

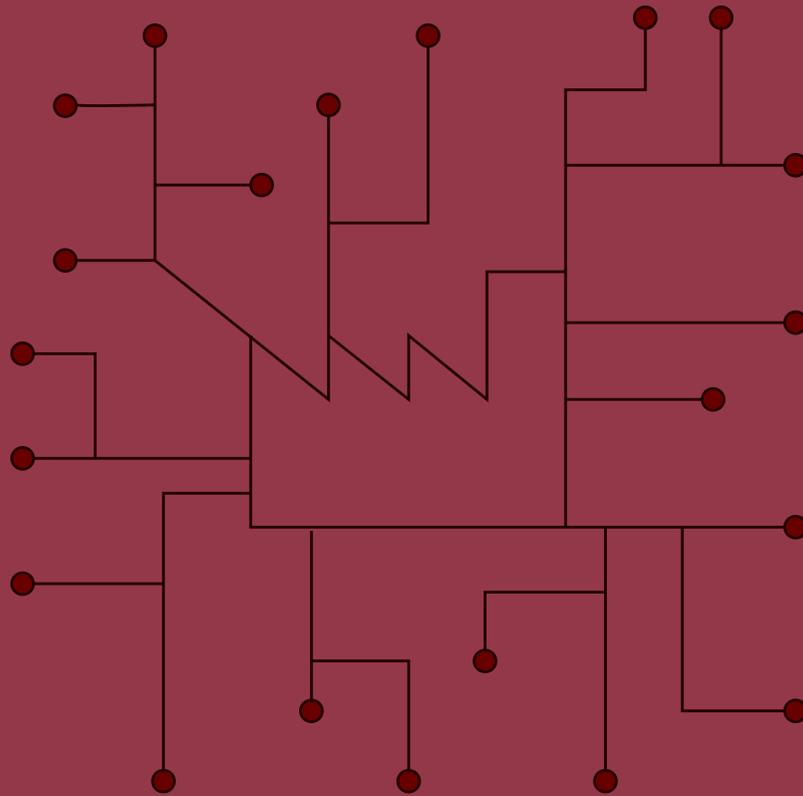


Osservatorio sulle Imprese

Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale  
Sapienza, Università di Roma

# INFRASTRUTTURE DI BASE

Che investimenti occorrono?



Marzo 2021



Osservatorio sulle Imprese  
Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale  
Sapienza, Università di Roma

# **INFRASTRUTTURE DI BASE**

Che investimenti occorrono?

Marco Antognoli, Domenico Borello, Giuseppe Cantisani,  
Alessandro Corsini, Roberto Cusani, Riccardo Gallo,  
Francesco Napolitano, Giuseppe Parise, Cristiana Piccioni



# INDICE

1. Il quadro di partenza

*Riccardo Gallo*

2. Reti autostradali sostenibili

*Giuseppe Cantisani*

3. Rete elettrica e Microreti

*Giuseppe Parise*

4. L'Infrastruttura Gas e la Transizione energetica

*Domenico Borello, Alessandro Corsini*

5. Infrastrutture ferroviarie

*Cristiana Piccioni, Marco Antognoli*

6. Infrastrutture idriche e Ciclo integrato delle acque

*Francesco Napolitano*

7. Reti digitali a banda larga. La sfida 5G

*Roberto Cusani*

8. Sintesi e conclusioni



# 1.

## IL QUADRO DI PARTENZA

*Riccardo Gallo*

Politiche efficaci per l'uscita del paese dalla crisi sanitaria e da quella economica sono state indicate dal presidente del Consiglio Mario Draghi nelle sue dichiarazioni programmatiche al Senato il 17 febbraio 2021. È stata richiamata l'attenzione su: «la produzione di energia da fonti rinnovabili, l'inquinamento dell'aria e delle acque, la rete ferroviaria veloce, le reti di distribuzione dell'energia per i veicoli a propulsione elettrica, la produzione e distribuzione di idrogeno, la digitalizzazione, la banda larga e le reti di comunicazione 5G».

Nel giugno 2020, il Comitato di esperti in materia economica e sociale, coordinato da Vittorio Colao, aveva presentato all'allora presidente del Consiglio dei ministri il Rapporto *Iniziativa per il rilancio Italia 2020-2022*. Si affermava che l'arretratezza di cui l'Italia soffre rispetto agli altri paesi OCSE è una zavorra pesante sulla strada del rilancio. Quel Rapporto nel paragrafo 4.2 definiva infrastrutture e ambiente “volano del rilancio” e li declinava in: piano straordinario di rilancio delle infrastrutture; infrastrutture per telecomunicazioni; infrastrutture energetiche e idriche e salvaguardia del patrimonio ambientale; infrastrutture per i trasporti e la logistica; infrastrutture sociali.

Su obiettivi a volte non molto dissimili da quelli indicati dal governo in carica, una trattazione era stata svolta lo scorso anno dalla Sapienza nel volume *Industria, Italia. Ce la faremo se saremo intraprendenti* (2020). In questo nuovo documento viene quantificato il quadro da cui si parte, in termini di competitività e investimenti realizzati nel recente passato, per rileggere il piano industriale di ogni società di gestione delle infrastrutture alla luce degli obiettivi governativi, e per valutare gli eventuali sforzi ulteriori.

In una graduatoria stilata dall'Imd (2020) sulla competitività di 63 paesi, l'Italia occupa da un paio d'anni la 44<sup>a</sup> posizione, dopo India, Kazakistan, Lettonia, Indonesia, Polonia, molto più giù della 30<sup>a</sup> che occupava nel 1999. Da allora, infatti, l'impossibilità di svalutare la moneta nazionale non è stata compensata con politiche mirate a incrementare la competitività. Nella graduatoria 2020, la Danimarca era 2<sup>a</sup>, l'Olanda 4<sup>a</sup>, la Svezia, la Norvegia e la Finlandia 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>, la Germania 17<sup>a</sup>, la Francia 32<sup>a</sup>.

La 44<sup>a</sup> posizione dell'Italia è la media pesata di oltre un centinaio di variabili per altrettanti versanti<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nelle Infrastrutture di base l'Italia è 53<sup>a</sup>. In dettaglio, è 15<sup>a</sup> per strade, 16<sup>a</sup> per rete ferroviaria, 29<sup>a</sup> per investimenti in tlc ma 52<sup>a</sup> nelle relative tecnologie, 46<sup>a</sup> nella telefonia mobile e 33<sup>a</sup> nei relativi costi, 37<sup>a</sup> nella velocità di internet, 43<sup>a</sup> per sottoscrittori di banda larga, 54<sup>a</sup> per capacità di digitalizzazione, 34<sup>a</sup> per accesso all'acqua, 35<sup>a</sup> per risorse idriche, non classificata per intensità di consumo e trattamento delle acque, 32<sup>a</sup> per risorse energetiche indigene, 49<sup>a</sup> per consumo e 55<sup>a</sup> per produzione d'energia, 41<sup>a</sup> in energia complessiva, 52<sup>a</sup> sia per costo di energia elettrica sia per infrastrutture di distribuzione, 47<sup>a</sup> per emissioni di CO<sub>2</sub>, orgogliosamente 8<sup>a</sup> per istruzione universitaria e 25<sup>a</sup> per formazione di ingegneri qualificati.

In questo lavoro sono stati raccolti, riclassificati, elaborati i bilanci consolidati per gli ultimi dieci anni dal 2010 al 2019<sup>2</sup> dei principali gruppi, a controllo azionario privato o di Stato o di Cassa depositi e prestiti (Cdp), che gestiscono le infrastrutture di base<sup>3</sup>:

- a. Rete autostrade: Atlantia
- b. Cavi, sistemi telematici, di networking: Telecom Italia – Tim. Stazioni radio e impianti di telecomunicazioni: Vodafone
- c. Ciclo integrale delle acque: società Ato2 (gruppo Acea)
- d. Trasmissione elettrica: Terna
- e. Infrastruttura ferroviaria nazionale: Rfi
- f. Trasporto e dispacciamento di gas naturale: Snam.

Sono stati elaborati numerosi indicatori: età dell'infrastruttura in percentuale della vita utile<sup>4</sup>, investimento tecnico materiale medio annuo in milioni, tasso di rinnovamento annuo dell'infrastruttura<sup>5</sup>, distribuzione di dividendi agli azionisti in percentuale dell'utile, flusso di cassa entrante<sup>6</sup> in rapporto ai nuovi investimenti. Per il periodo esaminato dal 2010 al 2019 emergono ordini di grandezza poco noti e, per certi versi, sorprendenti:

- g. Le infrastrutture autostradali e quelle telefoniche sono le più vecchie, con un'anzianità nel 2019 pari rispettivamente al 75% e all'81% della vita utile. Esula da questa analisi la constatazione che queste sono le uniche due infrastrutture gestite da soci privati. Altre tre (elettrica, ferroviaria, gas) nel 2019 avevano un'anzianità pari a metà e tra di loro simile (tra il 34 e il 43%). Per quella idrica non è agevole calcolare l'indicatore.
- h. L'investimento tecnico medio annuo nel periodo si è aggirato per ciascuna delle infrastrutture autostradale, elettrica, gas tra 1 e 1,4 miliardi. Per la rete ferroviaria è stato pari a 4 volte (poco meno di 5 miliardi) e per quella telefonica (sulla base delle due maggiori società operatrici) è stata pari al triplo (3,8 miliardi). Questi investimenti annui si raggugliano a un tasso di rinnovamento medio intorno al 7%. Ciò vuol dire che, per rinnovare completamente l'infrastruttura a questi ritmi, occorrerebbe una quindicina d'anni.
- i. Il valore aggiunto in percentuale del fatturato netto<sup>7</sup> per tutte le infrastrutture viene molto superiore a quello delle imprese industriali che operano sui mercati concorrenziali (20% del fatturato netto nel 2019, Area Studi Mediobanca 2020). Più precisamente questo indice per il 2019 viene intorno al: 90% per le infrastrutture dell'energia elettrica e del gas, 80% per l'autostradale e la rete ferroviaria, 60% per ciclo dell'acqua e per telefonia (nel caso di operatore proprietario della rete), 40% per telefonia (nel caso di operatore che non possiede la rete). Questi livelli sono strutturali e infatti sono confermati nei conti più recenti, al 30 settembre 2020. Il valore aggiunto sul fatturato è tanto maggiore quanto più l'attività è svolta con un'infrastruttura in regime di monopolio naturale.

2 Questo lavoro viene pubblicato prima che le assemblee ordinarie delle società holding o capogruppo approvino il consuntivo al 31 dicembre 2020 e deliberino sulla distribuzione dei dividendi.

3 Poiché si tratta di bilanci consolidati, essi comprendono anche attività svolte all'estero e/o non strettamente inerenti le principali infrastrutture. A giudizio degli Autori, ciò non toglie significatività ai risultati trovati.

4 L'età percentuale dell'infrastruttura è calcolata come rapporto del Fondo ammortamenti sugli Immobilizzi tecnici lordi per cento.

5 Il tasso di rinnovamento è calcolato come rapporto per cento dell'investimento tecnico dell'anno sugli Immobilizzi tecnici lordi al 31 dicembre dell'anno precedente.

6 Il flusso di cassa entrante è l'autofinanziamento residuo dopo i dividendi. È la somma di ammortamenti, accantonamenti, risultato netto dell'esercizio meno dividendi distribuiti.

7 Cioè quanto risulta che una società ci mette di suo in quel che vende, cioè (nella fattispecie della gestione di infrastrutture) quanto aggiunge agli input acquistati a prezzi di mercato per vendere un servizio a tariffe regolate.

- j. Questo troppo ampio divario fu segnalato già molto tempo fa (Gallo 2009). Esso si ripercuote sulla redditività delle vendite<sup>8</sup>, che nelle medie e grandi imprese industriali esposte alla concorrenza si aggira sul 5%, mentre sta sul: 50% nelle infrastrutture autostradale, elettrica, gas; 30% in quella idrica; 15-20% nella telefonica; 10% in quella ferroviaria. Anche il livello di questa redditività è confermato nei conti societari al 30 settembre 2020, in contrasto stridente con la caduta drammatica dei profitti nelle imprese industriali lo scorso anno.
- k. Si riflette altresì sulla redditività del patrimonio dei soci<sup>9</sup>, che in tutte le società esaminate si aggira mediamente tra il 10 e il 20%, pari al doppio di quella delle medie e grandi imprese manifatturiere.
- l. Gli utili netti sono stati distribuiti ai soci per una quota media annua compresa tra il 55 e il 75% per tutte le infrastrutture, salvo le due controllate da privati, dove i dividendi mediamente hanno superato gli utili netti. Nei dieci anni, nel complesso delle sei infrastrutture, sono stati distribuiti dividendi per quasi 30 miliardi.
- m. In teoria, le società non dovrebbero distribuire dividendi, se non in via eccezionale. Quando la percentuale è alta, può essere considerata una misura di disaffezione dei soci. È corretto osservare che anche le grandi e medie imprese manifatturiere italiane distribuiscono massicciamente gli utili. Ma, seppure sia bene che le società di gestione delle infrastrutture di base siano permeate di cultura di mercato, è un male che siano contagiate dalla pluriennale e generale disaffezione dell'imprenditoria.
- n. Gli investimenti effettuati sono stati pari all'autofinanziamento cumulato e residuo dopo la distribuzione dei dividendi. Se gli utili non fossero stati affatto distribuiti, gli investimenti in queste sei infrastrutture sarebbero stati superiori per 30 miliardi. Ne avrebbe beneficiato la posizione competitiva del paese.
- o. Visto che la redditività è tanto elevata, resta difficile immaginare che i soci abbiano destinato i dividendi incassati a impieghi aventi un rendimento economico superiore.
- p. Esula dagli scopi di questo lavoro entrare nel merito dei sistemi adottati dalle rispettive Autorità di regolazione<sup>10</sup>. È possibile che la determinazione delle tariffe in origine fosse ispirata a un principio di *project financing*, mirato a mettere a disposizione (dei promotori di opere di pubblica utilità) risorse finanziarie (generate internamente) in misura congrua per realizzare massicci investimenti. E che poi le politiche di remunerazione dei soci abbiano drenato le risorse generate e abbiano vanificato l'obiettivo originario.

Molti altri indicatori sono stati calcolati, a partire da quelli di produttività ed efficienza di gestione per finire a quelli patrimoniali e finanziari. Essi dimostrano che l'efficienza delle imprese esaminate è generalmente molto elevata, che i tempi di pagamento dei fornitori sono più lunghi quando si è in regime di monopsonio, che le società a controllo pubblico hanno un indice di indebitamento finanziario superiore.

Nei capitoli che seguono, le prospettive strategiche e industriali delle singole infrastrutture di base vengono analizzate alla luce sia di quanto realizzato nel passato decennio, sia dei piani aziendali, sia degli obiettivi fissati del governo.

Sapienza, il più grande Ateneo d'Europa, mette le proprie competenze di ingegneria ed economia industriale a disposizione di Istituzioni, tessuto produttivo e società civile, in coerenza con l'idea di Terza missione dell'Università.

8 La redditività delle vendite è data dal Return on sales, Ros%, rapporto per cento tra reddito operativo (Ebit) e fatturato netto.

9 La redditività del patrimonio dei soci è il Return on equity (Roe%) ed è dato dal rapporto per cento tra risultato netto (Ebit Rn) e capitale netto, medio dell'anno.

10 Su questo tema, si rimanda a Gobbo e Zanetti (2000), Marzi *et al.* (2001).

## Riferimenti bibliografici

Area Studi Mediobanca (2020), *Dati cumulativi di 2120 società italiane*, Milano.

Comitato di Esperti in Materia economica e sociale (2020), *Iniziative per il Rilancio dell'Italia 2020-2022*, Rapporto per il Presidente del Consiglio dei Ministri, Roma, giugno.

Gallo R.

- (2009), *Imprese di reti e di servizi dal 1997 al 2008*, in L. Rondi e F. Silva, *Produttività e cambiamento nell'industria italiana. Indagini quantitative*, Il Mulino, Bologna.

- (a cura di) (2020), *Industria, Italia. Ce la faremo se saremo intraprendenti*, Sapienza Università Editrice, Roma.

Gobbo F., G. Zanetti (a cura di) (2000), *Istituzioni e mercato: il ruolo delle Autorità nell'economia italiana*, in *Rivista di economia e politica industriale*, n. 4, Il Mulino, Bologna.

Marzi G., L. Prosperetti, E. Putzu, *La regolazione dei servizi infrastrutturali*, Il Mulino, Bologna.

World Competitiveness Center (2020), *World Competitiveness Yearbook*, IMD, Lausanne - Switzerland.

## 2.

# RETI AUTOSTRADALI SOSTENIBILI

*Giuseppe Cantisani*

Il termine sostenibilità, con riferimento alle reti viarie, è utilizzato frequentemente e con diverse accezioni, facendo in genere riferimento alle cosiddette esternalità (inquinamento, incidentalità, consumo di suolo, etc.) prodotte dalla costruzione o dall'esercizio delle infrastrutture e dei sistemi di mobilità.

In realtà, la prima riflessione che occorrerebbe introdurre, parlando di sostenibilità, riguarda la possibilità di garantire nel tempo il soddisfacimento dei bisogni espressi dalla generazione presente, senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri. È in quest'ottica, quindi, che si ritiene anzitutto dover sviluppare un'analisi delle condizioni delle strade e delle autostrade nel contesto italiano.

La classifica IMD relativa alla competitività di 63 Paesi<sup>1</sup>, colloca l'Italia al 15° posto relativamente al tema della viabilità. Rispetto ad altri comparti, la dotazione nazionale di infrastrutture stradali sembrerebbe perciò – a una prima e disattenta osservazione – decisamente più adeguata e idonea a sostenere gli obiettivi di crescita economica e sociale, fissati dal Governo e indicati nei documenti di pianificazione.

Bisogna però guardare meglio i dati, esaminare cioè i criteri che ne hanno consentito la determinazione. La classifica tiene conto soltanto della *Densità della rete* espressa dal rapporto tra km di strade e km<sup>2</sup> di territorio; si tratta dunque di un dato meramente quantitativo, che non considera in alcun modo lo stato e le condizioni in cui si trova l'*asset*. E invece, altri indicatori – tra cui in particolare l'età dell'infrastruttura e il suo stato di conservazione – ci consegnano un quadro decisamente più controverso e in molti casi addirittura allarmante.

Pur limitando l'analisi ai soli livelli della rete primaria e principale<sup>2</sup>, e quindi escludendo situazioni particolarmente complesse come quelle riguardanti le strade di proprietà degli Enti territoriali (Province, Città Metropolitane, Comuni, etc.)<sup>3</sup>, è facile constatare che le infrastrutture italiane sono generalmente molto datate (l'epoca di costruzione risale mediamente a cinquanta o più anni fa) e – quel che è più grave – nei decenni scorsi esse sono state rese oggetto di minimi interventi manutentivi, per cui sovente il loro stato di degrado è assai avanzato, manifestando ormai evidenti segnali di allarme anche rispetto alla sicurezza dell'esercizio.

---

1 Si fa riferimento alla graduatoria redatta dell'*IMD World Competitiveness Center*, cfr. cap. 1.

2 I livelli di rete sono definiti in accordo con l'impianto normativo attualmente vigente in Italia (Codice della strada e D.M. 5.11.2001).

3 Deve essere peraltro osservato che, questi livelli di rete "secondaria" e/o "locale", risultano essenziali per garantire la continuità del "tessuto connettivo" su cui si fonda la mobilità nel territorio, anche in un'ottica di integrazione modale (es.: accesso alla rete ferroviaria AV).

Con riferimento, ad esempio, alla rete autostradale concessa al maggior Operatore privato italiano ASPI (Autostrade per l'Italia S.p.A.), un indicatore oggettivo, dato dal valore % della vita utile<sup>4</sup>, rivela un'anzianità pari al 75% (come dire che i tre quarti del tempo d'uso previsto sono stati ormai consumati).

Tale condizione è, del resto, pacificamente riconosciuta anche nel piano industriale di ASPI, dove si certifica un'età media delle infrastrutture di rete pari a circa 50 anni, nonché una particolare criticità relativa ad alcune strutture sensibili – le c.d. opere d'arte principali – per le quali si riferisce che ~50% dei ponti e dei viadotti attualmente in uso sono stati costruiti prima del 1970 (~93% prima del 1990) e che ~35% dei km di galleria sono antecedenti al 1970 (~78% prima del 1990).

Nel medesimo piano, dalle comparazioni relative all'entità degli investimenti previsti per nuove opere e manutenzioni, si evidenzia altresì quanto tali investimenti siano stati pesantemente sottofinanziati nei cicli precedenti. Ciò ha certamente contribuito a determinare una condizione che, attualmente, risulta non soltanto preoccupante, ma ancora in gran parte occulta. Le attività di *assessment* tecnico, infatti, sono in corso e non hanno ancora restituito una fedele rappresentazione dell'effettivo stato di compromissione e degrado delle opere.

Di tutto questo, con ogni evidenza, la graduatoria dell'IMD non può tener conto; se però si considera che, in assenza di una decisa inversione di tendenza, fra ormai pochi anni dovremmo prevedere una messa fuori servizio di porzioni rilevanti della rete autostradale, è facile intuire quanto l'Italia potrebbe crollare verticalmente verso le ultime posizioni della classifica di competitività. In tal caso, sarebbe fortemente compromesso un fattore essenziale per la crescita e il benessere, tenuto conto anche delle particolari caratteristiche del territorio italiano e di come – in esso – la mobilità dei passeggeri e delle merci è concepita e strutturata.

Risulta chiaro, a questo punto, che ci troviamo in una fase cruciale, proprio ai fini della sostenibilità del sistema stradale: se le infrastrutture entro pochi anni saranno ammodernate e potenziate (occorrerebbe quasi dire: integralmente ricostruite), si potrà continuare a garantire, anche alle generazioni future, la disponibilità di un bene essenziale e irrinunciabile; diversamente, entro breve tempo si manifesteranno gravi criticità e si determineranno effetti negativi concatenati su gran parte delle attività economiche e sociali.

A fronte di ciò, nelle dichiarazioni programmatiche del Governo e nel c.d. Rapporto Colao<sup>5</sup> si evidenzia giustamente la necessità di investimenti per il miglioramento della rete viaria, anche in linea con gli obiettivi del *Green Deal* e la messa in sicurezza delle infrastrutture. Secondo la stessa analisi sussistono, però, impedimenti di vario genere (principalmente contrattuali, normativi, regolamentari, etc) che rendono critica e incerta l'implementazione rapida ed efficace delle azioni conseguenti e necessarie.

Peraltro, anche le dotazioni finanziarie riservate a manutenzioni straordinarie e ricostruzioni sembrano ancora parzialmente insufficienti rispetto all'entità dell'impegno da sostenere. Nel piano industriale di ASPI vengono allocate risorse consistenti, ma nell'analizzare la voce Investimenti (a cui sono destinati 14.5 miliardi), si deve distinguere tra gli importi destinati alle nuove opere (9.4 miliardi) rispetto a quanto riservato al cosiddetto *upgrade* delle opere esistenti (per il quale residuano quindi poco più di 5 miliardi).

Quest'ultima aliquota del budget, considerata la necessità di recuperare anni e anni di sostanziale abbandono, non si può dunque considerare ancora adeguata e congrua, rispetto all'obiettivo di un profondo e radicale rinnovamento della rete.

---

4 L'età percentuale dell'infrastruttura è calcolata come rapporto per cento del Fondo ammortamenti sugli Immobilizzi tecnici lordi.

5 *Iniziativa per il rilancio* "Italia 2020-2022" e relative "schede di lavoro", a cui si è già fatto riferimento nel cap. 1.

Né possono essere considerati utili, per tali finalità, i 6.8 miliardi destinati alle manutenzioni ordinarie (ed eventualmente ricorrenti), perché queste ultime riguardano generalmente parti d'opera caratterizzate da più brevi cicli di degrado e rinnovo, quali ad esempio le pavimentazioni, le barriere di sicurezza, gli impianti tecnologici. La vita utile della rete non potrà essere significativamente prolungata per effetto di questa tipologia di azioni manutentive.

Un ulteriore motivo di preoccupazione risiede nel fatto che l'erogazione di queste risorse risulta alquanto differita nel tempo, poiché nel ciclo pluriennale in corso (2020-2024) la quota di investimenti e manutenzioni prevista è pari a circa il 40% del totale riferito all'orizzonte del 2038. Invece, per quanto detto, si pone ormai con evidenza la necessità di intervenire tempestivamente, al fine di non compromettere definitivamente la fruibilità dell'infrastruttura.

Più ancora che le questioni di ordine finanziario, vi sono poi altre criticità che rendono incerto e difficile il mantenimento - nel tempo - di una condizione di sostenibilità della rete autostradale, intesa come garanzia di sicuro esercizio, efficienza, continuità di servizio. Si tratta dei nodi, ancora irrisolti, riguardanti l'assetto societario e proprietario, i meccanismi autorizzativi e procedurali relativi all'esecuzione dei progetti, l'impossibilità di operare contemporaneamente su molte opere appartenenti a una stessa rete (in costanza di esercizio), l'efficacia dell'azione ispettiva e della vigilanza svolta dall'Organo concedente, e così via<sup>6</sup>.

Rispetto a tutto questo, nonostante numerosi annunci e varie ipotesi, la situazione non è risolta e neanche parzialmente sbloccata.

Ulteriori temi, che qui è possibile solo accennare ma che ancora non sono stati sufficientemente proposti nel dibattito pubblico, riguardano la condizione evolutiva del sistema stradale e autostradale, rispetto a: sicurezza di esercizio<sup>7</sup>, rapporto con le nuove tecnologie (nella prospettiva della guida autonoma/assistita dei veicoli), possibili miglioramenti nel rapporto con l'ecosistema.

Anche riguardo a questi aspetti, emergono svariati motivi di preoccupazione: basti pensare al fatto che a breve perverranno gli esiti del *Primo programma di gestione e classificazione della sicurezza della rete* (D. Lgs. n. 35/2011), o che alcune caratteristiche delle strade e delle autostrade in esercizio rendono molto difficile il ricorso alle nuove tecnologie digitali, o ancora che l'impronta ecologica e il consumo energetico correlati alla mobilità potranno essere migliorati significativamente solo raggiungendo un elevato grado di efficienza, ridondanza e connessione delle reti.

Emerge con evidenza, insomma, la complessità e delicatezza di un sistema che, nel breve e medio termine, è destinato necessariamente a evolvere nella sua struttura, caratteristiche fondamentali e prestazioni da garantire.

Occorre a tal fine prendere atto che:

- a. la messa in sicurezza, il rinnovamento e il potenziamento delle reti di infrastrutture viarie costituiscono esigenze urgenti e improcrastinabili;
- b. il quadro esigenziale non è ancora del tutto emerso con la necessaria chiarezza e definizione;
- c. per l'approvazione e l'attuazione degli interventi, non vi sono soluzioni miracolistiche né di semplice e immediata attuazione (i cosiddetti modelli, di volta in volta associati a una specialissima condizione o esperienza<sup>8</sup>) ma si devono rapidamente individuare i fattori di criticità principali e operare in modo concreto per il loro superamento;

6 In merito a questi aspetti, il Rapporto Colao annota ancora: «Per la realizzazione dei grandi investimenti strategici [...] sono richieste competenze e meccanismi decisionali, sia di contenuto sia di processo, ad oggi frammentati a livello di decisori politici e di amministrazione. È evidente la necessità di regolare il meccanismo decisionale e di definire un efficace processo implementativo ...». Inoltre, specificamente per le reti concesse: «molti contratti di concessione sono scaduti/in scadenza, bloccando di fatto ogni investimento a causa dell'incertezza di ritorno economico per gli operatori»; «...ci sono specifiche necessità settoriali da tenere in considerazione per abilitare una veloce ed efficace attuazione degli investimenti. Settore autostrade: Incrementare i controlli sull'esecuzione delle opere, attraverso il rafforzamento della struttura tecnica di vigilanza dedicata del MIT».

7 non solo strutturale: si parla qui del contributo all'incidentalità stradale dovuto alla componente infrastrutturale.

8 Modello Expo, modello Alta Velocità, modello Genova, etc.

- d. il sistema delle reti stradali e autostradali dovrebbe essere profondamente ripensato e ristrutturato, sia riguardo alla sua consistenza (in particolare riguardo all'integrazione tra reti primarie e reti secondarie, per offrire una connettività efficiente in tutti gli ambiti territoriali), sia in merito ai modelli di gestione tecnica, economica e amministrativa;
- e. deve essere assicurata una maggiore robustezza e resilienza alla rete infrastrutturale, grazie a una migliore connessione tra il sistema autostradale gestito dai Concessionari privati e la viabilità extraurbana principale in carico al Concessionario pubblico ANAS;
- f. esistono competenze e capacità che potrebbero essere utilmente mobilitate<sup>9</sup>, al fine di concorrere a questo processo di rinnovamento e riversare, nel comparto, le buone pratiche e il ritorno di esperienze maturate in ambito nazionale e internazionale, che consentirebbero di affrontare con migliori prospettive le previste future difficoltà.

Si ritiene che l'analisi compiuta possa contribuire a evidenziare le potenziali criticità di un comparto che, all'apparenza, non presenterebbe un quadro particolarmente allarmante, almeno in base alle graduatorie internazionali sulla competitività.

Le insidie sono invece molte e preoccupanti, e riguardano sia la gestione strategica, economica e finanziaria delle reti stradali e autostradali, sia i processi decisionali, esecutivi e di controllo. Su tali aspetti, è necessario intervenire prontamente e in maniera decisa e mirata, al fine di prevenire possibili evoluzioni negative e mantenere nel tempo una valida condizione di sostenibilità per l'intero sistema della mobilità stradale.

## Riferimenti bibliografici

World Competitiveness Center (2020), *World Competitiveness Yearbook*, IMD, Lausanne - Switzerland.

Decreto Legislativo 30 Aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada", Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 114, 1992, Roma.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001), D.M. 5 Novembre 2001, *Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade*, Roma.

---

<sup>9</sup> Basti riflettere sul fatto che, per il settore autostradale, da svariati decenni non esiste più - né presso i Soggetti privati né presso gli Enti pubblici competenti - alcun Organismo tecnico-scientifico in grado di svolgere una qualificata azione di indirizzo e consulenza, evidentemente necessaria sia nelle fasi di pianificazione e progettazione degli interventi sia durante l'esecuzione.

### 3.

## RETE ELETTRICA E MICRORETI

*Giuseppe Parise*

Il settore elettrico è fondamentale nella fornitura di energia alla società e nella garanzia di continuità per tutti i servizi strutturati, virtuali, dinamici. Per questa ragione, le reti devono essere resilienti al massimo. Qui vengono trattati due grandi temi:

- a. Rete elettrica di trasmissione e distribuzione, cenno al piano di sviluppo Terna, continuità del servizio e sistema elettrico di ripartizione, strutture strategiche ed equiparate a strategiche (castelli energetici); qualificazione sismica dei componenti elettrici, distribuzione dell'energia per i veicoli a propulsione elettrica;
- b. Microreti, ospedali, porti, centri commerciali, aeroporti, stazioni ferroviarie, centri di elaborazione dati, complessi residenziali; IoT e sistemi di microreti dinamiche e "macrorete virtuale".

Per Terna, nel piano di sviluppo 2020, i target fissati nella proposta del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima prevedono entro il 2025 il completo *phase out* dal carbone, e nel 2030 la copertura di metà dei consumi lordi di energia elettrica (55,4%) con le FER non programmabili, circa 40 GW di nuova capacità<sup>1</sup>.

Le azioni individuate da Terna per la transizione energetica e la de-carbonizzazione riflettono naturalmente un approccio dal proprio punto di vista e sono riconducibili a quattro categorie di intervento: segnali di prezzo di lungo termine, evoluzione e integrazione dei mercati, innovazione e digitalizzazione, investimenti di rete, come potenziamento dorsali Nord-Sud e rinforzi di rete Sud e Isole, investimenti per regolazione tensione e aumento inerzia del sistema, interconnessioni con estero, resilienza.

Analogamente, Enel, nel piano strategico 2020-2022, approccia il processo di transizione energetica dal punto di vista del Gruppo.

La realtà della *rete ferroviaria veloce* da estendere a tutto il territorio nazionale, per attuare una reale unificazione, impone che la rete elettrica adegui la capacità di alimentazione alle potenze necessarie per soddisfare la domanda. La necessaria continuità del servizio richiede uno sviluppo ridondato su tutto il territorio, anche considerando l'elevata sismicità. Nelle aree a rischio sismico, sono da tenere in conto, come a maggior rischio, le strutture strategiche e quelle equiparabili a strategiche.

Le strutture strategiche (di classe d'uso IV), che necessitano della massima resilienza degli impianti tecnologici (in particolare elettrici) per la continuità del servizio, sono: ospedali, centri

---

<sup>1</sup> Il processo di transizione energetica non è a impatto zero per il Sistema Elettrico e implica una serie di problematiche quali: aumento congestioni di rete per distribuzione non coerente degli impianti FER rispetto al consumo; complessità della gestione del sistema, dovute all'aumento della Generazione Distribuita; aumento dei disservizi sulla rete elettrica.

di elaborazione dati, sede dei vigili del fuoco, stazioni ferroviarie, aeroporti, centri locali di coordinamento. Si tratta di strutture rilevanti in condizioni normali e più rilevanti in situazione di eventi sismici, quando vengono richieste prestazioni più avanzate, tempi di ripristino del servizio da nulli a pochi secondi, nonché un adeguato e competente personale. A seconda del livello di tutela necessario, sono individuati criteri meccanici ed elettrici di progettazione, installazione, scelta e dimensionamento, strutturazione di impianto con un *sistema elettrico di ripartizione*<sup>2</sup>.

*Sezione di ricerca specialistica, elitaria per l'Italia, è certamente la qualificazione sismica dei componenti elettrici e dei modi di posa in edifici di ogni tipologia.*

Nelle aree esposte a sisma o altre catastrofi, dove le vie di comunicazione stradali-ferroviarie sono facilmente vulnerabili così come le reti elettriche, telefoniche, idriche e del gas, devono essere prescelte strutture da equiparare a strategiche, quali scuole, chiese, alberghi e siti residenziali, per una funzione speciale da svolgere come rifugio sicuro-funzionale per la collettività, in altre parole, “castelli energetici” atti a garantire la massima disponibilità in condizioni di emergenza. Tali strutture, con apposito piano programmatico, vanno predisposte anche alla funzione reversibile di utente attivo in emergenza, per l'alimentazione di altri impianti interconnessi tramite la rete locale a monte, se rimasta disponibile.

La distribuzione dell'*energia per i veicoli a propulsione elettrica* è imposta dalle politiche e strategie internazionali per la riduzione delle emissioni nocive nell'atmosfera. I sistemi di ricarica dei veicoli pongono numerosi problemi di dimensionamento e saturazione delle stazioni di trasformazione di distribuzione esistenti. Considerato che un parco veicoli elettrici è generalmente previsto per attività commerciali, culturali, sportive, residenziali e in altre attività pubbliche, il sistema di distribuzione della ricarica alle auto va integrato con i sistemi di alimentazione dell'attività principale, come ulteriore elemento di promozione della microrete locale. È da escludere una gestione separata, addirittura per singole colonnine o gruppi di colonnine di ricarica, poiché strategie avanzate per la gestione della domanda di ricarica dei veicoli elettrici, con il carico complessivo delle attività connesse, giocano un ruolo importante, migliorando l'integrazione delle fonti rinnovabili e supportando i programmi infrastrutturali. Pensiline fotovoltaiche, sistemi di accumulo di energia, integrate in una microrete, consentono flessibilità tra ricarica EV e assorbimento dalla rete. Infatti, sistemi di storage di energia elettrica (EESS) possono equilibrare gli intervalli di inattività dei sistemi di ricarica e contribuire a garantire la continuità del servizio alla microrete e alle esigenze di ricarica in caso di black out della rete. Appare non congrua la prospettiva, enunciata da TSO e DSO (Transmission and Distribution System Operators), di implementare il V2G (vehicle to grid) ossia il ritorno alla rete delle utility di parte dell'energia immagazzinata nelle batterie dei veicoli in ricarica, andando contro necessità della piena disponibilità dei veicoli stessi.

La produzione di *energia da fonti rinnovabili non programmabili*, beni naturali disponibili localmente, richiede la piena liberalizzazione della utilizzazione energetica. È indispensabile una svolta radicale per la necessaria transizione ecologica con la stesura di un testo unico regolatorio a zero-vincoli temporali, di parametri discriminatori, di identificazione delle utenze non in base alle caratteristiche di assorbimento elettrico ma in base alla tipologia di utente. La costituzione di poli di assorbimento come microreti di utenze, è indispensabile per il raggiungimento dei valori di soglia costi-benefici, sia in termini di potenza impegnata da gestire, sia di energia da utilizzare. Infatti, gli interventi di efficienza energetica, di generazione da fonti rinnovabili e di utilizzo razionale/intelligente dell'energia devono arrivare ad auto-incentivarsi e comportare proficui ef-

<sup>2</sup> Topologia elettrica flessibile a configurazione variabile per la continuità di servizio, alimentata da almeno due punti di prelievo attivi indipendenti, da fonti rinnovabili e sistemi locali di emergenza, continuità e accumulo, sistemi di distribuzione non convenzionali, livelli di tensione speciali, eventuali porzioni di rete in corrente continua, piani di esercizio stagionale/giornaliero con scenari di più assetti di utilizzazione

fettivi risparmi nell'interesse della comunità locale e nella finalità dell'obiettivo strategico nazionale. Considerato che le fonti rinnovabili sono capaci di produrre a bassa densità di potenza, ma hanno la specificità di essere "Generazioni Distribuite" sul territorio, la loro produzione deve essere per quanto possibile impegnata a livello locale, perseguendo la condizione di comunità di utilizzazione ad energia quasi zero (dalla rete). In tal modo, le microreti devono restare essenzialmente aree di solo carico per la rete, evitando i problemi di congestioni e di disservizi per la rete evidenziati da Terna. L'utilizzazione elettrica viene ad assumere un ruolo evoluto dalla distribuzione, trasmissione e generazione centralizzata che essenzialmente sarà di vitale supporto a servizi essenziali e banca dell'energia per le microreti. In prospettiva, per il conseguimento di obiettivi di qualità, continuità, risparmio energetico e tariffario, con l'ausilio dell'IoT, i poli più importanti di assorbimento elettrico, quali grossi centri commerciali, ospedali, aeroporti, porti, centri di elaborazione dati, sede dei vigili del fuoco, stazioni ferroviarie, devono organizzarsi in microreti nei confini di area naturalmente delimitata, senza escludere però i complessi residenziali e gli edifici civili. In tutti i casi, l'area di utilizzazione è delimitata dal nodo comune di alimentazione a monte, sia esso in bassa tensione, sia in media o alta tensione, potendosi prescindere dalla proprietà del nodo stesso. Nelle realtà più significative, la nuova regola "tecnica", redatta con la partecipazione equilibrata degli interessati, deve favorire e promuovere l'approccio place-based della più completa partecipazione di tutti gli attori alla pianificazione energetica ed alla sua più efficace e coordinata attuazione. La normativa regolatoria attuale, estremamente numerosa, bizantina e burocratica, non va assolutamente in tale direzione.

I porti, quale esempio delle altre realtà citate, si presentano ormai come aree primarie industriali-commerciali i cui fabbisogni e consumi elettro-energetici sono sempre più accresciuti (in particolare, terminal container e sistemi di refrigerazione) con valori complessivi di decine di megawatt, quindi idonei ad un allaccio diretto sulla rete di alta tensione e magari alla realizzazione di una centrale elettrica in area. Linee di azione devono coinvolgere:

- a. una libera messa in atto delle innovazioni energetiche per i porti (impianti eolici off-shore, storage energetico come con high-speed flywheels e ultracapacitors, sistemi di sfruttamento moto ondoso per generare energia elettrica),
- b. revisione della pianificazione portuale con criteri di progettazione ottimizzati, quali sistemi di alimentazione dei container refrigerati di tipo modulare-flessibili,
- c. automazione di processo; gestione energetica ottimizzata; peak shaving della domanda di energia elettrica, i picchi di potenza delle gru portainer se non gestiti arrivano ad incidere fino al 80% sui costi tariffari.

Le prospettive di sviluppo della tecnologia cold-ironing (alimentazione dall'impianto portuale alla nave ormeggiata) possono costituire un ulteriore importante tassello della microrete elettrica evoluta dell'area portuale, prendendo in considerazione possibili impieghi reversibili con funzione di generazione locale (alimentazione da nave ormeggiata a combustibile ecologico all'impianto portuale o ad altra nave).

Quale altro esempio rilevante di comunità energetiche, i complessi e gli edifici residenziali, perché molto diffusi nel territorio, vanno efficacemente promossi nella costituzione di micro-sistemi che con una eco-progettazione e realizzazione di interventi di attuazione possono integrare vari aspetti ambientali ecologici, elettrici, di utilizzazione, con una opportunità di energia propulsione alle imprese elettriche. Vanno raggiunti più elevati livelli di:

- a. efficienza energetica con l'impiego di livelli di tensione intermedi nella distribuzione principale BT fino ad 1 kV (come per l'alimentazione di condizionamento comune di edificio, alimentazione dei box auto elettrificati);

- b. sistemi comuni di emergenza/continuità (gruppi elettrogeni e UPS), impianti comuni di energia (come moduli solari fotovoltaici, sistemi di cogenerazione tri-generazione); qualità dell'energia (limitazione dei contenuti armonici ed equilibratura dei carichi con trasformazioni locali per una distribuzione intermedia senza neutro),
- c. sicurezza degli utenti (sistema TN locale ad isola, valori di tensione verso terra minori, ecc.) con una propulsione all'industria produttrice di trasformatori speciali (trifasi-trimono-fasi 400V/230-115V 1kV/230-115V), a nucleo in ferro amorfo),
- d. realizzazione di un nuovo servizio pubblico di distribuzione della messa a terra a tutti i complessi di utenti con la costituzione di sistemi intrinsecamente sicuri,
- e. distribuzioni locali in corrente continua,
- f. vantaggi nel mercato dell'energia con una domanda collettiva di energia aumentata e gestione intelligente dell'energia mediante sistemi di Building Automation and Control (BAC).

*La digitalizzazione, la banda larga e le reti di comunicazione 5G* promuoveranno la diffusione dell'internet of things IoT, del Blockchain. L'impatto presumibile dell'IoT sull'utilizzo dell'energia elettrica può consentire un'evoluzione epocale nella struttura e nel funzionamento delle reti elettriche e facilitare una costituzione efficiente delle microreti elettriche (microgrid). L'impatto benefico dell'IoT sull'utilizzo dell'energia elettrica è che ne consentirà un ruolo emancipato da distribuzione, trasmissione e generazione. La contemporaneità di utilizzo di energia potrà non essere più casuale ma gestita. L'evoluzione epocale consiste nella possibilità di costituire microreti "dinamiche" di decine di chilowatt e "società" di microreti di megawatt che non necessitano di infrastruttura e possono incardinarsi in sistemi di catene molecolari a scalare a sistema di "macro-rete virtuale" di gigawatt. L'IoT, a livello generale, promuove la costituzione di cluster di "cose abilitate a comunicare" coinvolte in interazioni persistenti (società delle cose), come elettrodomestici, telefoni cellulari, veicoli (IoV) e altri innumerevoli oggetti. Quindi, un notevole impatto positivo si potrà avere sulla produzione delle apparecchiature elettrodomestiche. L'interazione delle apparecchiature elettriche favorisce la loro socializzazione, la cui migliore integrazione richiede, per quanto possibile, una revisione dei loro profili di carico e del loro modo di funzionare, un comportamento più "sociale", flessibile alla interazione, e nuovi linguaggi - codici dei carichi per la loro identificazione nel sistema di gestione. Ad esempio, il passaggio da un codice binario (ON, OFF) a uno ternario (ON, NO-pausa, OFF) consente di scindere i cicli, per quanto possibile, in entità più piccole (atomizzazione) che presentano minori variazioni di potenza, a causa della potenza quasi costante e della durata più breve, e facilitano la integrazione. La possibilità di comunicazione dei microsistemi degli utenti tramite IoT crea la possibilità di incardinarsi in un microsistema dinamico con capacità di delega nel programmare il loro funzionamento, acquisendo un nuovo ruolo tra i macrosistemi tradizionali della distribuzione, trasmissione e generazione.

## Riferimenti bibliografici

- Terna (2020), *2021-2025 Industrial Plan, Driving Energy*, 19 novembre.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2017), *Linee guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale*, marzo.
- G. Parise, L. Parise, M. Allegri, A. D. Marco and M. A. Anthony (2021), *Operational Resilience of Hospital Power Systems in the Digital Age*, in IEEE Transactions on Industry Applications, 2021 vol. 57, no. 1, pp. 94-100, Jan.-Feb., doi: 10.1109/TIA.2020.3032941.
- G. Parise, L. Parise, G. Vagnati (2020), *Grounding Microgrid in Metropolitan and Commercial Areas*, IEEE Transactions on Industry Applications 2020 Volume: 56, Issue: 2, March-April, Page(s): 1156 - 1161 DOI: 10.1109/TIA.2019.2961068
- G. Parise, L. Martirano, L. Parise A. Germolè (2016), *Service Continuity Safety by Design-The relevance of the architecture of electrical power systems in hospitals*, IEEE Industry Applications Magazine 2016 Jan. Feb. pagg. 68-74 vol. 22 n.1.
- G. Parise, L. Parise and M. Allegri (2020), *Impact of EVs on the Power Systems Design Criteria of EV Parks as Uniformly Distributed Load Areas*, 2020 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Detroit, MI, USA, pp. 1-5, doi: 10.1109/IAS44978.2020.9334805
- G. Parise, G. Mauromicale, A. Raciti, S.A. Rizzo, G. Susinni, L. Parise (2019), *E-mobility: Safety, Service Continuity and Penetration of Charging Systems*, AEIT International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive (AEIT AUTOMOTIVE) 2-4 July 2019, Torino, Italy DOI: 10.23919/EETA.2019.8804496
- G. Parise, M. Allegri and L. Parise (2020), *Electrical Integrity Resilience of Data Centers and Critical Loads*, in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 4, pp. 3397-3402, July-Aug. 2020, doi: 10.1109/TIA.2020.2986288.
- G. Parise, L. Parise (2013), *Electrical Distribution For A Reliable Data Center*, in Industry Applications IEEE Transactions on, Vol. 49 issue 4 2013, Page s: 1697 - 1702,
- G. Parise, L. Martirano, L. Parise (2018), *Electric Infrastructures Equalized to Strategic for Disaster Recovery*, in Emergencies 18th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2nd IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC / I&CPS Europe, 12-15 June 2018, Palermo, Italy DOI: 10.1109/IEEEIC.2018.8494378
- G. Parise, L. Parise, L. Martirano (2017), *Energy Castles Equalized to Strategic Structures for Disaster Recovery in Emergency*, IEEE IAS Annual Meeting 2017, Cincinnati OH USA October 1-5.
- G. Parise; L. Martirano, G. Fox (2011), *Electrical Power Systems Availability In Buildings Exposed To Seismic Hazard*, Part I - Electrical Criteria Part II - Mechanical Criteria "Industry Applications, IEEE Transactions on Volume: 47, Issue:1 Digital Object Identifier: 10.1109/TIA.2010.2091480 Publication Year: 2011 Page(s): 292-300
- G. Parise, M. De Angelis, A. Reggio (2014), *Criteria For The Definition Of The Equipment Seismic Levels (ESL): Comparisons Between USA and European Codes*, Industry Applications IEEE Transactions on, 2014 Vol. 50 Issue 3.
- G. Parise, L. Martirano, L. Parise, M. De Angelis, A. Reggio, S. Perno (2013), *Seismic Qualification Categories (EQC) Of Electrical Equipment*, IAS Annual Meeting Orlando, FL USA 6-11 October 2013

- G. Parise, L. Martirano, L. Parise, P. B. Chavdarian, Chun-Lien Su, A. Ferrante (2016), *A Wise Port and Business Energy Management: Port Facilities, Electrical Power Distribution*. IEEE Transactions on, Year: 2016, Volume: 52, Issue: 1 Pages: 18-24
- G. Parise, L. Parise, M. Di Ruggiero, G. Falanga, B. Chavdarian, C. Su C. Liao (2019), *Systems design criteria for refrigerated containers parks*, IEEE Transactions on Industry Applications May/June 2019 Vol. 55, n. 3, pag 2320-2326 DOI: 10.1109/TIA.2019.2891612
- L. Parise, A. Malerba, F. M. Pepe, A. Honorati, B. Chavdarian (2017), *Comprehensive Peak-Shaving Solutions for Port Cranes*, IEEE Transactions on Industry Applications Year: 2017, Volume: 53, Issue: 3 Pages: 1799 - 1806, DOI: 10.1109/TIA.2016.2645514
- G. Parise, Su, Chun-Lien; Lee, Yung-Chi; Chou, Min-Hung; Chin, Hai-Ming; Chavdarian, Benyamin (Ben) (2017), *Voltage-Drop Calculations and Power Cable Designs for Harbor Electrical Distribution Systems With High Voltage Shore Connection*, IEEE Transactions on Industry Applications Year: 2017, Volume: 53, Issue: 3 Pages: 1807 - 1814, DOI: 10.1109/TIA.2016.2646658
- G. Parise, L. Parise, A. Malerba, S. Sabatini, P. (B.) Chavdarian, Chun-Lien Su (2016), *High Voltage Shore Connections (HVSC), an IEC/ISO/IEEE 80005-1 compliant solution: the neutral grounding system*, IEEE IAS Annual Meeting Portland, Oregon October 2-6 2016 DOI: 10.1109/IAS.2016.7731938
- G. Parise, L. Parise, M. Martufi, Chun-Lien Su, P. (B.) Chavdarian, S. Panetta (2016), *Neutral Grounding in MV Transformers Substations for Cranes Service, Industry Applications*, IEEE Transactions on Year: 2016, Volume: 52, Issue: 3 Pages: 1 - 1, DOI: 10.1109/TIA.2016.2521726
- G. Parise L. Parise, S. Ricci, P. (B.) Chavdarian, Chun-Lien Su. (2016), *Innovations in a Container Terminal Area and Electrical Power Distribution for the Service Continuity*, 52nd Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference 2016 I&CPS, Detroit, MI, USA, May 1-4, 2016 DOI: 10.1109/ICPS.2016.7490238
- G. Parise, L. Parise, L. Martirano (2011), *An example of a commercial/residential common microgrid integrating cogeneration and electrical local users*, Cigrè Symposium, The electric power system of the future - integrating supergrids and microgrids Bologna, Italy September 13-15, 2011
- G. Parise, D. Mohla, L. Parise and M. Lombardi (2021), *IoT Innovations and Forensic Engineering in the Digital Age*, in IEEE Transactions on Industry Applications, doi: 10.1109/TIA.2021.3057344.
- G. Parise, L. Parise, F. Di Paolo (2019), *Virtual Society of IoT Robosats and Emancipation of Electrical Utilization*, 2019 AEIT International Annual Conference (AEIT) Firenze (IT) September 18-20 2019 DOI: 10.23919/AEIT.2019.8893313
- G. Parise, L. Parise, M.L. Parise (2018), *Evolution of Human Society and of Things Assisted by IoT*, 2018 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS) pp.95-101 - ISBN:978-1-5386-9479-4 DOI:10.1109/ISTAS.2018.8638278

## L'INFRASTRUTTURA GAS E LA TRANSIZIONE ENERGETICA

*Domenico Borello, Alessandro Corsini*

La garanzia di condizioni sociali di benessere è affidata anche al mondo delle imprese e alla capacità di miglioramento continuo della produttività e dell'efficacia nella produzione di beni e servizi. In questo contesto, l'innovazione, fattore abilitante, può essere interpretata come la creazione organica di nuovo valore attraverso la creatività, le reti di relazioni e una nuova mentalità («inventare qualcosa è trovarlo in ciò che esiste già», Arthur 2009). La crescita può realizzarsi a partire dalla risistemazione (o ricombinazione) delle risorse/tecnologie disponibili, sulla base di nuove idee.

Questa potrebbe essere la chiave di interpretazione del progresso verso cui sta muovendo l'infrastruttura gas nazionale, la cui evoluzione attuale le restituisce i caratteri propri di una *General Purpose Technology* (o GPT, idea o tecnica radicalmente nuova e con impatto su molti settori economici, Brynjolfsson & McAfee 2015); come tale pervasiva, strumentale alla discontinuità che la transizione industriale/ecologica richiede (oltre che al raggiungimento degli obiettivi del PNIEC 2019), e capace di generare innovazione su cicli temporali lunghi supportando il disaccoppiamento tra attività antropica ed ambiente (*Eco-modernist Manifesto* 2015).

L'interpretazione delle strategie di sviluppo dell'infrastruttura gas nazionale (SNAM 2021), letta alla luce dell'idea di "strategia di riconfigurazione continua" (McGrath 2013), diviene elemento alla base della capacità di competere e, al contempo, risposta a diversi fattori endogeni: digitalizzazione, crisi climatica e mercato. La capacità di riconfigurazione è, quindi, un elemento strategico per rispondere/anticipare le dinamiche eco-sistemiche. Per cogliere le quali, oltre ad una struttura organizzativa ed una mentalità in grado di supportare salti (discontinuità) nelle strategie, occorre abbandonare il presupposto di stabilità del proprio mondo/mercato.

È l'idea di progresso attraverso motori di generatività (Weinberger 2019), i.e. il motore a vapore o un computer, strumenti speciali con una pluralità di scopi, parte integrante delle nostre strategie di anticipazione e preparazione. Generatività è il termine usato da Zittrain (2008) per esprimere la facilità con cui uno strumento può essere usato per scopi diversi da quelli per i quali è stato progettato e realizzato. Come tale può essere piegato ad illustrare il processo di sviluppo dell'infrastruttura gas nazionale (ed Europea). Laddove l'interoperabilità è relativa al grado con cui elementi di sistemi diversi possono operare insieme (di fatto la rete gas è per definizione tale grazie al trasporto di vettori di energia), è il termine nato in ambito digitale di generatività, qui la capacità di uno strumento o di un sistema (un'infrastruttura) di essere usato in modo imprevisto, a poter spiegare la sfida di modernizzazione dell'infrastruttura gas del paese.

Il periodo pandemico ha causato un impatto significativo sul mercato mondiale del gas naturale. Per questo motivo qualsiasi riflessione sull'attuale momento, come anche sulle strategie di sviluppo, non può evitare di considerare il salto temporale dal 2019 alle stime per il post-Covid.

I dati al 2019 hanno visto raggiungere i minimi storici sul prezzo del gas naturale, e nel 2019 tale situazione di mercato è stata volano di ulteriori processi di *coal-to-gas switching* nel settore della generazione di energia elettrica (e.g. phase-out delle centrali a carbone italiane al 2025, SEN 2017). In termini numerici, su scala mondiale, il 2019 era stato caratterizzato da numeri record di crescita dei consumi (+2.3% sul 2018), della produzione (+3.5%) e delle vendite di GNL (Gas Naturale Liquefatto o LNG) (+13%) sulla base dell'impeto dato dal recepimento della Direttiva Europea sui Combustibili Alternativi (DAFI, D. Lgs. N.257 del 16/12/2016). In particolare, la crescita del mercato del GNL, svincolandosi dalla presenza fisica di infrastrutture di trasporto di linea, si offre come un'opportunità di apertura a scambi su mercati internazionali, non più zonali, oltre che ad una nuova interoperabilità (tecnologie GNL e gasdotti).

Dal punto di vista degli investimenti infrastrutturali, il 2019 si chiudeva con la definizione di contratti per il potenziamento dei collegamenti tra Russia, Cina ed Europa (Power of Siberia, Turkstream, Nord Stream 2, Trans Adriatic Pipeline) (*Global Gas Report 2020*).

L'andamento 2019, in nuce, era già il risultato del riconoscimento (avvenuto oltre un decennio prima) del ruolo fondamentale del "gas" per la decarbonizzazione nei settori *hard-to-abate*, oltre che del ruolo nelle tecnologie *power-to-X* di disaccoppiamento tra capacità di generazione da rinnovabili elettriche e la regolazione delle attuali reti elettriche.

L'arrivo della pandemia da Covid-19 ha creato uno shock al sistema energetico mondiale che non ha precedenti, con un crollo nella domanda di vettori energetici (il gas naturale in primis) causato dalla caduta nella domanda di energia elettrica, trascinata dal settore industriale. In Europa, la domanda di gas è scesa del 7% nei primi cinque mesi del 2020, rispetto allo stesso periodo 2019. Le misure di confinamento (*lockdown*) hanno iniziato a misurarsi sulla domanda di gas a partire dal mese di marzo, e nel mese di maggio la domanda era inferiore a quella dell'anno precedente dell'11%. In Italia, come in Spagna, il crollo nei consumi di gas è stato trainato dalla minore domanda di energia elettrica, quindi, dalla corrispondente riduzione dei consumi del parco di centrali termo-elettriche.

In Cina, l'impatto del virus sui consumi di gas è stato contenuto, la domanda di gas ad aprile 2020 è stata del 3.8% maggiore rispetto al 2019. Stesso andamento in contro-tendenza è stato registrato in Corea del Sud (+13% Q2 2020 sul 2019) ed India (+10% Q1 sul 2019).

Per quanto sia impossibile avere contezza di qualsiasi scenario post-Covid le attese mondiali, nel settore dell'energia e del gas, contano su di un rimbalzo. In particolare, la domanda di gas mondiale al 2040 dovrebbe crescere ad un tasso medio annuo dell'1,4%. Questa crescita sarà concentrata, geograficamente, nel quadrante Asia-Pacifico (con inclusione di Cina ed India) con un contributo atteso pari al 50% del totale, seguiti da medio-Oriente, Nord America ed Africa. Secondo queste stime (*Global Gas Report, 2020*), il gas naturale supererà il carbone come seconda fonte di energia primaria su scala mondiale. I principali settori interessati saranno il settore dei trasporti e quello industriale, oltre al settore energetico. In particolare, nel settore dei trasporti le attese di penetrazione rapida delle motorizzazioni a gas, in competizione con le quelle elettriche, sono il risultato della crescente attenzione al fattore ambientale anche nel settore del trasporto pesante (i.e. impiego del GNL nel trasporto via nave).

In Europa la domanda di gas sarà trainata dal settore energetico sotto l'impulso dei seguenti fattori: *phasing-out*, già ricordati, delle centrali nucleari ed a carbone; la crescente penetrazione delle rinnovabili elettriche (eolico e fotovoltaico). In particolare, questo ultimo fattore può rendere all'Europa, in generale, e all'Italia, in particolare, un ruolo di leadership orientata alla creazione di una competenza *end-to-end* dalle tecnologie di generazione di idrogeno verde (e grigio), all'adeguamento delle infrastrutture per il trasporto di miscele di idrogeno, metano e bio-metano, fino all'implementazione delle tecnologie presso gli usi finali (energia, trasporti, industria), anche attraverso alleanze strategiche.

Nei limiti della sola posizione infrastrutturale italiana, poi, si possono individuare i seguenti elementi strategici:

- a. la velocità con la quale si porteranno a termine i progetti di ammodernamento della rete;
- b. l'aggiornamento ed il riesame degli aspetti normativi, in particolare relativi al trasporto di miscele di idrogeno e gas naturale;
- c. il rafforzamento dell'integrazione con il sistema elettrico dagli accumuli delle fonti rinnovabili, fino alla microgenerazione/cogenerazione nelle abitazioni;
- d. la crescita dei consumi di gas nei trasporti sia in forma compressa (GNL) che liquida (GNL), liberando anche le potenzialità del biometano;
- e. la diversificazione le fonti e le rotte di approvvigionamento.

Da quanto emerge da comunicazioni sociali del gestore della rete gas (SNAM) l'obiettivo fondamentale è quello di raggiungere la neutralità delle emissioni al 2040, passando da una riduzione del 50% (rispetto al 2018) nel 2030. L'obiettivo è certamente ambizioso ma rimane comunque in linea con una serie di obiettivi strategici attualmente in fase di implementazione nel mondo. Basti pensare al fatto che il Regno Unito ha stabilito nel 2019 di raggiungere l'obiettivo emissioni zero al 2050 e che obiettivi simili sono stati indicati dal Piano Green Deal della EU. Per rimanere in Italia, importanti obiettivi di decarbonizzazione erano presenti nel PNIEC. Il perseguimento di tali obiettivi costituirà sicuramente una linea guida del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza al momento in fase di ri-definizione ma che conteneva nella sua forma originale importanti riferimenti ai processi di sostenibilità energetica.

Tali obiettivi verranno declinati da SNAM sia mantenendo l'interesse verso il trasporto di gas naturale utilizzando i gasdotti di recente (TAP) e storica realizzazione sia investendo in tecnologie di ammodernamento rete, sia investendo in tecnologie della transizione energetica quali il biometano e l'idrogeno verde, mantenendo un focus importante sul Gas Naturale Compresso o Liquefatto (GNC o GNL) come alternativa all'utilizzo di derivati del petrolio.

L'azienda inoltre puntualizza come i fattori ESG siano quelli fondamentali per la pianificazione degli investimenti.

Nella parte introduttiva del presente documento è stato evidenziato come la infrastruttura rete gas è relativamente giovane (attorno al 40% della vita utile) e che gli investimenti realizzati potrebbero garantire il rinnovo dell'intera rete in un periodo di circa 15 anni. Nel Piano attualmente in vigore si prevedono investimenti di circa 7.4 Mld € nel periodo 2020-24. È interessante notare come il piano 2020-2024 prevede un investimento medio di 1.8 Mld €/anno, con un notevole aumento rispetto ai valori misurati nel periodo 2010-2019 dove l'investimento era compreso tra 1 e 1.4 Mld €. Questo incremento è in accordo con gli auspici del Piano Colao che prevedeva alla scheda n. 24 la estensione concordata delle concessioni nei settori delle infrastrutture (inclusa la rete gas) a valle di importanti investimenti che consentano di raggiungere gli obiettivi del Green Deal.

Sembra essere particolarmente interessante lo sforzo verso l'ammodernamento della rete in ottica *hydrogen ready* e sulla digitalizzazione per fronteggiare una probabile richiesta di trasporto di ingenti quantità di idrogeno sulla infrastruttura gas. Ciò a seguito della implementazione della Strategia Europea dell'Idrogeno che prevede la installazione di 80 GW di elettrolizzatori in UE, Nord Africa e Ucraina con la necessità di trasporto di ingenti quantità di idrogeno in pipelines attraverso tutto il territorio dell'Unione. A oggi SNAM dichiara di avere circa il 70% della infrastruttura in grado di trasportare idrogeno anche se in modalità blended con gas naturale in percentuali ancora abbastanza ridotte (max 20% in tratte molto limitate).

Sulla digitalizzazione sono previsti investimenti pari a 500 Mil € in 4 anni con focus su analisi consumi, stato rete, manutenzione predittiva

- a. Una parte di investimenti pari a circa il 10% del totale viene destinato ad attività che sono fuori dal business tradizionale del gestore di rete gas, quali le tecnologie della transizione energetica: biometano investimento di 220 Mln in 4 anni con l'obiettivo di realizzare impianti per 64 MW di produzione elettrica;
- b. efficienza energetica nel settore residenziale, industriale e pubblica amministrazione, con investimenti pari a 200 Mln in 4 anni;
- c. sostegno alla mobilità sostenibile basata su combustibili alternativi (idrogeno e GNC e GNL) con realizzazione di impianti di rifornimento, con un investimento pari a 150 Mln in 4 anni;
- d. idrogeno con investimenti pari a 150 Mln nel periodo e focus su sostegno a nuove tecnologie con investimenti in società all'avanguardia tecnologica per produzione di elettrolizzatori e celle a combustibile (quali De Nora per elettrolizzatori alcalini e ITM power per elettrolizzatori a membrana polimerica) e piani di intervento sul settore mobilità.

Volendo trarre le conclusioni, il piano di investimenti sembra introdurre interessanti prospettive in termini di incremento dell'entità delle somme e della diversificazione degli asset.

Per quanto concerne la prospettiva idrogeno, l'interesse SNAM nel settore è abbastanza noto, grazie anche a una efficace strategia di comunicazione. L'azienda si sta muovendo lungo la duplice linea di miglioramento della rete per renderla *hydrogen ready* (ma non al momento 100% hydrogen) e sullo *scouting* di tecnologie di produzione di idrogeno di tipo green, cioè prodotto da rinnovabili. Tale azione ha lo scopo di individuare tecnologie brevettabili in possesso di start-up e spin-off universitari che abbiano la potenzialità di uno *scale-up* verso livelli di maturità tecnologica e di produzione di idrogeno in scala industriale.

Gli investimenti in questo settore hanno anche riguardato l'acquisizione di quote di società oramai affermate sul mercato quali ITM Power di cui SNAM dichiara una partecipazione azionaria pari al 33% del capitale e che sta realizzando un impianto di grandi dimensioni (10 MW) e asservito ad una raffineria basato sull'impiego di elettrolizzatori di tipo PEM.

D'altra parte, bisogna tenere conto che la massiccia produzione di idrogeno verde richiede un notevole assorbimento di energia da fonte rinnovabile che non sarebbe più disponibile per gli usi tradizionali.

Ancorché fuori dal perimetro di gestione della rete gas, il sostegno a politiche di produzione di idrogeno blu, prodotto cioè dal reforming del gas naturale secondo lo standard largamente applicato oggi, ma con la cattura della CO<sub>2</sub> prodotta, potrebbe condurre nel breve medio termine (al 2025) alla disponibilità di quantità di idrogeno molto interessanti e in grado di costituire una importante e redditizia quota di idrogeno nel blending di gas trasportato dalla rete SNAM. Si segnala che l'interesse verso la produzione di idrogeno verde e la realizzazione di infrastrutture di stoccaggio della CO<sub>2</sub> erano espressamente segnalate nel piano Colao alla scheda n.30.

### Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (2015), *The eco-modernist manifesto*.
- AA. VV. (2017), *Strategia energetica nazionale 2030*, MISE.
- AA. VV. (2019), *Piano Nazionale Integrato Energia e Clima*, MATTM, MISE, MIT.
- AA. VV. (2020), *Global Gas Report 2020*, Snam, IGU e BloombergEF.
- Arthur B. (2009), *The Nature of Technology: What It is and How It Evolves*, Simon and Schuster, New York.
- Brynjolfsson E., A. McAfee (2015), *La nuova rivoluzione delle macchine*, Feltrinelli, 2015.
- McGrath R.G. (2013), *La fine del vantaggio competitivo*, ROI Edizioni, Milano.
- McLuhan (1964), *Understanding Media: The Extensions of Man*.
- SNAM (2020), *Comunicato Stampa, Piano investimenti 2020-2024*.
- Weinberger D. (2020), *Caos quotidiano*, Codice Edizioni, 2020.
- Zittrain J. (2008), *The Future of the Internet and How to Stop It*, Yale University Press.



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE

*Cristiana Piccioni e Marco Antognoli*

La situazione emergenziale, indotta da una pandemia senza precedenti che da oltre un anno sta affliggendo l'umanità intera, con pesanti ripercussioni sanitarie, economiche e sociali è il filo conduttore delle indicazioni programmatiche del nuovo Governo. L'impegno, cui fa riferimento il Presidente Draghi, impone di prendere decisioni rapide in merito a tematiche strategiche tra cui rientra l'Alta Velocità (AV) italiana. In tale contesto, ciò significherebbe dare nuova linfa ad un progetto iniziato dodici anni or sono e che ad oggi conta quasi 1.100 km di rete operativa (cfr. Piano Commerciale, 2021) destinata al traffico passeggeri.

Qualche dato caratterizzante: a fronte di un costo di infrastrutturazione unitario (milioni di euro/km) più che doppio rispetto agli altri paesi europei, la rete AV italiana è al sedicesimo posto, nel ranking mondiale, per copertura territoriale (km di linea/km<sup>2</sup>) ed al settimo posto in termini di velocità commerciale del materiale rotabile (300km/h). A scala europea è quarta per estensione delle linee AV, dopo Spagna, Francia e Germania. Se, poi, si considera l'estensione in termini % della rete AV rispetto al totale, l'Italia guadagna il terzo posto (~6,50%) seguendo, benché a distanza, la Spagna (~24%) e la Francia (~10%).

Un progetto, quello dell'AV italiana, oggi più che mai essenziale per la sussistenza economico-finanziaria e per la sostenibilità ambientale e sociale del nostro Paese. Un progetto molto ambizioso, se si tiene anche conto delle opportunità di trasferimento del know-how tecnologico incoraggiate da una strategia di internazionalizzazione improntata su vasta scala da Rete Ferroviaria Italiana (RFI), Gestore dell'infrastruttura ferroviaria nazionale.

Il progetto formativo ed innovativo intrapreso da RFI negli anni appare, comunque, congruente con i principali obiettivi strategici delineati dall'attuale Governo per supportare la ripresa del sistema Paese.

Il Piano Commerciale 2021-2024 di RFI si articola in 3 aree di business: trasporto pubblico locale, lunga percorrenza e trasporto merci. Gli interventi per il trasporto locale hanno l'obiettivo di migliorare gli standard di qualità per il rilancio del settore, in particolare nelle grandi aree metropolitane. Le misure previste sono volte, tra l'altro, a potenziare l'integrazione ferro-gomma, incrementare la capacità delle linee sature e dei nodi, risolvere le principali interferenze tra flussi sugli impianti critici, velocizzare le tratte extraurbane, sviluppare i punti di interscambio urbani e migliorare l'accessibilità alle stazioni, incrementare la regolarità dei servizi implementando nuove tecnologie in linea e in stazione.

Gli investimenti sulla rete di Lunga Percorrenza, indirizzati al miglioramento delle prestazioni della rete, sono principalmente orientati all'upgrading prestazionale, allo sviluppo della rete AV/AC (Alta Velocità/Alta Capacità) ed alla velocizzazione dei tratti antenna AV. Gli interventi sul trasporto merci, infine, perseguono l'obiettivo di potenziarne i corridoi ferroviari, nonché i principali terminali terrestri e portuali e i relativi collegamenti.

Coerentemente con gli obiettivi strategici del Governo Draghi, il focus viene qui posto sulla rete passeggeri a lunga percorrenza, con particolare riferimento agli investimenti sulla rete AV.

Gli investimenti vengono prevalentemente finanziati attraverso il Contratto di Programma 2017-2021 stipulato con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT). Tale strumento regola i reciproci obblighi e disciplina le modalità di finanziamento dello Stato per la gestione dell'infrastruttura ferroviaria.

Il programma si articola in 2 fasi: la prima fissa il suo orizzonte temporale entro il 2024, la seconda va oltre tale anno. A seguire si propone una sintesi degli interventi previsti nelle 2 fasi con l'indicazione del costo dell'opera e della % di fondi impiegati fino al 2019, il che costituisce un indice dello stato di avanzamento progettuale.

Le opere da realizzare entro il 2024 prevedono:

- a. *Upgrade linea direttissima Roma-Firenze*: prevista la sostituzione del sistema di segnalamento con l'installazione dell'ERTMS L2, ed il rinnovo degli apparati di stazione. Il programma comprende interventi di upgrade infrastrutturale sulla linea, localizzati nella tratta PC S. Donato-I bivio Orte Nord, con lavori di armamento, trazione elettrica ed opere d'arte. Il progetto consentirà di migliorare le prestazioni della linea in termini di regolarità, a fronte della riduzione dei guasti infrastrutturali agli impianti di sicurezza e segnalamento.  
Costo dell'opera 550 mln €; % di fondi impiegati: 35%.
- b. *Tratta Treviglio-Brescia, Linea AV-AC Milano-Venezia*: rifacimento della stazione di Brescia e esecuzione di interventi propedeutici all'adeguamento del modulo dell'impianto a 750 metri con velocizzazione dei principali itinerari per il flusso merci e viaggiatori e l'attrezzaggio con sistema ERTMS L2.  
Costo dell'opera 2.050 mln di €; % di fondi impiegati: 89%.
- c. *Itinerario Napoli-Bari*: realizzazione di una variante all'attuale linea Napoli-Cancello per una lunghezza complessiva di 15,5 km, passando dalla stazione AV di Napoli Afragola; raddoppio e velocizzazione della linea storica tra Cancello-Frasso Telesino e Frasso Telesino-Vitulano.  
Costo dell'opera 277,56 mln di €; % di fondi impiegati: 19%.
- d. *Linea AV-AC terzo valico dei Giovi e allaccio al nodo di Genova*: realizzazione di 53 km di nuova linea, oltre le interconnessioni, di cui 37 km in sotterranea (la nuova galleria di Valico a doppia canna avrà un'estesa di 27 km). Prevista un'interconnessione a Novi Ligure per le relazioni verso Torino/Francia. La linea terminerà presso l'attuale stazione di Tortona dove il progetto, ad oggi approvato, prevede un innesto a raso sulla linea Alessandria-Tortona. L'intervento ha una duplice valenza: permetterà una riduzione del tempo di viaggio per i passeggeri tra Torino/Milano e Genova; consentirà, altresì, il trasporto dei semirimorchi e dell'autostrada viaggiante nonché treni lunghi fino a 750m. Prevista l'installazione dell'ERTMS L2.  
Costo dell'opera 6.853,03 mln di €, % di fondi impiegati: 29%.
- e. *Nuova stazione di Foggia AV*: la fermata Foggia AV sarà ubicata al km 4+000 della linea Foggia-Potenza/Napoli, nell'area Sud-Ovest della città. Essa consentirà ai treni AV provenienti dalla Puglia e diretti a Napoli/Roma di servire il capoluogo con un guadagno di 11 minuti sui tempi di percorrenza. In una fase 2 d'intervento (non ancora finanziata) è prevista per la trasformazione di Foggia AV in una stazione a quattro binari.  
Costo dell'opera 20 mln di €; % di fondi impiegati: 0%.

Le opere da realizzare oltre il 2024 invece prevedono:

- a. *Tratta Brescia-Verona, Linea AV-AC Milano-Venezia*: intervento è suddiviso in tre lotti funzionali:
  - “Brescia Est - Verona” (esclusi nodi di Brescia e Verona), di estensione pari a 46 km;
  - “Nodo di Verona Ovest”, con interventi funzionali all’ingresso della tratta AV nel nodo di Verona Porta Nuova;
  - “Quadruplicamento in uscita Est da Brescia” (10 km di estesa).

Il collegamento veloce MI-VE, consentirà di ridurre i tempi di percorrenza, eliminare le interferenze con gli altri servizi presenti e migliorare la regolarità dei servizi. Prevista l’installazione dell’ERTMS L2.  
Costo dell’opera 3.430,00 mln di □; % di fondi impiegati: 2,5%.
- b. *Tratta Verona-Padova, Linea AV-AC Milano-Venezia*: intervento articolato in 3 distinti lotti funzionali, dei quali i primi 2 (da Verona a Bivio Vicenza e l’attraversamento di Vicenza) velocizzeranno ulteriormente il collegamento MI-VE. Nell’ambito degli interventi è previsto il completamento del Nodo di Verona. Prevista l’installazione dell’ERTMS L2.  
Costo dell’opera 3.888 mln di □; % di fondi impiegati: 1,3%.
- c. *Nuovo Valico del Brennero*: realizzazione di un nuovo tunnel di base tra Innsbruck e Fortezza, per un estesa di 56 km, da connettersi alle opere realizzate in territorio austriaco. L’opera sarà realizzata a doppia canna, attrezzata ERTMS L2 e con una velocità di progetto per i treni viaggiatori > 200 km/h. Ciò permetterà di ridurre fino a 25 minuti i tempi di percorrenza Innsbruck-Fortezza.  
Costo dell’opera 4.192 mln di □; % di fondi impiegati: 23%.
- d. *Direttrice annessa al Nuovo Valico del Brennero*: gli interventi, suddivisi in più lotti funzionali, prevedono modifiche infrastrutturali prioritarie ed il quadruplicamento della linea dal sud di Fortezza a Verona per 180 km, con realizzazione di uno “shunt” dell’abitato di Bolzano, 2 bypass degli abitati di Trento e Rovereto per il transito delle merci e l’ingresso da Nord nel nodo di Verona. Nelle singole tratte è prevista l’installazione dell’ERTMS L2.  
L’opera, ottimizzando la capacità del nuovo tunnel del Brennero, eliminerà i «colli di bottiglia» sul relativo asse. La separazione dei flussi merci da quelli passeggeri consentirà, inoltre, il miglioramento della regolarità sull’intera linea.  
Costo dell’opera 4.929 mln di □; % di fondi impiegati: 0,08%.
- e. *Linea Napoli-Bari*: il programma d’intervento è ripartito in sub-progetti indipendenti:
  - raddoppio in variante (47 km di linea) della tratta Apice-Orsara, di cui 80% in galleria, e realizzazione della nuova stazione di «Irpinia»;
  - Raddoppio in variante della tratta Orsara - Bovino.

Costo dell’opera 4.432,95 mln di □; % di fondi impiegati: 0,07%.
- f. *Nodo AV di Firenze*: il tratto urbano della nuova linea alta AV, lungo oltre 9 km, si sviluppa per 7 km in sotterranea con 2 gallerie parallele. Lungo il tracciato sotterraneo, verrà costruita la stazione AV, con funzione di hub intermodale connesso con l’aeroporto e la stazione di S. Maria Novella (tramite una fermata dedicata «Stazione AV» lungo la nuova linea tramviaria 2 Piazza dell’Unità-Aeroporto Peretola).  
L’intervento volto a separare i flussi di lunga percorrenza da quelli regionali, evitando ogni tipo di interferenza tra le due offerte di servizio, permetterà di liberare capacità per lo sviluppo del sistema metropolitano di Firenze incrementando, al contempo, la regolarità del nodo nel suo insieme. Nel Passante è prevista l’installazione dell’ERTMS L2,

senza soluzione di continuità rispetto alle linee AV Bologna-Firenze e Firenze-Roma. Costo dell'opera 1.612,06 mln di €; % di fondi impiegati: 50%.

- g. *Linea Torino-Lione* (parte italiana): nuovo collegamento destinato ad un traffico di tipo misto (viaggiatori e merci) che - a fronte della costruzione del nuovo tunnel transfrontaliero, di una nuova tratta in accesso al nodo di Torino e all'adeguamento della linea storica Bussoleno-Avigliana - efficienterà il flusso delle merci e ridurrà i tempi di viaggio per il traffico passeggeri nella tratta Milano/Torino - Lione. Nel giugno 2019 TELT ha avviato l'*avis de marché* (invito a presentare le candidature) per un importo stimato di 2.300 mln di €. Lo stato di avanzamento delle gallerie è di 28,5 km (17% dell'opera), di cui 8,5 km afferenti al tunnel di base.

Le opere programmate, una volta ultimate, consentiranno di estendere i servizi AV all'asse Milano-Venezia, di realizzare il collegamento con Genova e di raggiungere Bari. A completamento del quadro infrastrutturale del prossimo futuro, i valichi alpini del Brennero e la Torino-Lione, nel garantire una maggiore interconnessione della rete ferroviaria ed incentivare lo sviluppo di nuovi traffici sul corridoio Scandinavo-Mediterraneo, aumenteranno il potenziale competitivo del sistema della mobilità nazionale in Europa.

A fronte della programmazione strategica degli investimenti nel medio e lungo periodo vale, comunque, la pena di sottolineare come:

- a. dei 5 interventi da completare entro il prossimo triennio, solo uno presenti una percentuale di fondi impiegati dell'89%, seguito a distanza dagli altri con percentuali comprese tra il 35% e lo 0%;
- b. la maggior parte degli interventi con un orizzonte temporale oltre il 2024, è caratterizzata da un impiego dei fondi inferiori al 15%, eccezion fatta per il nodo di Firenze (50%) ed il valico del Brennero (23%).

Ciò porta a riflettere sul fatto che sebbene l'ingente quantità di investimenti confermi la chiara volontà di ampliare e rinnovare la rete AV appare, tuttavia, necessario definire meglio una scala prioritaria d'intervento, al fine di erogare i finanziamenti programmati secondo tempistiche certe, minimizzando in tal modo i ritardi connessi alla realizzazione delle opere.

## Riferimenti bibliografici

<https://www.rfi.it/it/rete/la-rete-oggi.html>

<https://www.regione.piemonte.it/>

MIT, Aggiornamento 2018/2019 al CdP 2017-2021, parte investimenti.

RFI (2021), Piano Commerciale, ed. febbraio.

## 6.

# INFRASTRUTTURE IDRICHE E CICLO INTEGRATO DELLE ACQUE

*Francesco Napolitano*

Le infrastrutture idriche e il ciclo integrato delle acque possono fungere da volano di rilancio e da catalizzatore di politiche di transizione digitale, energetica, ambientale. Considerate le attività economiche per le quali l'acqua rappresenta un input produttivo primario<sup>1</sup> e le sette fasi del ciclo idrico integrato<sup>2</sup>, risulta che l'acqua contribuisce a 287,2 miliardi di euro di valore aggiunto in Italia; il 17,4% del pil italiano non potrebbe essere generato senza la risorsa acqua<sup>3</sup>.

Per migliorare la sostenibilità ambientale del Paese è necessario favorire: il passaggio all'economia circolare; la gestione virtuosa dei rifiuti; il riutilizzo delle acque reflue, nel campo sia delle infrastrutture sia delle aziende; la tutela del territorio e dell'ambiente, mitigandone il rischio idrogeologico, preservando aree verdi ed ecosistemi, contrastando il consumo del suolo, l'abusivismo edilizio e l'inquinamento.

La circolarità lungo la filiera estesa dell'acqua in Italia potrebbe essere conseguita mediante investimenti per: l'ammmodernamento delle infrastrutture di raccolta e distribuzione della risorsa; la valorizzazione dei fanghi di depurazione come fonte di energia primaria e secondaria; l'installazione di bacini di raccolta dell'acqua piovana per usi non domestici e per usi produttivi delle aziende manifatturiere; l'istituzione di un sistema di monitoraggio della qualità dell'acqua una volta depurata e re-immessa in circolo nelle fonti naturali; adeguamenti tariffari, semplificazione normativa del codice degli appalti, *best practice* tecnologiche legate al mondo dell'acqua, collaborazione virtuosa tra grandi e piccole imprese all'avanguardia nel settore, incubatori d'impresa.

Le bozze del piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) circolate nel 2020 e nei primi due mesi del 2021, riconoscevano le carenze del servizio idrico ma allocavano risorse inferiori ai fabbisogni.

L'acqua e i rifiuti sono candidati naturali ed ideali per mettere in atto un PNRR incisivo per le seguenti ragioni:

- a. sono centrali nella visione "green", assicurando benefici per le future generazioni, come testimoniato dall'attenzione che l'Unione europea dedica alla transizione verde;
- b. sono raccomandati in modo specifico della Commissione Ue all'Italia, con la richiesta di concentrare gli investimenti sulla transizione verde e digitale e, in particolare, nella gestione dei rifiuti e delle risorse idriche;

---

1 Settore agricolo, industrie caratterizzate da un volume di prelievi di acqua e/o un'intensità di utilizzo di acqua superiore rispetto alla media dell'industria manifatturiera (industrie idrovore) e settore energetico.

2 Captazione, potabilizzazione, adduzione, distribuzione, fognatura, depurazione e riuso) e i fornitori di input per il funzionamento della filiera (provider di tecnologia e software e fornitori di macchinari e impianti).

3 Dati elaborati dalla Fondazione The European House, Ambrosetti (Libro Bianco. Valore Acqua per l'Italia, 2020).

- c. sono eleggibili per interventi di partenariato pubblico-privato co-finanziati dai prestiti e dalle garanzie a valere sulle risorse di *Next Generation EU*, quindi possono mobilitare anche investimenti privati a integrazione della componente pubblica;
- d. possono contare su una regolazione economica consolidata, una autorità indipendente (Arera), in grado di monitorare la realizzazione delle opere e assicurare che i prestiti ricevuti possano essere restituiti dal sistema tariffario.

Pur tuttavia, proprio questi due ambiti di intervento, centrali per la qualità della vita delle generazioni presenti e future, sembravano trascurati dalle bozze di PNRR, così come emergeva dal documento approvato dal precedente Governo e poi trasmesso al Parlamento.

Sui rifiuti vi erano alcuni investimenti, per 4,5 miliardi di euro, sulla raccolta e il riciclo dei rifiuti, con le finalità di agevolare i materiali prodotti dal riciclo e accelerare la realizzazione degli impianti che mancano, di cui 0,8 miliardi per la transizione ecologica nel Mezzogiorno, con progetti ancora da individuare.

Sulla gestione dell'acqua venivano previsti investimenti per 4,38 miliardi di euro, in gran parte per le infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento (dighe, invasi, grandi schemi idrici, ecc.), di cui 0,52 miliardi di euro per l'utilizzo di acqua in agricoltura, e 0,9 miliardi di euro per gli acquedotti e la digitalizzazione delle reti, solo 0,6 miliardi di euro per fognature e depuratori.

All'interno del PNRR si evidenziavano carenze e criticità presenti nella macchina amministrativa ed esecutiva, dalla pianificazione alla attuazione dagli interventi sulle infrastrutture idriche, così come le difficoltà nella realizzazione degli interventi di fognatura e dei depuratori mancanti, che già ci costano centinaia di milioni di euro all'anno di sanzioni per il mancato rispetto delle direttive UE dei primi anni Novanta.

Il deficit infrastrutturale che caratterizza i segmenti di fognatura e depurazione è, infatti, all'origine delle procedure di infrazione comunitaria che interessano, con gradi diversi, le aree del Paese. L'Italia risulta infatti assoggettata a quattro procedimenti di infrazione per il mancato o non adeguato rispetto della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane.

Sul fabbisogno attuale, necessario per progetti e interventi finalizzati a ridurre perdite idriche, a garantire continuità della fornitura e a migliorare la qualità dell'acqua destinata al consumo umano, l'Ente regolatore Arera, a partire dalle indicazioni di regioni e comuni, ha stimato un costo complessivo pari a 10 miliardi di euro. Si tratta solo di una parte delle opere necessarie e non contempla i fabbisogni legati alla mitigazione degli effetti del cambiamento del clima, agli inquinanti emergenti e alla pressione dell'uomo sull'ambiente.

Visti da questa prospettiva, i 4,38 miliardi di euro che erano stanziati nella bozza di PNRR erano ampiamente insufficienti, rischiavano di amplificare il divario già esistente tra le diverse zone del Paese, favorendo i territori nei quali: le condizioni di partenza sono migliori; maggiore è la capacità di programmazione; gli operatori sono in grado di realizzare le opere in tempi certi.

Mentre il Mezzogiorno continuerebbe a essere penalizzato dalla frammentazione gestionale e dalla penuria di operatori industriali, unita alla fragile governance locale.

Per sopperire alle criticità croniche di questi territori, che pagano un prezzo elevato in termini di qualità del servizio, andrebbe pensato un percorso innovativo di tipo istituzionale in grado di responsabilizzare le classi dirigenti e rendere maggiormente attrattivi quei territori a forte vocazione turistica. Occorrerebbe, pertanto, inserire all'interno del PNRR una iniziativa di forte valenza simbolica nazionale per recuperare il divario accumulato dal Sud e dalle Isole su questi temi.

Anche sulla gestione dei rifiuti, dalla bozza di PNRR non emergeva un disegno strategico di respiro: mancavano risposte alle criticità esistenti (penuria di impianti), soprattutto al Cen-

tro-Sud, un export di rifiuti in crescita anziché in diminuzione, a valorizzare il contributo dei rifiuti alla decarbonizzazione, a sostenere la bonifica dei siti contaminati e la simbiosi industriale, a prevedere impianti per gestire i rifiuti organici delle raccolte differenziate e i fanghi prodotti nei depuratori.

Sia per favorire una visione strategica complessiva, sia per monitorare e certificare interventi in entrambi i settori, l'ente regolatore ARERA dovrebbe essere coinvolto per verificare la programmazione degli interventi su cui poggiano gli aggiornamenti tariffari e gli obiettivi di qualità tecnica del servizio, l'efficacia del Piano delle opere strategiche e il monitoraggio dello stato di attuazione degli interventi ricompresi nella sezione "Acquedotti" del Piano nazionale di interventi nel settore idrico, e, infine, per certificare i costi delle opere afferenti ai settori di propria competenza, recependo l'indicazione della Commissione europea sull'individuazione di un organismo pubblico e indipendente.

Sicuramente, al fine di garantire la sostenibilità delle risorse naturali (acque interne, marine, suolo, aria e foreste), è necessario affrontare le criticità relative allo stato di conservazione e alle politiche di gestione delle risorse stesse, concentrandosi in tutte quelle azioni atte a minimizzare l'inquinamento di acqua, suolo e aria, massimizzare l'efficienza idrica, ridurre lo stress idrico e assicurare una gestione integrata di tutte le risorse idriche.

Occorre trovarsi preparati, sia dal punto di vista della competenza e della professionalità del capitale umano all'interno dei Soggetti Istituzionali, sicuramente un'area sulla quale indirizzare una forte azione di formazione e rinnovamento, sia dal punto di vista di capacità progettuale, a fornire le risposte più adeguate al Governo, che ha posto come priorità della propria agenda politica il rilancio e la modernizzazione delle infrastrutture idriche del Paese.

Anche in relazione allo "sviluppo territoriale e urbano, che deve essere capace di stimolare la piena espressione del potenziale economico, sociale ambientale, culturale delle città, riequilibrando le relazioni tra i territori di cintura e interni, e invertendo le tendenze allo spopolamento", i Consorzi di Bonifica e i Gestori del servizio idrico integrato potrebbero avere un ruolo preminente nelle scelte di programmazione e pianificazione, in quanto possono essere gli Enti che, dal punto di vista idraulico, possono indirizzare, dal punto di vista tecnico, le scelte connesse all'implementazione delle misure e opere necessarie per il rispetto dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica sul territorio, contribuendo in modo significativo alla realizzazione di aree urbane sostenibili ed efficienti e di comunità e territori resilienti, capaci di prevenire e affrontare adeguatamente i rischi naturali e antropici.

Il concetto di resilienza sta assumendo un'importanza crescente per un sistema Paese, in quanto riguarda il sistema economico, quello energetico, le infrastrutture IT, il servizio idrico, l'ecosistema ecologico e il sistema urbano. Per la trasversalità in molti di questi aspetti, il ruolo della risorsa acqua si può considerare cardine nel garantire resilienza a 360 gradi.

Il concetto di Industria 4.0 inteso come "approccio strategico all'integrazione di sistemi di controllo avanzati basati su Internet che permettono alle persone e alle macchine di connettersi in qualsiasi momento, ovunque, con chiunque e qualsiasi cosa in un unico sistema complesso" può declinarsi nel settore delle risorse idriche con il termine Water 4.0.

Si tratta di termini che descrivono la trasformazione digitale industriale caratterizzata dall'avvento di dispositivi intelligenti e la disponibilità di dati per un efficace processo decisionale, combinando insieme sia il mondo fisico che quello virtuale.

Le tecnologie ICT consentono di migliorare la gestione delle risorse idriche, sviluppare sistemi intelligenti di monitoraggio, gestione, misura, conoscenza a supporto delle decisioni, e avere anche maggiore consapevolezza dei consumi e del valore dell'acqua.

La digitalizzazione permette di sviluppare un'industria idrica votata all'uso efficiente della risorsa e alla resilienza, ossia capace di rispondere alle sfide attuali e future cui il settore è esposto.

Aspetti delicati che ricadono in modo significativo sui sistemi idrici, sui contesti urbani e sui cittadini.

A questi indirizzi dovrebbero puntare gli interventi a sostegno del PNRR, solo così il Recovery Fund potrà chiudere i divari infrastrutturali tra i territori, che poi sono divari sociali e di competitività del tessuto produttivo.

L'individuazione dei progetti da inserire nel PNRR, e ritenuti eleggibili da parte dell'UE, è il vero problema da affrontare: in Italia abbiamo ormai abdicato da decenni alla cultura di dotarci nelle stazioni appaltanti di un "cassetto pieno di progetti" in assenza di fonti di finanziamento certe, con il risultato di essere rassegnati sempre a dover rincorrere i finanziamenti con i progetti, limitandoli al finanziamento ricevuto, e con il paradosso finale di non riuscire neanche a spendere in tempo i finanziamenti ricevuti a causa dei tempi di realizzazione delle opere eccessivamente lunghi.

L'iter di attuazione di un intervento riguardante il Servizio Idrico Integrato (SII), infatti, si compone di diverse fasi ed è soggetto a: disposizioni sul procedimento amministrativo; normative statali e regionali in materia di contratti pubblici, che governano i modi e i tempi di espropriazioni, atti urbanistici, pareri dei beni culturali e paesaggistici; il tutto nel quadro non sempre agevolante della disciplina dei c.d. settori speciali.

Il processo di realizzazione di un intervento può essere sintetizzato nella fase della progettazione, dell'affidamento dei lavori, dell'esecuzione, del collaudo ed entrata in esercizio dell'opera.

Il Rapporto 2018 sui Tempi di attuazione e di spesa delle opere pubbliche<sup>4</sup> dà un'idea circa i tempi occorrenti all'espletamento delle diverse fasi e all'attraversamento (i tempi morti tra le diverse fasi) tra di esse. Il tempo medio di attuazione delle opere infrastrutturali è pari a 4,4 anni, ma aumenta in misura progressiva (indifferentemente dalle fasi procedurali considerate) al crescere del valore economico dei progetti.

Il settore del ciclo integrato dell'acque si connota come quello dai tempi più lunghi, secondo solo agli interventi infrastrutturali nel settore trasporti. Le opere legate alla gestione delle risorse idriche hanno tempi medi di attuazione complessivi di 5,3 anni<sup>5</sup>, mentre quelle relative allo smaltimento dei reflui durano in media 4,9 anni<sup>6</sup>, con durate direttamente proporzionali agli importi delle opere.

Data la situazione di stallo di appalti e cantieri innescata dalla pandemia da Covid-19 e la necessità di ripensare l'intero iter delle opere pubbliche, un recente intervento governativo ha inteso adottare misure volte a una semplificazione delle procedure in materia di contratti pubblici ed edilizia, nel rispetto dei presidi di legalità (Decreto Legge n.76/2020, convertito, con modificazioni, in legge n. 120/2020).

Nonostante ciò, si è del parere che occorra fare ancora di più: ampliare il perimetro delle semplificazioni, favorire il rilascio delle diverse autorizzazioni, rimuovere gli atteggiamenti ostativi degli enti locali, accelerare le diverse fasi di gara, rendere strutturali le semplificazioni introdotte giungendo ad un cambio di paradigma: le procedure dovranno essere viste come un mezzo e non come il fine ultimo.

In considerazione della difficoltà di ricorrere alla politica così detta dei due tempi (individuazione delle criticità da risolvere con le relative priorità, e solo dopo procedere all'aggiudicazione dei lavori), occorrerebbe procedere secondo due strade distinte. La prima, di natura conservativa, inserendo tutti quei lavori di ammodernamento delle grandi reti di approvvigionamento, degli invasi, degli impianti di trattamento delle acque e dei rifiuti, già programmati e per i quali la fase

4 redatto dal NUVEC - Sistema Conti pubblici territoriali dell'Agenzia per la Coesione

5 Rispettivamente 2,8 per la progettazione, 0,7 per l'affidamento e 1,8 per l'esecuzione.

6 2,5 la progettazione, 0,5 l'affidamento e 1,9 l'esecuzione.

di progettazione sia stata già espletata in buona parte; la seconda, maggiormente visionaria, in cui esplorare la possibilità di finanziare, in un'ottica di manutenzione diffusa dei presidi idraulici e idrogeologici sul territorio e all'interno delle città, diversi "Piani pluriennali di efficienza idraulica", a livello regionale, nei quali inserire e pianificare tutti quegli interventi di entità modesta che concorrerebbero a mitigare il rischio idraulico in modo significativo.

## Riferimenti bibliografici

- Ballabio A., D. Berardi, N. Valle (2021), *Il PNRR delude su Acqua e Rifiuti*, lavoce.info.
- Comitato di Esperti in Materia economica e sociale (2020), *Iniziative per il Rilancio dell'Italia 2020-2022*, Rapporto per il Presidente del Consiglio dei Ministri, Roma, giugno.
- Direzione studi e Ricerche (2017), *Le Risorse Idriche nell'ambito della Circular Economy*, Intesa Sanpaolo.
- Mazzola M.R. (a cura di) (2020), *Acqua per Tutti. Investimenti nel Comparto Idrico e Ruolo dei Soggetti Industriali*, ASTRID n. 75.
- REF Ricerche (2020):
- Il Servizio Idrico nel Post COVID-19*, Laboratorio n. 156.
- Riduzione dei Tempi delle Opera Idriche: Quali orientamenti?*, Laboratorio n. 162.
- REF Ricerche (2021), *La Rivoluzione Digitale nel Servizio Idrico Integrato*, Laboratorio n. 173.
- The European House Ambrosetti (2020), *Libro Bianco: Valore Acqua per l'Italia - 1ª edizione*.
- Utilitalia e Utilitatis (a cura di) (2019), *Blue Book. I Dati sul Servizio Idrico Integrato in Italia*, Roma.



## RETI DIGITALI A BANDA LARGA. LA SFIDA 5G

*Roberto Cusani*

L'importanza del settore delle telecomunicazioni (TLC) nella civiltà moderna è ben nota. Basti pensare alla radio, alla televisione, alla telefonia su filo e poi al radiomobile cellulare, alle reti per lo scambio dato tra computer e per la trasmissione di voce, immagini, video, poi unificata in un *unico* standard mondiale, cioè Internet.

A partire dal GSM i telefoni radiomobili sono digitali e vedono crescere la loro capacità di elaborazione, di memoria e di scambio dati con l'esterno. Nascono gli smart-phone, con potenze di calcolo e dimensioni di memoria non lontane da quelle dei personal computer (PC).

Nel recente periodo di *coronavirus* il mondo delle TLC ha assunto un rilievo ancor maggiore anche per i non-esperti del settore. La didattica a distanza (DAD), le videochiamate, lo *smart working*, la diffusione dei *social network*, i videogiochi in rete, etc. sono entrati prepotentemente nelle case di noi tutti. Di conseguenza almeno tre generazioni (genitori, nonni, figli) si sono impegnate per accrescere le proprie conoscenze nel campo dell'informatica e delle TLC al fine di utilizzare i mezzi informatici e telematici.

La crescente digitalizzazione nelle strutture sia pubbliche che private genera indubbi benefici e le reti di TLC costituiscono l'indispensabile strumento per tale scopo.

Le moderne reti di TLC non solo permettono il trasferimento di dati tra computer remoti tramite Internet, ma forniscono anche una nuova *concezione globale* in cui il terminale (laptop, smart-phone, personal computer, etc) si fonde da un lato con la rete e dall'altro con l'utente. Si pensi ad esempio al *cloud computing*, che permette in qualunque momento e in qualunque luogo di ricreare il proprio abituale ambiente di lavoro o di svago. Oppure agli algoritmi di *Intelligenza artificiale* che analizzano con continuità il comportamento dell'utente per poi offrire servizi e applicazioni personalizzate e con prestazioni ottimizzate. L'enorme interesse per i *social network* ha poi generato un crescente traffico di dati multimediali del tipo immagini e video che si somma a quello pre-esistente relativo ad applicazioni professionali e di intrattenimento.

Tutto ciò implica un drastico aumento del traffico digitale totale che attraversa le reti telematiche. Diventa imprescindibile lo sviluppo di reti di TLC ultra-veloci a larga banda in fibra ottica. Il tratto di collegamento finale tra la rete e l'utente deve anch'esso supportare elevate velocità di trasmissione e vedrà tipicamente l'impiego della fibra ottica fino alla casa (FTTH), l'accesso radio a larga banda di tipo fisso (FWA) oppure mobile (sistema 5G).

Nel contesto sopra descritto si innesta il sistema radiomobile cellulare 5G, attualmente in corso di sviluppo e standardizzazione a livello mondiale. Il 5G è un sistema *wireless* (senza fili) che supporta la trasmissione via radio di voce, immagini, video e dati di varia natura e tipo, in formato digitale come già fanno le attuali reti 2G, 3G, 4G (ovvero GSM, UMTS e LTE).

Ad una prima occhiata il 5G potrebbe apparire come una diretta estensione di queste reti ma con parametri prestazionali migliorati (maggiore bit rate, minori ritardi, etc) e con requisiti e mo-

dalità di gestione differenti ed ottimizzate, tali da permetterne l'impiego per l'accesso ultra-veloce alla rete, anche in mobilità. Queste prestazioni vengono ottenute aumentando drasticamente il numero di antenne collocate sul territorio, soprattutto nelle aree urbane. Ciascuna antenna 5G impiega potenze di trasmissione molto basse e le dimensioni delle celle possono essere molto ridotte rispetto ai sistemi precedenti.

Il 5G permetterà di realizzare quella *concezione globale* di comunicazione tra utente, terminale, ambiente circostante e rete di TLC cui si faceva cenno in precedenza.

Saranno disponibili applicazioni innovative, adattate sia all'utente che all'ambiente che lo circonda, benefiche per l'uomo e sia di pubblica utilità come il supporto alla salute (telemedicina), ai trasporti, la smart city, smart car, l'internet delle cose, etc. sia per attività culturali e di svago come il turismo, i giochi elettronici, etc. Ciascuno dei settori sopra indicati smuove economie di assoluto rilievo, sia per investimenti che sotto forma di risparmio per il cittadino e/o l'amministrazione.

Per una recente panoramica sul 5G si rimanda a McCann *et al.*

In che modo il governo Draghi vorrà e potrà favorire lo sviluppo del 5G? Si può osservare che Draghi considera le reti di TLC e il 5G tra gli *obiettivi strategici di alto livello*. Inoltre ha designato Vittorio Colao come *ministro della Innovazione tecnologica e la transizione digitale*. Colao è un illustre esponente del settore delle telecomunicazioni, forte tra l'altro della sua lunga esperienza come AD dell'operatore telefonico Vodafone.

Nel giugno scorso Colao, insieme ad altri illustri esperti del settore, ha reso pubblico il rapporto, ormai noto come *Piano Colao*.

È quindi verosimile che le linee programmatiche descritte nel suddetto rapporto costituiscano un riferimento di primaria importanza per le azioni che verranno intraprese dal governo Draghi.

Qui di seguito sono estratte dal *Piano Colao* le parti di maggiore interesse ai fini della tematica della banda larga e del 5G.

A pagina 20:

Gli obiettivi chiave delle iniziative sviluppate dal Comitato riguardano cinque macro-aree, una delle quali è denominata Infrastrutture per le telecomunicazioni. (omissis) Lo sviluppo ubiquo della rete in fibra ottica è la priorità assoluta (omissis). È fondamentale completare su tutto il territorio nazionale la posa di tale rete, complementare al pieno sviluppo della rete 5G che deve a sua volta essere realizzata rapidamente, in linea con i paesi più avanzati.

A pagina 22:

20. Realizzazione infrastrutture strategiche. (omissis) l'implementazione delle infrastrutture "di interesse strategico", identificate come le reti di telecomunicazioni,

25. Piano Fibra Nazionale

i. Sviluppare un piano per il completamento della copertura nazionale della rete in fibra - ii. Estendere la logica di gara per lo sviluppo di un'unica rete in fibra ottica a tutte le aree oggi senza impegni cogenti di copertura (omissis)

26. Cablaggio PA. Pianificare l'installazione di accessi in fibra in tutti gli edifici della PA (omissis)

27. Sviluppo Reti 5G. Adeguare i livelli di emissione elettro-magnetica in Italia ai valori europei, oggi circa 3 volte più alti e radicalmente inferiori ai livelli di soglia di rischio, per accelerare lo sviluppo delle reti 5G. Escludere opponibilità locale se protocolli nazionali sono rispettati.

Il piano Colao appare molto dettagliato e preciso nell'individuare le aree e le sotto aree di intervento. Lo sviluppo della rete in fibra ottica viene richiamato più volte e in particolare al punto 25 che riguarda il Piano Fibra Nazionale.

Invece il sistema 5G dopo la dichiarazione iniziale sul "pieno sviluppo della rete 5G che deve a sua volta essere realizzata rapidamente" viene menzionato solo al punto 27 che riguarda i livelli di emissione elettromagnetica massimi tollerati.

A partire dalle promettenti dichiarazioni programmatiche di Draghi e dalle linee-guida del piano Colao, occorre comprendere quale supporto economico potrà essere realmente offerto al 5G.

Decina (2020) ha discusso il problema dei finanziamenti al 5G con riferimento ai fondi europei per la ripresa post-Covid-19 (recovery plan). Il 5G viene proposto come soluzione vincente soprattutto nei quattro settori Industria 4.0, sicurezza pubblica, sanità e trasporti/ logistica.

In una recente audizione, Decina (2021a) ha analizzato il Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) presentato dal governo Conte. Innanzi tutto sono ritenuti del tutto insufficienti i 2,2 miliardi di euro stanziati per il completamento della copertura al Gigabit del territorio nazionale. Riguardo il 5G si osserva come Germania e Spagna abbiano stanziato dai 5 ai 6 miliardi di euro per raggiungere la copertura territoriale del 100% entro il 2025.

Infine si sottolinea come il piano digitale ricompreso nel PNRR preveda un investimento di 310 miliardi di euro nel quinquennio 2021-2026 (220 dati dal Recovery Plan più 90 di dotazione ordinaria) per finanziare una molteplicità di progetti digitali (teledidattica, telemedicina, smart working, etc). Occorrerà dunque uno impegno assoluto per monitorare, controllare, guidare, uniformare ed armonizzare tra loro i progetti in modo da centrare pienamente gli obiettivi posti.

Secondo Principali e Salerno (2021), la componente denominata "Banda Larga, 5G e monito-raggio satellitare" riporta un finanziamento totale di 4,2 miliardi di euro, di cui 1,1 già in essere. Tuttavia solo 1,1 miliardi aggiuntivi sarebbero disponibili come nuove risorse. A conti fatti tale finanziamento sembra del tutto insufficiente. Come paragone si hanno i 16 miliardi previsti dalla Germania e i 5,2 miliardi dalla Spagna.

Alcuni analisti ritengono necessario un finanziamento di 10 miliardi per ottenere entro il 2026 la copertura al 100% tramite le tecnologie a larga banda FTTH, FWA, 5G.

In particolare le risorse per il 5G sono posizionate all'interno del blocco di 1,1 miliardi di euro ma in maniera non ben identificata. Si aggiunge infine che gli operatori hanno già speso 6,5 miliardi di euro per le assegnazioni delle frequenze su cui opera il 5G.

Secondo Decina (2021b), i soldi stanziati con il Recovery plan non bastano, sostiene drasticamente che "L'attuale PNRR con i fondi europei ignora quasi del tutto la banda ultra larga" aggiungendo che "con le dotazioni attuali al 2025 il 30% delle unità immobiliari sarà ancora privo delle connessioni internet considerate dalla Commissione europea lo standard per il futuro".

Anche sulla base di ulteriori analisi e considerazioni (The Global Meeting 2020) riguardo il sostegno economico al 5G, si può concludere che da parte dell'attuale governo viene pienamente riconosciuto l'assoluto rilievo strategico del sistema di comunicazione *wireless* 5G, ma che è necessario un supporto finanziario ben maggiore rispetto a quanto emerge dagli attuali piani governativi.

## Riferimenti bibliografici

Comitato di Esperti in Materia economica e sociale (2020), *Iniziative per il Rilancio dell'Italia 2020-2022*, Rapporto per il Presidente del Consiglio dei Ministri, Roma, giugno.

Decina M. (2020):

- <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/5g/recovery-plan-decina-il-5g-sara-la-chiave-di-volta/> 3 marzo.

Decina M. (2021):

- <https://www.key4biz.it/recovery-plan-da-rivedere-decina-piu-fondi-nel-pnrr-per-rispettare-gli-obiettivi-della-gigabit-society/344407/> febbraio.
- <https://www.repubblica.it/economia/2021/02/14/news/5g-287585869/>

McCann J., M. Moore, F. Novì, M. Doria, *Il 5G in Italia: come funziona, mappa, copertura e gestori*.

- <https://global.techradar.com/it-it/news/che-cosa-sono-le-reti-5g-tutto-quello-che-ce-da-sapere>

Principali L, D. Salerno (2021):

- <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/litalia-delle-tlc-dalla-fibra-al-5g-tutte-le-sfide-per-il-governo-draghi/>

The Global Meeting (2020), 5G Italy e il Recovery Fund, Convegno telematico 5GITALY, Roma, dicembre:

- <https://www.5gitaly.eu/it/homepage/>

## SINTESI E CONCLUSIONI

L'Osservatorio sulle Imprese della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale della Sapienza ha sviscerato il quadro nel quale si inseriranno le risorse europee della Next Generation EU attese dal governo italiano. In una graduatoria sulla competitività di 63 paesi, l'Italia occupa da un paio d'anni la 44<sup>a</sup> posizione, molto più giù della 30<sup>a</sup> che occupava nel 1999. Da allora, infatti, l'impossibilità di svalutare la moneta nazionale non è stata compensata con politiche mirate a incrementare la competitività. Nelle Infrastrutture di base l'Italia è 53<sup>a</sup>, dunque sta ancor peggio che nella media generale. Ha fatto bene il presidente del Consiglio Mario Draghi a porre l'attenzione su energia da fonti rinnovabili, inquinamento dell'aria e delle acque, rete ferroviaria veloce, reti di distribuzione dell'energia per i veicoli a propulsione elettrica, produzione e distribuzione di idrogeno, digitalizzazione, banda larga e 5G.

Assieme alla rete telefonica, strade e autostrade sono in Italia le infrastrutture più vecchie. Quella elettrica, la rete gas e la ferroviaria lo sono in media un po' meno. L'anzianità di un'infrastruttura dipende da quanto ci si investe ogni anno per rinnovarla. A sua volta l'investimento dipende da quante risorse vengono generate da ogni società di gestione (Autostrade, Terna, Snam, Rfi, Tim etc), da quante gliene restano dopo che gli utili sono stati distribuiti ai soci e da quante risorse arrivano dall'esterno. Le grandi società infrastrutturali italiane hanno utili assai elevati ma li distribuiscono per molto più della metà, a volte più del cento per cento. Negli ultimi dieci anni hanno distribuito dividendi per 30 miliardi.

La dotazione di infrastrutture stradali e autostradali risulta, in termini quantitativi, piuttosto consistente; tuttavia il loro stato e la loro adeguatezza rispetto alle esigenze di mobilità presenta numerosi aspetti critici. La copertura finanziaria per manutenzioni e ricostruzioni non si possono considerare ancora sufficienti, vi sono numerosi altri problemi che destano forti preoccupazioni. Sussiste il pericolo che risulti compromesso un sistema di reti essenziale per la crescita e il benessere nazionale.

La transizione energetica può consentire un'evoluzione epocale nelle reti elettriche e nelle microreti con una notevole propulsione di ricerca e industrializzazione di componenti nuovi o rinnovati. Si possono determinare notevoli opportunità di progettazioni permanenti, pianificazioni per l'esercizio delle reti e degli impianti con la produzione di componenti idonei alle esigenze della transizione, quali topologie nuove di sistemi modulari, flessibili, distribuzioni elettriche non convenzionali, potenziamento della sicurezza elettrica in particolare nei complessi residenziali, la distribuzione della messa a terra di sicurezza, quale nuovo servizio pubblico da istituire. Notevole impulso potrà avere la ricerca per nuove qualificazioni di sistemi ed equipaggiamenti, quale la qualificazione sismica elitaria per l'Italia, per nuovi prototipi ecologici richiesti dal rinnovamento delle apparecchiature elettriche come ad esempio dall'IoT per la loro socializzazione, in particolare, degli elettrodomestici programmabili.

Il suo posizionamento strategico nel settore della infrastruttura nazionale di trasporto gas rende SNAM attore determinante per lo sviluppo del Paese. SNAM ha obiettivi strategici dichiarati in linea con quelli sia dell'ammodernamento della rete gas concentrati, che sarà hydrogen ready in tempi brevi, sia del completamento di infrastrutture strategiche. Inoltre SNAM ha sviluppato

linee di investimento importanti (pari a circa il 10% del totale) su tematiche integrative quali l'efficienza energetica, la produzione di biometano e la generazione di idrogeno verde. Il volume degli investimenti è in crescita rispetto al decennio precedente. Le strategie dichiarate sono da considerare incoraggianti. Riguardo le tematiche integrative analizzate, ci si aspetterebbe una maggiore attenzione al tema dell'idrogeno blu.

Le infrastrutture idriche sono centrali nelle politiche di transizione digitale, energetica, ambientale del Paese. Meritano maggiori risorse finanziarie per coprire il fabbisogno reale e colmare l'attuale deficit infrastrutturale, necessitano di un' incisiva azione amministrativa per snellire tutte le procedure e ridurre i tempi di esecuzione, e un' azione mirata verso il Mezzogiorno per ridurre le differenze nel Paese. Servirebbe una visione coraggiosa e lungimirante in grado di introdurre nel piano degli investimenti da inserire nel PNRR non solo le opere di ammodernamento dei grandi schemi idrici ma anche i tanti interventi diffusi, destinati a presidi idraulici e idrogeologici indispensabili per mitigare i rischi sul territorio.

L'Alta Velocità è unanimemente riconosciuta essenziale per la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'Italia. La strategia perseguita è corroborata da una programmazione degli investimenti che nella sostanza si presenta già congrua. In merito alle tempistiche di erogazione dei fondi sarebbe tuttavia opportuno porre maggiore attenzione alla fattibilità (priorità) e fruibilità delle opere in ottica sistemica.

Riguardo il sistema 5G si può concludere che ne viene pienamente riconosciuto l'assoluto rilievo strategico. Tuttavia le differenti analisi tecnico-economiche sono concordi con la necessità di un supporto finanziario ben maggiore rispetto a quanto emerge dagli attuali piani governativi.

## Note biografiche degli autori

**Marco Antognoli.** Laureato in Ingegneria Civile Trasporti, dottore di Ricerca in Ingegneria Ferroviaria. Esperto in circolazione e segnalamento ferroviario; validazione dei progetti, sicurezza ed analisi del rischio. È stato consulente di alcune aziende del settore e del Ministro delle Infrastrutture e Trasporti. Svolge attività di insegnamento avanzato nel campo dei trasporti ferroviari, è docente a contratto presso Sapienza, Università di Roma.

**Domenico Borello.** È Professore Associato di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente presso il DIMA, Sapienza Università di Roma. È anche Associato di Ricerca presso il CNR IRSA e si occupa di tematiche di sostenibilità e transizione energetica. Ha lavorato ad attività di ricerca sulle celle a combustibile di nuova generazione e sulle applicazioni dell'idrogeno nella mobilità e negli usi industriali. È membro del Comitato Scientifico della Associazione H2IT per la promozione delle tecnologie dell'idrogeno.

**Giuseppe Cantisani.** P.E., Ph.D.. Ingegnere Civile. Professore Associato di Strade Ferrovie e Aeroporti, Sapienza Università di Roma. Membro del Collegio del Dottorato di Ricerca in Infrastrutture e Trasporti. Docente di Master Universitario, Aggiornamento e Formazione. Autore di numerose pubblicazioni scientifiche su riviste e atti di conferenze internazionali, in materia di pianificazione, progettazione, costruzione, manutenzione e gestione delle infrastrutture viarie. Esperto del Consiglio Superiore dei LL.PP..

**Alessandro Corsini.** Professore ordinario di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Sapienza Università di Roma. Fondatore del gruppo di ricerca per l'innovazione delle macchine e dei sistemi energetici, studia i sistemi ingegneristici complessi attraverso l'Intelligenza artificiale. Ha pubblicato oltre 190 lavori, di cui in campo internazionale 89 articoli e 10 brevetti. È co-founder di SED Soluzioni per Energia e Diagnostica Srl, spin-off Sapienza.

**Roberto Cusani.** Professore Ordinario di Ingegneria delle Telecomunicazioni nel Dipartimento DIET che ha diretto, Sapienza Università di Roma. Si occupa di sistemi di telecomunicazione digitali fissi e mobili e di tecnologie per le investigazioni anti-crimine. È stato consulente del Governo nella gara per le licenze cellulari UMTS, ha fondato il Consorzio Ricerca nella Automatica e nelle tlc. Autore di 200 pubblicazioni scientifiche internazionali, 3 libri, 4 brevetti internazionali su apparati per tlc.

**Riccardo Gallo.** Presidente dell'Osservatorio sulle Imprese nella Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Sapienza Università di Roma, dove è stato ordinario di Economia Applicata. Ha ricoperto ruoli di responsabilità in ambiti governativi (Segreteria Cipe al Bilancio, Privatizzazioni all'Economia, Vertenze all'Industria), finanziari (vicepresidente Iri), aziendali (consiglio Stm, Sir, Autovox, Fidia Farmaceutici). Editorialista del Corriere della Sera, ha ispirato il superammortamento.

**Francesco Napolitano.** Professore ordinario di Costruzioni Idrauliche, Marittime e Idrologia, Sapienza, Università di Roma. Membro di organizzazioni scientifiche nazionali e internazionali. Consulente istituzionale per Dipartimento Protezione Civile, Ministero Ambiente, Ministero Infrastrutture, Consiglio Superiore LL.PP.. Componente di commissioni giudicatrici di appalti pubblici e collaudo di impianti di depurazione e potabilizzazione acque. Autore di oltre 180 pubblicazioni nazionali ed internazionali.

**Giuseppe Parise.** Già Professore ordinario di Impianti elettrici di distribuzione e utilizzazione, Sapienza, Università di Roma. Life Fellow IEEE - Distinguished Lecturer Industry Application Society - USA. Membro IEEE IAS e Associate Board Member SSIT, Chair R8 Area IAS Europe, Middle Est, Africa. Membro esperto Impianti elettrici del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici dal 1983, membro Commissione Permanente Gallerie Stradali. Autore di oltre 370 pubblicazioni (molte su IEEEExplore).

**Cristiana Piccioni.** Ph.D. Ingegnere Civile, con Master in Supply Chain Management e Dottorato di ricerca in Infrastrutture e trasporti. Ricercatrice presso il Dipartimento di Ingegneria, Civile, Edile e Ambientale, Sapienza Università di Roma, esperta di pianificazione e gestione dei sistemi di trasporto, logistica e trasporto merci, relazioni trasporti-territorio. Svolge attività di formazione avanzata nel campo dell'Ingegneria dei sistemi di trasporto, insegna Transport Networks and Vehicles.



In Italia le Infrastrutture di base sono vecchie, sono una causa dell'arretratezza del paese, una zavorra per il rilancio. Ha fatto bene il presidente Draghi a porre l'attenzione su energia da fonti rinnovabili, inquinamento dell'aria e delle acque, rete ferroviaria veloce, reti di distribuzione dell'energia per i veicoli a propulsione elettrica, produzione e distribuzione di idrogeno, digitalizzazione, banda larga e 5G. L'anzianità di un'infrastruttura dipende da quanto ci si investe ogni anno per rinnovarla, da quanti soldi da investire restano nella società che la gestisce, dopo che i suoi utili elevati sono stati distribuiti ai soci. Questo Rapporto analizza il quadro in cui si inseriranno le risorse europee attese e indica le priorità di progresso per ciascuna infrastruttura (stradale, elettrica, gas, ferroviaria, idrica, digitale 5G). Sapienza, il più grande Ateneo d'Europa, mette le proprie competenze di ingegneria ed economia industriale a disposizione di Istituzioni, tessuto produttivo e società civile, in coerenza con l'idea di Terza missione dell'Università.

Questo Rapporto è curato dall'Osservatorio sulle Imprese della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, con il contributo di Marco Antognoli, Domenico Borello, Giuseppe Cantisani, Alessandro Corsini, Roberto Cusani, Riccardo Gallo (presidente dell'Osservatorio), Francesco Napolitano, Giuseppe Parise, Cristiana Piccioni.