maggiorata del 20% per spazi comuni: vani scala ed ascensore, pianerottoli etc.)
 - superficie media delle coperture utilizzabili per edifici non residenziali (uso direzionale, commerciale e produttivo) pari a 600,0 m²;
- sono stati inoltre applicati i seguenti fattori di utilizzazione:
 - per calcolare gli edifici utilizzabili, alla consistenza del patrimonio edilizio sono stati applicati i fattori di cui alla seguente tabella per tenere conto delle probabili indisponibilità per motivi legati alla presenza di vincoli di natura urbanistica, ambientale ed architettonica (*edifici direzionali e residenziali multipiano*) o per indisponibilità della proprietà in assenza di un sistema incentivante (*edifici monofamiliari o bifamiliari fino a 2 livelli fuori terra*);

⁴ Si ricorda che i moduli FV utilizzati per l'accesso ai benefici tariffari del Conto Energia sono garantiti dai produttori nei primi 10 anni di funzionamento con una perdita di efficienza inferiore al 10%, mentre nei successivi 10/15 anni la perdita massima non è superiore al 20%.

	Edifici residenziali 1-2piani	Edifici residenziali >2piani	Altri edifici non residenziali(1)
Fattore di utilizzazione degli edifici	50%	60%	70%

(1) sotto tale definizione ISTAT ricomprende edifici direzionali, commerciali e produttivi pertanto il fattore di utilizzazione più elevato è dovuto alla preponderanza superficiale degli edifici della grande distribuzione organizzata, centri commerciali ed edifici produttivi ubicati in aree prevalentemente non soggette a vincolo

- 50% alle superfici appartenenti a tutte le destinazioni d'uso del patrimonio immobiliare per fattori tecnici legati sia alla presenza di emergenze tecnologiche (torrini, lavatoi, UTA, etc.) in copertura generanti ombreggiamenti sia a condizioni di orientamento non idoneo soprattutto per le coperture a falda.

	Edifici residenziali 1-2piani	Edifici residenziali >2piani	Altri edifici non residenziali(2)
Fattore di utilizzazione delle coperture	40%	50%	65%

(2) il fattore di utilizzazione più elevato è dovuto alla preponderanza superficiale delle coperture del terziario non direzionale e produttivo caratterizzate da tetti piani o modestamente inclinati con incidenza percentuale minore delle superfici impegnate da emergenze tecnologiche

- per quanto riguarda le specificità tecnologiche della generazione fotovoltaica sono stati considerati i seguenti assunti:
 - Stato dell'arte attuale per i componenti e degli impianti fotovoltaici, da cui è stato ricavato un valore pari a 6,6 m²/kWp di superficie attiva installabile con efficienza dei moduli pari al 15,6% (cfr. § 1.5.2);
 - graduale incremento dell'efficienza di conversione delle celle fotovoltaiche (dal 15,6% allo stato attuale a circa il 20% nel 2020, al 25% nel 2030 al 30% nel 2040 e al 32% nel 2050) grazie alle continue innovazioni di processo sviluppate dalle aziende produttrici di celle⁵. L'ipotesi è cautelativa in quanto outlook di settore prospettano, a lungo termine, un miglioramento dell'efficienza, per la sola tecnologia cristallina, intorno al 37%;
 - rendimento del BOS⁶ (Balance of System - insieme delle apparecchiature elettriche a supporto del sistema di generare: inverter, quadri di campo, dispositivi di connessione alla rete, sistemi di sicurezza, cablaggi etc.) pari al 71%
 - fabbisogno tecnico di spazio lordo di circa 8–10 m² per moduli in silicio cristallino complanari alle coperture degli edifici e di circa 16-18 m² per moduli disposti in più file su superfici piane per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. Il calcolo è stato effettuato utilizzando un valore medio pesato sulle superficie degli edifici residenziali (fino a 2 livelli fuori terra e > 2 livelli fuori terra), terziari e produttivi pari a 13,5 m²/kWp installato;
 - valore medio dell'irraggiamento solare annuo nel Lazio, con inclinazione del modulo pari a 35° rispetto alla superficie orizzontale, pari a 1.920 kWh/m²/anno (rif. PVGIS valore assunto come media tra 1.810 e 2.030 kWh/m²/anno rispettivamente per lat. 42°33'18" N e lat. 41°14'43" N);

Sulla base degli assunti sopra riportati, lo sviluppo dello Scenario obiettivo per questa FER è riportato nella tabella seguente:

⁵ REC Solar ha messo a punto un sistema per la produzione di massa di celle fotovoltaiche policristalline con efficienza superiore al 20%. Il risultato è stato raggiunto grazie a miglioramenti in tutte le fasi di lavorazione, dal silicio alla cella. Stando ai primi test su un lotto di celle, è stata raggiunta un'efficienza media del 20,21%, con una punta massima del 20,47%. A partire da novembre 2016, il nuovo processo verrà applicato a tutte le linee di produzione di REC Solar.

⁶ Stima perdite causate da temperatura alta e irradianza bassa (media delle temperature esterne locali): 12,6%, stima di perdita causata da effetti di riflessione: 2,6%, altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14,0%

Tabella 2.7 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: Proiezione dell'evoluzione della produzione fotovoltaica nei periodi di piano

FER-E Fotovoltaico		2014	2014-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
TOTALE IMPIANTI						
Potenza FV installata cumulata	MW	1.203	2.266	5.509	6.278	8.635
<i>Δ Potenza FV installata nel periodo</i>		-	1.063	3.242	769	2.357
Produzione cumulativo	GWh	1.572	2.996	7.283	8.299	11.415
	kTep	135	258	626	714	982
<i>Produzione addizionale nel periodo</i>		-	1.484	4.287	1.016	3.116

Tabella 2.8 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: evoluzione del parco impiantistico addizionale nei periodi di piano (N° impianti)

FER-E Fotovoltaico –N° impianti addizionali per classe nel periodo	2014	2014-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
≤20 kWp	29.821	27.700	86.400	19.140	67.100
20÷200 kWp	1.616	900	3.000	600	2.300
200÷1000 kWp	415	900	2.900	700	2.000
>1,000 kWp	135	120	360	80	240
TOTALE IMPIANTI	31.987	29.620	92.660	20.780	71.640

Tabella 2.9 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: evoluzione del parco impiantistico addizionale nei periodi di piano: potenza installata (MW)

FER-E Fotovoltaico – Δ Potenza FV nel periodo per classe	2014	2014-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
≤20 kWp	164	138	428	96	332
20÷200 kWp	130	109	338	76	263
200÷1000 kWp	264	221	687	155	533
>1,000 kWp	584	596	1.789	442	1.229
TOTALE IMPIANTI	1.142	1.063	3.242	769	2.357

Per quanto riguarda le ricadute di questi interventi in ambito regionale si stima di raggiungere nel complesso i risultati evidenziati nelle seguenti tabelle.

Tabella 2.10 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: installazione impianti su edifici

FER-E Fotovoltaico		2014	2020	2030	2040	2050
RICADUTE SUL SISTEMA REGIONALE						
Numero moduli installati in copertura cumulativo	000 unità	2.123	5.109	12.540	13.934	18.440
<i>Δ numero moduli installati nel periodo</i>			2.986	7.431	1.393	4.507
Superfici attive moduli installate in copertura cumulativo	000 m ²	3.503	8.430	20.691	22.990	30.426
<i>Superficie attiva addizionale in copertura nel periodo</i>		-	4.926	12.261	2.299	7.436
Superfici lorde copertura impegnate cumulativo	000 m ²	10.478	20.555	45.635	50.338	65.548
<i>Superficie coperture solarizzate nel periodo</i>		-	10.077	25.080	4.703	15.210
% Edifici solarizzati sul totale parco immobiliare regionale	%	3,3%	14,9%	33,2%	36,6%	47,7%

Tabella 2.11 - Scenario Obiettivo - FER-E Fotovoltaico: installazione impianti a terra

FER-E Fotovoltaico		2014	2014-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
RICADUTE SUL CONTESTO REGIONALE						
Numero moduli installati a terra cumulativo	000 unità	2.689	3.026	3.701	3.909	4.007
<i>numero addizionale moduli installati nel periodo</i>			337	675	208	98
Superfici attiva equivalente moduli installati a terra cumulativo	000 m ²	4.437	4.491	6.102	6.445	6.606
<i>Superficie attiva addizionale impianti installati a terra nel periodo</i>	ha	-	56	111	34	16
Superfici lorde impegnate impianti a terra cumulativo	ha	1.327	1.493	1.826	1.929	1.977
<i>Superficie addizionale a terra nel periodo</i>	ha	-	166-	333	103	48

Eolico

Con riferimento alla produzione di energia da fonte eolica, come rilevato nel precedente § 1.5.4, il territorio della Regione Lazio non si caratterizza per un elevato potenziale disponibile. Esso è ancora circoscritto, soprattutto a causa di problematiche connesse all’impatto visivo di parchi di taglia medio grande.

Per quanto riguarda quindi la FER eolica il PER intende valorizzarla nel medio-lungo termine (*come evidenziato dai grafici che seguono*):

- limitatamente ai sistemi di piccola taglia grazie ai numerosi lati positivi che questi presentano. Innanzitutto la grande disponibilità di siti utilizzabili, poiché occupano uno spazio ristretto e non necessitano di apposite infrastrutture per la loro installazione. L’impatto sul territorio di questa tipologia di impianti è, inoltre, molto contenuto, date le limitate dimensioni delle macchine (rotori con diametri da 3 a 9 m, montati su torri di 10-20 m);
- per utenze di tipo produttivo in aree non gravate da vincoli di natura paesaggistica e quindi prioritariamente in aree industriali a servizio di singole utenze o gruppi di utenza con fabbisogni contenuti;
- soluzioni di micro-eolico (< 50 kW), soprattutto nelle applicazioni residenziali prioritariamente per utenze ubicate fuori dai centri urbani;

nel lungo periodo, a seguito di una accurata analisi di fattibilità tecnico-economica e dell’individuazione di condizioni al contorno non ostative (normative, concessorie, di governance partecipata con altri attori istituzionali, problemi con le connessioni a terra, etc.) il PER comunque considera attentamente:

- la possibilità di realizzare parchi eolici off-shore nei quali i costi di sistemi potrebbero essere ridotti dagli attuali 0,24€/kW installato a 0,12€ grazie all’innovazione dei sistemi di installazione e dei materiali utilizzati per i rotori⁷.

Con i presupposti sopra citati la stima della producibilità elettrica ipotizzata nel PER nello Scenario Obiettivo si basa sui seguenti assunti:

- potenziale tecnico-economico installabile nel Lazio 900 MW come da stime dettagliate nel § 1.5.4 per il quale è stato considerato un fattore correttivo pari al 52% per tenere conto della indisponibilità delle aree eolicamente vocate per problematiche connesse agli impatti visivi (*rif. art. 49 salvaguardia delle visuali PTPR – Norme*);
- producibilità media impianti calcolata con riferimento ad una operatività annua pari a 1.700heq (*calcolato come arrotondamento della media delle ore di funzionamento equivalenti definite nei rapporti annuali GSE sulle FER nel periodo 2009-2014 e pari a 1.717*);
- Taglia media degli aerogeneratori:
 - on shore 250 kW;
 - off shore 2,5 MW

⁷ Lo sviluppo della nuova piattaforma per l’eolico offshore è stato finanziato nell’ambito del progetto europeo “*Alternative floating offshore substructure for offshore wind farms*” (AFOSP) piattaforma galleggiante per le turbine eoliche. Il modello è stato ideato, sperimentato e brevettato da Climent Molins e Alexis Campos, ricercatori presso il dipartimento di ingegneria civile e ambientale dell’Università politecnica della Catalogna. I costi di produzione della nuova piattaforma galleggiante sono inferiori del 60% rispetto ai prezzi delle tecnologie convenzionali. Il prototipo realizzato dai ricercatori spagnoli, ribattezzato “WindCrete”, è composto da una struttura monolitica cilindrica galleggiante che permette di ancorare le turbine eoliche a grandi profondità. La zavorra alla base consente alle turbine di mantenere la stabilità anche nei mari più agitati e in presenza di forti raffiche di vento. La piattaforma include un impianto eolico con una potenza di 5 megawatt. Con un investimento aggiuntivo contenuto la struttura può ospitare rotori eolici fino a 15 MW. Oltre ai costi di produzione anche le spese per la manutenzione dell’impianto eolico offshore sono inferiori rispetto a quelle sostenute per le tecnologie convenzionali. La durata della vita della piattaforma pari a ben 50 anni rende inoltre l’investimento più conveniente. Il governo scozzese ha già mostrato interesse per la tecnologia includendola tra le innovazioni più interessanti del settore eolico

Sulla base degli assunti sopra riportati, lo sviluppo dello Scenario obiettivo per questa fonte è riportato nella tabella seguente:

Tabella 2.12 - Scenario Obiettivo - FER-E Eolico: Proiezione dell'evoluzione della produzione eolica (baseline 2014 produzione eolica normalizzata⁸)

FER-E Eolico		2014	2020	2030	2040	2050
Potenza installata cumulativo	MW	51,2	53	176	353	471
<i>Potenza installata nel periodo</i>		-	1,8	123	177	118
Energia producibile cumulativo	GWh	87,1	90	299	600	801
	kTep	7,5	7,7	25,7	51,6	68,8
<i>Energia producibile nel periodo</i>		-	3	209	301	201
Numero di impianti installati cumulativo	no.	24	32	524	782	894
<i>Impianti addizionali nel periodo</i>			7	492	208	72
<i>Aerogeneratori da 250 kW</i>						
<i>Aerogeneratori da 2,5 MW installazioni off shore</i>					50	40

⁸ La Direttiva Europea 2009/28/CE prevede che per il calcolo della quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo, il contributo dell'energia prodotta da fonte eolica debba essere considerato applicando una formula di normalizzazione per attenuare gli effetti delle variazioni climatiche. La produzione normalizzata è funzione della produzione osservata e della potenza installata negli ultimi 5 anni.

Idroelettrico: mini e micro idraulica

Come documentato nel § 1.5.5, anche il potenziale idroelettrico regionale, risulta piuttosto limitato ed in buona parte già sfruttato e pertanto il PER, nel rispetto delle indicazioni di *policy* presenti al successivo § 3.1, non ritiene particolarmente rilevante in proiezione la quota di energia producibile da questa fonte.

Nella seguente tabella, 2.28, sono riportati i valori di potenza e producibilità da FER mini e micro idroelettrica nello Scenario Obiettivo.

Tabella 2.13 - Scenario Obiettivo - FER-E Mini e microidraulica: Proiezione dell'evoluzione della produzione (baseline 2014 produzione idroelettrica normalizzata⁹)

FER-E		2014	2020	2030	2040	2050
Idroelettrico						
Potenza installata	MW	408	408	412	418	421
Potenza addizionali nel periodo		-	-	4	6	3
Funzionamento h/anno	heq	3.228	3.228	3.228	3.228	3.228
Producibilità da fonte idroelettrica cumulativo	GWh	1.317	1.317	1.330	1.349	1.359
	kTep	113	113	114	116	117
Producibilità nel periodo		-	-	1	2	1
Nr. impianti installati cumulativo taglia media impianti 0,5 MW	unità	78	78	86	98	104
Numero impianti addizionali nel periodo		-	-	8	12	6

⁹ Anche per la fonte idroelettrica la Direttiva Europea 2009/28/CE prevede che per il calcolo della quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo, il contributo dell'energia prodotta da tale fonte debba essere considerato applicando una formula di normalizzazione al fine di attenuare gli effetti delle variazioni climatiche. La produzione normalizzata è funzione della produzione osservata e della potenza installata negli ultimi 15 anni, distinguendo tra impianti da apporti naturali e impianti di pompaggio misto.

Bioenergie

L'utilizzo delle bioenergie per la produzione di energia elettrica e termica e della loro evoluzione nello Scenario Obiettivo ha comportato una serie di approfondimenti specifici legati a considerazioni generali di contesto non trascurabili ai fini di una corretta valutazione dell'utilizzazione degli apporti derivanti da tali fonti soprattutto in considerazione del loro potenziale emissivo (CO₂, ossidi e particolati).

Infatti, in conformità alle *policy* successivamente esposte nella Parte III (cfr. § 3.1) e nel rispetto del Piano regionale per il risanamento della qualità dell'aria e della "Nuova zonizzazione del territorio regionale e classificazione delle zone e agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell'aria"¹⁰, coesistono nel settore pro e contro in termini di benefici derivanti da un ampio utilizzo delle bioenergie la cui disponibilità è stata ampiamente sviscerata in termini di potenziale nel precedente § 1.5.6. Limitatamente alla produzione di energia elettrica ed ai fini della costruzione dello Scenario Obiettivo nel quadro di contesto sono emerse le seguenti principali osservazioni:

- **disomogeneità della fonte primaria.** Sotto la definizione di bioenergie vengono ricomprese infatti molteplici risorse principalmente derivanti da scarti o sottoprodotti derivati da prima trasformazione di scarti e residui (*principalmente biomasse solide, bioliquidi e biogas*) che comportano a loro volta l'impiego di tecnologie di trasformazione in energia elettrica diversificate ma sostanzialmente basate sulla combustione del residuo tal quale, gassificazione o come biometano da utilizzare in reti esistenti;
- **costi della materia prima in genere abbastanza rilevanti** a causa dell'incidenza della raccolta e del trasporto "a bocca" di impianto nel caso di forniture non locali della materia prima (costi di logistica che farebbero propendere verso piccole taglie dimensionali diffuse rispetto a grandi impianti centralizzati);
- quadro impiantistico attuale caratterizzato da una **elevata numerosità di installazioni di piccola taglia a fronte delle quali l'incidenza della producibilità finale nell'ambito delle FER risulta piuttosto modesta.** Tra il 2001 e il 2014, infatti, la potenza installata è aumentata ad un tasso medio annuo del 13,9% (*anche se il trend appare ad oggi in rallentamento*) ma a partire dal 2009 la taglia media degli impianti è progressivamente diminuita, principalmente a causa dell'entrata in esercizio di impianti alimentati a biogas di piccole dimensioni (potenza installata inferiore a 1 MW), in genere realizzati per beneficiare del sistema incentivante delle tariffe onnicomprensive definite dal Decreto ministeriale 18/12/2008 (*Conto Energia*);
- **indubbi benefici derivanti dalla trasformazione energetica di prodotti e sottoprodotti di scarto e/o rifiuti** che comunque necessitano di trattamenti per il loro smaltimento finale e rappresentano una criticità ambientale;

Alla luce di quanto sopra e sulla base delle valutazioni sul potenziale delle filiere della biomassa legnosa e fermentescibile e del biogas sia da scarti agricoli che da FORSU, potenziale analiticamente valutato nel § 1.5.6, la stima dell'energia elettrica producibile calcolata sul solo apporto derivante dalla biomassa solida è stata, nei periodi di piano, elaborata sotto i seguenti assunti:

- Produzione di energia elettrica distribuita di piccola scala in impianti di piccola taglia fino a 1 MWe secondo la soluzione tecnologica elaborata e denominata da ENEA "C15" (*cfr. Allegato 1.9 alla Parte I*) combustione e ciclo ORC, (CO+ORC)¹¹ in assetto cogenerativo e trigenerativo. Per la

¹⁰ DGR 536 del 15/09/2016

¹¹ Il Ciclo Rankine Organico si basa su un turbogeneratore che lavora come una normale turbina a vapore per trasformare energia termica in energia meccanica e infine in energia elettrica attraverso un generatore elettrico. Invece del vapore acqueo il sistema ORC vaporizza un fluido organico, caratterizzato da un peso molecolare superiore a quello dell'acqua. Con l'ORC si ha un'elevata efficienza energetica complessiva: il 98% dell'iniziale potenza termica dell'olio diatermico si trasforma per il 20% in energia

trigenerazione si prevede l'impiego di macchine frigorifere ad assorbimento. L'impiego di tale soluzione, basata sulla generazione elettrica distribuita, è coerente:

- al carattere distribuito delle biomasse con soddisfacimento del fabbisogno di materiale con scarti provenienti dal territorio stesso con conseguente riduzione di tutte le fasi relative al trasporto e lo stoccaggio;
- all'auspicata possibilità di divenire la fonte sostitutiva di soddisfacimento dei consumi termici per nuclei di piccola dimensione, urbani e rurali, in sostituzione della combustione diretta in apparecchi e sistemi domestici;
- alla massima penetrazione dei sistemi grazie a quanto precedentemente esposto in merito all'assenza di specifiche procedure autorizzative di cui al citato Regolamento regionale sui criteri per la sostenibilità territoriale degli impianti per la produzione di energia elettrica da combustione, diretta ed indiretta, di biomasse.

Con gli assunti sopra esposti le previsioni di producibilità nei vari periodi di piano sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 2.14 - Scenario Obiettivo - FER-E Bioenergie: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-E		2014	2020	2030	2040	2050
Biomassa solida						
Potenza installata	MW	203	223	326	332	342
Potenza addizionale nel periodo		-	20	103	6	9
Funzionamento h/anno	heq	3.232				
Producibilità energia elettrica da usi cogenerativi (Sol C15+D1) ¹² cumulativo	GWh kTep	704 61	720 62	1.054 91	1.074 92	1.104 95
Producibilità incrementale nel periodo		-	1	29	2	3
Nr. Impianti "Sol. C15" (cfr. § 1.5.6.7) installati cumulativamente (taglia impianti 1 MW)	unità	78	98	201	207	216
Numero impianti "Sol. C15" addizionali nel periodo		-	20	103	6	9

elettrica e per il 78% in calore, con perdite termiche estremamente limitate, solo il 2%, a causa di isolamento termico, radianza e perdite del generatore.

¹² cfr. Parte I - § 1.5.6.7

Geotermia media entalpia

Nel rispetto del quadro regolamentatorio nazionale e regionale sintetizzato nella successiva Parte V del presente Piano (cfr. § 5.1), si riportano nella tabella seguente le proiezioni per tale FER nello Scenario

Obiettivo:

Tabella 2.15 - Scenario Obiettivo - FER-E Geotermia media entalpia: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-E		2014	2020	2030	2040	2050
Geotermia media/alta entalpia						
Potenza installata	MW	-	-	-	146	154
Potenza <i>addizionale nel periodo</i>			-	-	146	8
Funzionamento h/anno		7.210				
Producibilità cumulata	GWh	-	-	-	1.054	1.108
	kTep				91	95
Producibilità <i>addizionale nel periodo</i>		-	-	-	91	5
Nr. impianti installati cumulativo	unità	-	-	-	29	31
taglia impianti 5 Mwe/20MWth			-	-	29	2
No. campi geotermici attivati in concessione (1)	unità		-	-	10	10

(1) stima effettuata con riferimento alle disposizioni di cui all'art.1 c. 4 del D.Lgs no. 22 del 1/1/2010 e s.m.i.

Moto ondoso

Il piano “Blue Economy” varato da Bruxelles mette, infatti, tra le priorità proprio lo sfruttamento dell’energia marina; energia che a livello comunitario potrebbe fornire una potenza installata di circa 3,6 GW entro il 2020 e 188 GW entro il 2050. Attualmente, in Italia lo sfruttamento energetico di onde, correnti e maree è ancora in fase sperimentale, con impianti e dispositivi progettati affinché siano in grado di ricavare il massimo del potenziale energetico dal Mediterraneo che, a causa della sua specificità di mare chiuso, richiede tecnologie diverse rispetto a quelle più mature utilizzate nel Nord Europa.

Si tratta, quindi, di una fonte di energia considerata allo stato attuale e nelle previsioni di sviluppo come residuale¹³. Tuttavia alla luce del vasto arco temporale di piano e delle sperimentazioni attualmente in corso del REWEC3/3 presso il porto di Civitavecchia, nel PER si è ritenuto opportuno prevedere un seppur minimo contributo alla produzione di energia elettrica da parte di questa fonte.

I primi outlook della sperimentazione forniscono i seguenti dati preliminari assunti alla base della stima di producibilità nello scenario obiettivo:

- cassoni REWEC3/3 con turbina Wells self-rectifying potenza indicativa 20kW/modulo
- Energia elettrica producibile da 1 km di diga costituito da impianto REWEC3/3 a celle indipendenti tra 4.000-6.000 MWh/km con turbina Wells. Assunto a base del calcolo 5.700MWh/km come da risultati sperimentazione;

Sulla base dei risultati della sperimentazione in corso¹⁴ sarà sviluppata una specifica misura volta ad individuare le localizzazioni ottimali di questa tecnologia nella Regione Lazio per procedere poi all’installazione di una serie di impianti pilota nei periodi di piano indicati nella seguente tabella.

Tabella 2.16 - Scenario Obiettivo - FER-E Moto ondoso - Barriere foranee:
Proiezione dell’evoluzione della produzione

FER-E		2014	2020	2030	2040	2050
Turbine moto ondoso						
Potenza installata	MW	-	-	5	19	47
Potenza addizionale nel periodo		-	-	5	14	28
Sviluppo barriere	km	-	-	1	4	10
Producibilità cumulata	GWh	-	-	27	136	339
	kTep	-	-	2	12	29
Producibilità addizionale nel periodo		-	-	27	109	203
Nr. impianti installati cumulativo		-	-	1	4	9
taglia impianti 4,7MW/km	unità					
Numero impianti addizionali nel periodo		-	-	1	3	6

¹³ Nel bacino del Mar mediterraneo il livello di potenza varia annualmente tra 4 e 11 kW/m, il più alto valore si verifica nell’area sud-ovest del mar Egeo. L’intera potenza disponibile annualmente nelle coste europee nel bacino del Mediterraneo è nell’ordine dei 30 GW, quindi la totale potenza disponibile per l’Europa risulta pari a circa 320 GW

¹⁴ Il progetto “REWEC 3” si sta attuando con il brevetto per la produzione di energia dal mare della “Wavenergy.it”, spin-off dell’Università Mediterranea di Reggio Calabria

FER-Termico

Solare termico

L'utilizzo di collettori solari per la produzione di energia termica è stata considerata nello scenario obiettivo finalizzata alla copertura del fabbisogno di acqua calda ad uso sanitario senza integrazione al riscaldamento per le **abitazioni appartenenti al parco edifici residenziale** così come caratterizzato nel § 1.6.1.3 ad integrazione degli apporti derivanti da sistemi convenzionali con caldaia a condensazione e con una ipotesi di copertura del fabbisogno pari al 95%.

Si è previsto un ricorso al soddisfacimento del fabbisogno di ACS anche per gli edifici multipiano in quanto nell'ottica di una riqualificazione energetica del patrimonio edilizio i DM 25/06/2015 nel caso di ristrutturazioni importanti di 1° livello legano il conseguimento della classe energetica dell'edificio alla presenza di sistemi di autoproduzione energetica. Pertanto pur rimanendo in una condizione di stima cautelativa (*sono stati adottati i medesimi parametri correttivi sul numero di edifici tecnicamente elegibili di cui al precedente § 2.3.1.1*) è stata considerata l'estensione della solarizzazione agli edifici multipiano.

Tali proiezioni evolutive sottendono le seguenti assunzioni di base:

- Tecnologia impiantistica: collettori a tubi sottovuoto con rendimento di sistema 45% per massimizzare il rendimento di captazione per inclinazioni ed orientamenti non ottimali. Inoltre tale tipologia di collettori è assolutamente modulare ed i sistemi attualmente in commercio consentono di assemblare il generatore con il numero di tubi desiderato;
- Rendimento caratteristico dei collettori netto annuo per m² di superficie utile collettori pari a circa 250-400 kWh/m²anno (cautelativo) con copertura del fabbisogno ACS 95%;
- Superficie di collettori da installare per singola abitazione 4m² con presenza media di 4 occupanti (*rif. elaborazioni su dati § 1.5.2 – tab. 1.22*) per edifici fino a 2 piani e 3 m² con fabbisogno di AC a 50°C per sanitario pari a 200 l/g con volume dell'accumulatore solare 300 l;

La sintesi delle previsioni di piano è riportata nella tabella e nella figura che seguono:

Tabella 2.17 - Scenario Obiettivo - FER-C Solare termico: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-C		2014	2020	2030	2040	2050
Solare termico	unità					
numero alloggi solarizzati	N°	37.850	75.700	302.800	514.760	720.664
<i>numero alloggi solarizzati addizionali nel periodo</i>	N°	-	37.850	227.100	211.960	205.904
Percentuale solarizzazione alloggi sul numero complessivo	%	2,5%	5,0%	20,1%	34,3%	48,0%
Produzione energetica media per alloggio	kWh/anno	2.459	-	-	-	-
Produzione cumulata	ktep	8	16	64	109	152
<i>Produzione addizionale nel periodo</i>		-	8	48	45	44
Superficie captante attiva	mq	130.375	260.750	1.042.999	1.773.098	2.482.338
Incremento sup captante attiva ¹⁵	mq		130.375	782.249	730.099	709.239

¹⁵Taglia impianti 3-4 m² collettori sottovuoto per alloggio

Bioenergie

Rimandando al precedente §2.3.1.4 per le considerazioni generali assunte alla base dello scenario obiettivo per le bioenergie nel complesso, si deve qui precisare che per quanto attiene il contributo della produzione energetica per usi finali termici, a fronte di un parco impiantistico esistente costituito principalmente da impianti a combustione diretta che, data la loro diffusione a livello territoriale, rendono residuale la biomassa disponibile (rif. *analisi del potenziale § 1.5.6.4 tab. 1.43*), nelle elaborazioni di scenario è stata considerato solo il contributo derivante dalle biomasse fermentescibili e da FORSU/scarti verdi

In relazione alle biomasse fermentescibili (reflui organici, frazione organica dei rifiuti) le soluzioni ipotizzate di uso riguardano la produzione di biometano nei siti previsti dal PRGRU, atteso il rilevante sfruttamento di biogas già presente nella regione Lazio. Il biometano è metano avente le stesse caratteristiche del gas naturale ma prodotto dal biogas previo opportuno trattamento di upgrading. In questa ipotesi il biometano può essere previa pressurizzazione immesso nella rete nazionale di distribuzione ovvero per uso trasporti.

Per quanto riguarda le FORSU è importante sottolineare che **nell'elaborazione dello Scenario Obiettivo si è previsto il raggiungimento di un obiettivo di raccolta differenziata della frazione organica pari al 75% all'orizzonte finale del 2050.**

Con i presupposti di cui sopra e con riferimento alla Soluzione impiantistica DI "produzione di energia da biogas reflui e frazione organica" (cfr. § 1.5.6.6), si riporta di seguito l'evoluzione dello scenario obiettivo per la tipologia di impianto considerata:

Tabella 2.18 - Scenario Obiettivo - FER-C Bioenergie per usi termici: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-C Calore da usi cogenerativi + Biogas		2014	2020	2030	2040	2050
Potenza installata	MW	30	32	33	33	33
Potenza addizionale nel periodo		-	1	1	0	0
Funzionamento h/anno	heq	5.743				
Producibilità termica da usi cogenerativi (Sol C15+D1) + biogas da FORSU cumulativo	kTep	464	483	498	502	504
Producibilità incrementale nel periodo		-	19	15	4	2
Nr. impianti "DI" installati cumulativamente taglia media impianti 1-3 MW (1)	unità	10	11	12	12	12
Numero impianti "DI" addizionali nel periodo		-	1	1	-	-

(1) Nel numero impianti non sono stati conteggiati quelli relativi alla produzione di energia termica da usi cogenerativi in quanto già conteggiati nella quota FER-E

Geotermico a bassa entalpia

Il contributo alla generazione di energia termica da FER nello Scenario Obiettivo derivante dallo sviluppo della geotermia a bassa entalpia è stato stimato con riferimento alla normativa tecnica attualmente cogente, che recepisce la Decisione della Commissione dell'1 marzo 2013 C(2013)1082) e che stabilisce gli orientamenti relativi al calcolo da parte degli Stati membri della quota di energia da fonti rinnovabili prodotta a partire da pompe di calore per le diverse tecnologie a pompa di calore a norma dell'articolo 5 della direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. Pertanto i risultati nel seguito esposti per questa FER devono intendersi come segue:

- i fattori di default per stabilire il contributo dell'energia rinnovabile prodotta dalle pompe di calore sono fissati a un livello prudente per limitare il rischio di sovrastimare di detto contributo secondo la tabella 3.6 della succitata Decisione;
- è stato preso a riferimento della stima il consumo energetico stagionale per riscaldamento e produzione di ACS un edificio condominiale di 15 appartamenti con indice di prestazione energetica pari a 2,35kWh/m² anno per riscaldamento come esposto nella Tabella 1.50 del §1.5.7.3 per le classi di edifici 9 e 10 il cui numero, riferito al parco immobiliare regionale, risulta pari a circa 198mila unità di cui è stata, data la complessità attuativa della tecnologia, è stata considerata solo una quota pari al 10%;
- è stato analizzato il consumo energetico medio di una singola unità immobiliare tipo di 95m² facente parte dell'edificio tipo con numero 4 occupanti per il fabbisogno annuale di ACS dotata di caldaia standard rendimento stagionale 90%. Tale consumo è stato successivamente esteso all'intero edificio;
- a fronte di un fabbisogno medio annuo di energia termica per riscaldamento e produzione di ACS di circa 90.000kWh/anno, secondo la metodologia esposta nella succitata Decisione la quota di FER imputabile alla geotermia risulta pari al 31,2% e su questa base sono stati sviluppate le stime di cui alla seguente tabella sia in termini di producibilità che di potenza installata.

Tabella 2.19 - Scenario Obiettivo - FER-C Geotermia quota parte: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-C Geotermia bassa entalpia con geoscambio		2014	2020	2030	2040	2050
Potenza installata	MW	43	229	415	601	788
Potenza addizionale nel periodo		-	186	186	186	186
Ore di funzionamento equivalenti a pieno regime h/anno	H _{HP}	2.070				
Producibilità cumulativo (quota ERES secondo la Decisione della Commissione C(2013)1082)	GWh	89	475	860	1.245	1.630
	kTep	8	41	74	107	140
Producibilità addizionale nel periodo		-	33	33	33	33
Nr. impianti installati cumulativo (1) taglia media impianti baseline 2014 40 kW - Scenario Obiettivo 90kW	unità	1.743	2.547	4.615	6.683	8.750
Numero impianti addizionali nel periodo		-	804	2.068	2.068	2.068

Pompe di calore elettriche

Il PER vede un significativo incremento del numero di alloggi dotati di sistemi di riscaldamento/raffrescamento con pompe di calore non geotermiche prevalentemente del tipo aria-aria per le quali si prevede al 2050 un numero di installazioni, di potenza mediamente pari a 40kW, di oltre 900.000mila unità.

Tabella 2.20 - Scenario Obiettivo - FER-C Pompe di calore elettriche aria-aria quota parte: Proiezione dell'evoluzione della produzione

FER-C Pompe di calore elettriche		2014	2020	2030	2040	2050
Potenza installata/da installarsi	MW	873	1.527	2.052	2.267	3.016
<i>Potenza addizionale nel periodo</i>		-	654	525	215	749
Ore di funzionamento equivalenti a pieno regime h/anno	HHP	1.770				
Producibilità cumulata (quota ERES secondo la Decisione della Commissione C(2013)1082)	GWh	951	2.200	2.956	3.266	3.285
	kTep	82	189	254	281	282
<i>Producibilità addizionale nel periodo</i>		-	107	65	27	2
Nr. impianti installati cumulativo (1) taglia media impianti baseline 2014 32 kW - Scenario Obiettivo 40 kW	unità	140.598	254.122	635.304	794.130	1.058.840
<i>Numero impianti addizionali nel periodo</i>		-	113.524	381.182	158.826	264.710