

Programma Nazionale della Ricerca

ICT – Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione

30 Settembre 2009

Tavolo di Lavoro:

Fausto Giunchiglia (coordinatore), Università di Trento
Nicoletta Amodio, Confindustria
Dario Avallone, Engineering
Giovanni Barontini, Finmeccanica
Sergio Benedetto, Politecnico di Torino
Paolo Ciancarini, Università di Bologna e CINI
Alessandro Cremonesi, STMicroelectronics
Alfonso Fuggetta, Politecnico di Milano e CEFRIEL
Domenico Laforenza, IIT CNR
Sergio Palazzo, Università di Catania e Centro di Competenza ICT-SUD
Stefano Pileri, Telecom Italia
Giancarlo Prati, Sant'Anna e CNIT
Alberto Sangiovanni Vincentelli, University of California Berkeley
Paolo Traverso, Fondazione Bruno Kessler

Segreteria e supporto metodologico:

Luca Battisti, Università di Trento

Persone consultate: Massimo Bermagasco, Giuseppe Bianchi, Roberto Bedani, Gianni Canal, Massimo Casali, Maurizio Cecchi, Luca Chittaro, Marco Conti, Luigi Crema, Raffaele De Amicis, Nevio Di Giusto, Gabriele Elia, Francesco Giuffrè, Massimo Ippolito, Manuel Lai, Aldo Maggiore, Marco Mauro, Fabio Massacci, Carlo Menghini, Cosimo Musca, Andrea Pagni, Piercarlo Paltro, Andrea Passarella, Fabio Paternò, Luigi Perissich, Marco Pistore, Corrado Priami, Pio Quarticelli, Edoardo Rabino, Fausto Rabitti, Giuseppe Riccardi, Giovanni Rocca, Antonino Santagata, Fabrizio Silvestri, Mauro Varasi, Marco Vecchio, Giorgio Ventre, Fabio Vitali, Lorenzo Vaccari, Amedeo Enrico Zuccaro.

Indice

1	L'ICT sempre, ovunque e per tutti – uno strumento per lo sviluppo economico e sociale del paese.....	4
1.1	Le imprese.....	4
1.2	L'effetto moltiplicatore.....	5
2	Gli attori della ricerca in ICT in Italia.....	6
3	La ricerca in ICT in Europa.....	8
4	L'ICT del Futuro: una strategia per la ricerca in ICT in Italia.....	10
5	Le tecnologie abilitanti all'ICT del futuro	13
5.1	Sistemi embedded pervasivi	13
5.2	Tecnologie per le Reti.....	15
5.3	Infrastrutture e reti per i servizi	16
5.4	Piattaforma dei servizi.....	17
5.5	Future Media.....	19
5.6	Future User/ machine Interaction.....	21
5.7	Robotica Percettiva e cognitiva	22
5.8	Sicurezza.....	24
6	I domini applicativi abilitati dall'ICT del futuro.....	26
6.1	iGovernment.....	26
6.2	Sanità e salute	27
6.3	ICT del futuro a sostegno della cultura e della creatività	28
6.4	eEnergy.....	30
6.5	eMobility, smart cities.....	33
6.6	eEnvironment : informazione geo-spaziale.....	33
6.7	ICT per il ciclo di vita del Prodotto	36
6.8	Bioinformatica.....	37

Premessa

L'obiettivo di questo documento è la definizione delle linee guida del Programma Nazionale della Ricerca (PNR) per le Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazione (Information and Communication Technology - ICT). Questo documento nel seguito anche sinteticamente chiamato PNR-ICT, si inquadra nel contesto provvisto dal documento di definizione delle linee guida del PNR ed assume i principi guida ivi descritti.

Questo documento è la versione sintetica del documento *PNR-ICT Versione estesa* (data: 20 Settembre 2009, versione 9) che contiene i seguenti elementi aggiuntivi:

1. Una descrizione della ricerca in ICT nei paesi europei (sezione 4).
2. Nelle sottosezioni delle due sezioni "Le tecnologie abilitanti all'ICT del futuro" e "I domini applicativi abilitati dall'ICT del Futuro" vi sono due sottosezioni aggiuntive: "Programmi nazionali europei ed internazionali" (contenente i riferimenti a programmi di finanziamento rilevanti) e "Impatto" (contenente una descrizione dell'impatto delle aree di ricerca proposte). Infine gli obiettivi qui descritti sono articolati in sotto-obiettivi descritti nel dettaglio.
3. I contenuti sono in genere descritti in modo più esteso.
4. Vi sono alcune sezioni finali, non terminate, che riguardano "Scelte e Priorità", "Investimenti necessari" e "Criticità".

Il *PNR-ICT Versione estesa* può essere ottenuto, su richiesta, dal coordinatore del tavolo.

In questo documento non si affrontano le problematiche legate alla ricerca *curiosity driven* che si assume verrà finanziata seguendo canali dedicati (seguendo l'esempio dell'Europa, si veda l'*European Research Council*, che alloca ad essa il 15% del budget).

Questo documento è stato stilato a valle di un primo incontro di coordinamento avvenuto nel Luglio 2009. Pur essendo ad un avanzato stato di sviluppo, questo documento non è da ritenersi finale nei seguenti aspetti:

- Questo documento, che è stato impostato a valle di varie scelte che hanno portato a non considerare varie sotto-aree dell'ICT ritenute meno rilevanti, copre tutte le aree dell'ICT che si ritengono strategiche. Si ritiene che in una seconda fase si dovrà procedere ad una fase di ulteriore scelta, che porterà ad eliminare alcune tematiche, ed ad una definizione delle priorità all'interno delle rimanenti aree.
- Questo documento contiene (Sezione 6 e tutte le sotto-sezioni) una analisi dettagliata dei domini applicativi che si ritengono strategici per l'ICT del futuro. Sezione 6 è stata elaborata dal punto di vista ICT, con un limitato numero di interazione con le aree coinvolte. Si è ritenuto necessario effettuare questa analisi data la pervasività e l'impatto anche economico dell'ICT in queste aree (si vedano i dettagli nel seguito). Questa parte potrà essere finalizzata solo a valle di una interazione con gli altri PNR di settore ed a valle di una decisione su come la ricerca in queste aree interdisciplinari sarà finanziata (solo all'interno delle aree, anche in ICT, ed in questo secondo caso con quali modalità).
- Prima di procedere con la stesura della versione finale, data l'importanza che l'ICT ha sia nella creazione di innovazione tecnologica che di innovazione di processo e di prodotto, sarebbe importante procedere ad un confronto con il Ministero per la pubblica amministrazione e l'innovazione con l'obiettivo di allineare le iniziative e conseguenti interventi lungo la filiera dell'innovazione con l'obiettivo di fare in modo che i risultati della ricerca di oggi possiamo diventare strumento dell'innovazione di domani. Di riferimento in questo contesto è l'iniziativa i2012 portata avanti da questo Ministero.
- Il passo successivo che si prevede di attuare è di circolare questo documento ad attori interessati e rilevanti con l'obiettivo, una volta risolti i due punti precedenti, di arrivare alla versione definitiva.

1 L'ICT sempre, ovunque e per tutti – uno strumento per lo sviluppo economico e sociale del paese

L'ICT, grazie agli sviluppi tecnologici degli ultimi anni, è ormai diventata pervasiva e sta impattando su tutti i settori produttivi e su tutti gli aspetti della vita delle persone, della società, e del mondo stesso in cui viviamo (fra cui, a mero scopo esemplificativo, citiamo i servizi, la conoscenza, la convergenza dei media, le reti sociali, la gestione ambientale, i problemi energetici, l'agricoltura oltre, ovviamente, al mondo lavorativo). Si sta ormai evolvendo ad un modello di società abilitata da una "ICT anyTime, anyWhere, for anyBody" (ICT sempre, ovunque, e per tutti).

1.1 Le imprese

Nel 2008, nel settore ICT (media radiotelevisivi inclusi) si contano 103.000 imprese, che hanno generato €157 miliardi di fatturato (inclusivi dunque delle vendite al cliente finale che delle relazioni tra operatori di filiera) e €66 miliardi di valore aggiunto.

Le imprese ICT hanno inoltre effettuato investimenti per €8.4 miliardi (7,1% del totale generale riferibile agli investimenti di tutti i settori produttivi). In particolare, le imprese TLC hanno effettuato investimenti per €6 miliardi, le aziende dell'informatica hanno effettuato investimenti per €1.4 miliardi, mentre gli investimenti delle imprese del settore radiotelevisivo sono stati pari a circa €1 miliardo.

Tabella: Il settore ICT in Italia

	n. Imprese	n. Addetti	Fatturato mld €	Valore Aggiunto mld €	VA su PIL	Investimenti mld €
IT*	97.000	390.000	42	22	1.6%	1.4
TLC*	3.200	135.000	101	39	2.8%	6.0
Media*	2.800	45.000	14	5	0.4%	1.0
Totale	103.000	570.000	157	66	4.8%	8.4

* Incluso fabbricazione di apparati

Fonte: Elaborazioni Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici su dati ISTAT

Le imprese del settore ICT impiegano complessivamente 570.000 addetti, pari al 2,5% degli addetti complessivi in Italia. Più nel dettaglio, le imprese con oltre 250 dipendenti sono 141, mentre le aziende di medie dimensioni, con un numero di addetto compreso tra 50 e 249 sono 587. Prevale quindi la piccola dimensione: sono infatti oltre 102mila le imprese con meno di 50 addetti.

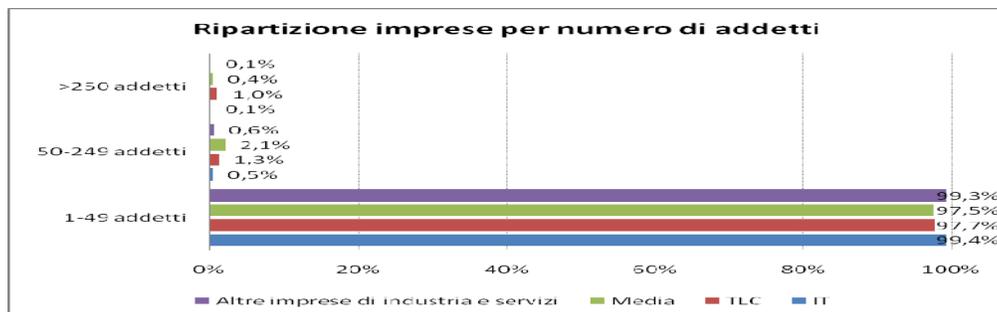
Tabella: Ripartizione aziende ICT per classi di addetti

	Imprese <50 addetti	% su totale	Imprese 50-249 addetti	% su totale	Imprese > 250 addetti	% su totale
IT	96.418	99.4%	485	0.5%	97	0.1%
TLC	3.125	97.7%	42	1.3%	32	1.3%
Media	2.730	97.5%	60	2.1%	12	0.4%
Totale	102.273	99.2%	587	0.6%	141	0.1%

Il totale può non risultare pari a 100 a causa di arrotondamenti

Fonte: Elaborazioni Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici su dati ISTAT

Il tessuto imprenditoriale nel settore ICT non si discosta quindi sensibilmente rispetto agli altri settori dell'industria e dei servizi: oltre il 99% delle aziende sono di piccole dimensioni, lo 0,5% è di medie dimensioni, solo lo 0,1% sono grandi aziende.



Fonte: Elaborazioni Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici su dati ISTAT

Analizzando nel dettaglio, il comparto informatico risulta di grande rilevanza nel contesto dell'economia nazionale, "pesando" sia per il numero di imprese, che per la consistenza degli addetti: questi sono 390.000, il doppio dell'industria del legno, della chimica e dell'editoria.

Le imprese del **comparto IT** in Italia sono 97.000, di cui la maggior parte, il 99.4%, pari a oltre 96.000 aziende, hanno meno di 50 addetti. Tra tutte generano un fatturato pari a €42 miliardi, e un valore aggiunto di €22 miliardi, pari all'1.6% del PIL. L'IT è indubbiamente un settore a forte valore aggiunto, con una produttività del 13%¹ superiore alla media nazionale. Si registra, tuttavia, la tendenza, a partire dal 2008 e continuata nel 1S 2009, alla contrazione delle risorse destinate all'IT adottata da oltre il 70% delle realtà produttive italiane dell'industria e dei servizi. Se consideriamo, inoltre, che l'Italia spende in IT circa il 40% in meno di quanto spendono Regno Unito, Germania, Francia e Spagna, gli effetti negativi sui trend futuri di crescita sono facilmente ipotizzabili, salvo significativi interventi per invertire la tendenza.

Nel comparto delle **telecomunicazioni** sono invece presenti 3.200 aziende. Anche queste riflettono la composizione generale per quanto concerne le dimensioni: oltre 2.700 imprese, pari al 97.7% del totale, impiegano meno di 50 addetti. Le aziende di medie dimensioni sono circa 40, pari all'1.3%. Le grandi aziende sono 30, l'1% del totale. Nel complesso gli addetti nel settore delle TLC sono 135.000. Queste imprese generano un fatturato di €101 miliardi e un valore aggiunto di €39 miliardi, pari al 2.8% del PIL.

Nel comparto dei **media**, più precisamente radio e televisioni, le imprese attive sono 2.800. Esse impiegano 45.000 addetti e generano un fatturato pari a €14 miliardi e un valore aggiunto di €5 miliardi, pari allo 0.4% del PIL. Anche nel comparto radioTV si ripropone la medesima ripartizione tra piccole, medie e grandi imprese: le piccole imprese sono la grande maggioranza, oltre il 97% del totale. Le aziende di medie dimensioni sono il 2.1% del totale, mentre quelle grandi, con oltre 250 dipendenti sono appena lo 0.4% del totale.

1.2 L'effetto moltiplicatore

Il settore ICT contribuisce anche indirettamente alla produzione totale dell'economia italiana. Ad esempio, i dati mostrano che una quota pari a circa il 20% del totale delle spese per consumi intermedi delle Pubbliche Amministrazioni è dedicata ai beni e servizi del comparto ICT

Tabella - La spesa ICT dei principali settori economici

	€ miliardi
e-Gov:	
PA centrale	2.4
PA locale	1.4
e-Health	0.8
e-Energy	1.1
Space economy	1.3
e-Manufacturing	7.4
e-Bank	7.6
GDO&retail	4.7

¹ FONTE: Primo rapporto ASSINFORM sul settore IT, giugno 2009

Fonte: Elaborazioni Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici su dati Assinform

La spesa per consumi intermedi del settore pubblico e dell'industria mostra un indicatore dell'importanza che l'ICT ha assunto negli ultimi anni nel contesto economico nazionale. Dall'analisi delle tavole input-output, e quindi dei consumi intermedi per branca, è possibile infatti ricavare un'immagine dei rapporti intersettoriali dell'economia. Tali tavole forniscono quindi un'indicazione anche dinamica delle relazioni che intercorrono all'interno del sistema economico. Si tratta del concetto di moltiplicatore, che misura l'impatto che la variazione della domanda in un dato settore potrà produrre su quelli della stessa filiera a cui questo appartiene. I flussi in questione generano effetti positivi sui settori di origine, i quali, per corrispondere all'accresciuta domanda espressa dal settore di destinazione degli input, sono indotti ad accrescere la propria produzione e, per conseguenza, anche i corrispondenti input.

Il moltiplicatore del settore ICT² (compresi i media) vale 2,38. Ciò vuol dire che al valore aggiunto prodotto direttamente dal settore, altro ne viene generato in misura del 138%, come conseguenza degli scambi attivati internamente alla filiera. In tal modo il **valore aggiunto generato dal settore ICT, direttamente e per effetto del moltiplicatore, arriva a €157 miliardi, più che raddoppiando il contributo sul PIL, passando dal 4.8% all'11.2%.**

Valore aggiunto diretto e attivato dal settore ICT e media – 2008, miliardi €

Valore aggiunto diretto	Valore aggiunto attivato	Totale valore aggiunto	Moltiplicatore	% PIL
66	91	157	2,38	11.2%

Fonte: Elaborazioni Confindustria Servizi Innovativi e Tecnologici su dati ISTAT

In altri termini, diffusione delle tecnologie ICT e della Infrastrutture a Larga Banda fissa e mobili sono direttamente correlate alla crescita di tutti i comparti economico nazionale.

Queste tendenze sono state quantificate anche dallo studio (settembre 2008) commissionato al MICUS dalla Commissione Europea – DG Information Society and Media- che dimostra il forte impatto che soluzioni ICT ed, in particolare, della larga banda, hanno sulla produttività, sui livelli occupazionali e sulla crescita. Il modello utilizzato nello studio ha misurato i principali effetti in Europa (EU27) dell'utilizzo di infrastrutture e soluzioni a larga banda in termini di miglioramento della produttività delle imprese e di migrazione delle attività economiche da settori tradizionali verso settori *knowledge - intensive*. L'accesso all'infrastruttura è un prerequisito ovvio per la fruizione dei servizi a larga banda; tuttavia, effetti concreti si notano soltanto quando le tecnologie on-line vengono realmente integrate nei processi aziendali con particolare attenzione alle PMI.

I risultati sono chiarissimi:

1. Solo nel 2006, la spinta all'innovazione ha creato 989.000 nuovi posti di lavoro, dei quali circa 440.000 nel settore dei servizi; considerando la perdita di posti di lavoro dovuta ai processi di ottimizzazione e ristrutturazione, il guadagno netto ammonta a circa 105.000 unità.
2. Nello stesso anno, lo sviluppo della larga banda ha generato un valore aggiunto lordo (GVA) di 82 Mld € pari a +0,71% sull'anno precedente; questa percentuale sale allo 0,89% nei paesi più avanzati, dove lo sviluppo è stato maggiore, e scende allo 0,47% nelle aree a minore sviluppo.

Lo studio ha inoltre indicato alcune proiezioni per il periodo 2006-2015: ipotizzando in Europa un tasso di adozione della larga banda (e dei servizi da questa abilitati) analogo a quello realizzato dai paesi più avanzati nel periodo 2004-2006, si assisterà alla creazione di 2.112.000 nuovi posti di lavoro e ad una crescita di 1.080 Mld dell'attività economica correlata.

2 Gli attori della ricerca in ICT in Italia

La ricerca in ICT in Italia si basa essenzialmente sulla rete di **Università** e di **centri di ricerca** pubblici e privati nonché sulle **imprese** che sviluppano ed utilizzano ICT o come tecnologia e mercato di riferimento o in modo strumentale alla creazione di innovazione in altri settori.

² Incluso fabbricazione di apparati

Per quanto riguarda la ricerca e sviluppo *intramuros* delle **imprese** italiane in ICT, il settore, per sua natura portato all'innovazione, è particolarmente impegnato nella ricerca. Nel 2007 secondo le stime Istat, le imprese ICT hanno investito €1.6 miliardi in Ricerca e Sviluppo, una somma pari al **18%** degli investimenti totali in ricerca effettuati intra muros dalle imprese italiane. Il settore ICT rappresenta una delle eccellenze della R&S svolta dall'industria nazionale ed investe nelle attività di R&S il **6,5% del proprio turnover** rispetto ad una media che, per l'**industria nazionale**, si attesta invece intorno allo **0,8 %**. Questo valore tra l'altro trascura una importante attività di ricerca svolta a livello informale nelle imprese del settore, in particolare tra le piccole imprese. Queste, pur non contabilizzando tali attività in una voce specifica di bilancio, impegnano risorse umane e investimenti realizzando significative innovazioni di prodotto e di processo. Si stima che l'investimento annuale in attività informali di ricerca e sviluppo sia pari al 19% dei costi totali dell'impresa. Tuttavia questo sforzo è ancora insufficiente soprattutto a causa del mancato trasferimento tecnologico tra università/centri di ricerca e imprese. In termini di capacità di innovazione, infatti, secondo i dati e le metodologie adottate dalla EC nel suo European Innovation Scoreboard 2008 (basati sulle attività di impresa, la qualità delle risorse umane e la capacità di assorbire le innovazioni tecnologiche), l'Italia si trova al di sotto della media europea ed al 26° posto nel mondo

Esistono però altri attori che devono essere considerati e che vengono brevemente descritti nel seguito. Particolarmente utile potrebbero essere strumenti per agevolare la collaborazione tra i nuovi centri di ricerca e **distretti ICT** e i comparti del manifatturiero classico italiano (Moda, Meccanica, Arredamento, Agroalimentare).

Parchi Scientifici e Tecnologici con specializzazione ICT

Area Science Park - Trieste
Città della Scienza – Napoli
Friuli Innovazione - Udine
Kilometro rosso – Bergamo
Palmer – Frosinone
Parco Scientifico Tecnologico Sicilia – Palermo
Parco Tecnologico Padano - Lodi
Polo Tecnologico Navacchio – Pisa
Sardegna Ricerche – Cagliari
Servitec – Bergamo
STAR Parco Scientifico – Verona
Technopolo Tiburtino – Roma
Tecnopolis – Bari
Umbria Innovazione - Terni
Vega Park – Venezia
Veneto Innovazione – Venezia
Veneto Nanotech (Padova)
Virtual Reality and Multimedia Park – Torino

Distretti Tecnologici con specializzazione in ICT

Torino Wireless - TLC
Distretto Tecnologico Ligure sui Sistemi Intelligenti Integrati e le Tecnologie - Genova
Dhithec – Lecce
Distretto dell'audiovisivo e dell'ICT del Lazio - Roma
Distretto ICT- Regione Lombardia
Distretto Tecnologico della biomedicina e delle tecnologie per la Salute –Regione Sardegna
Distretto tecnologico ICT & Security - Regione Toscana
R&S.LOG (Logistica)- Reggio Calabria

Una seconda tipologia di attori sono i **centri di competenza tecnologica** (PON Avviso n. 1954/06 per le regioni obiettivo 1). Questi centri si affiancano agli Enti che istituzionalmente svolgono ricerca e ai distretti tecnologici e svolgono una specifica funzione di intermediari tra il sistema scientifico e il sistema imprenditoriale con gli obiettivi strategici di supportare il processo di trasferimento dell'innovazione tecnologica e di favorire la collaborazione sinergica tra le imprese nei comparti di interesse. Gli ambiti operativi di specializzazione dei centri di competenza ICT sono tipicamente classificabili in 4 categorie di domini applicativi:

- 1) ICT per ICT: supporto alle aziende ICT per l'adozione di metodologie, strumenti, processi e tecnologie innovativi per innovare le loro offerte di prodotti e servizi;
- 2) ICT per la PA: promozione di incrocio innovativo fra domanda ed offerta di beni e servizi ICT per la P.A. centrale e locale;
- 3) ICT per la Produzione: promozione dell'utilizzo innovativo dell'ICT alle aziende di produzione legate al comparto manifatturiero ed a quello dei servizi per ridefinire e migliorare i processi di produzione e distribuzione e quelli di erogazione di servizi;
- 4) ICT per il Territorio: promozione dell'utilizzo innovativo dell'ICT nelle organizzazioni virtuali sia con finalità economiche (ad esempio distretti industriali, filiere, aziende a rete) sia con il ruolo di osservare e monitorare il territorio e gestire in maniera integrata gli interventi.

Nello specifico è stato creato un centro di competenza interregionale con nodo centrale a Cosenza nonché altri centri di competenza regionali in varie regioni fra cui la Campania, la Puglia e la Sardegna.

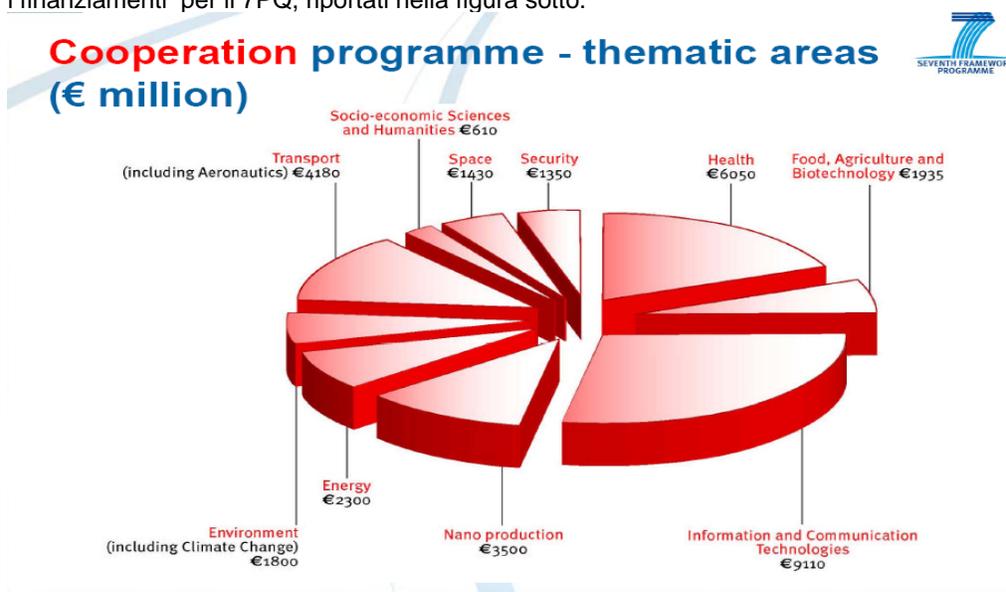
Un terzo ed importante attore di riferimento è il **Ministero per la pubblica amministrazione e l'innovazione**. Di riferimento è l'iniziativa i2012 in via di definizione. E' in effetti ben noto come l'ICT sia il driver più importante per la creazione di innovazione nella Pubblica Amministrazione.

Esistono infine vari attori a livello locale che sono stati abilitati da **iniziative regionali** oppure da **iniziative europee** e che andranno ricompresi in una strategia nazionale per la ricerca e l'innovazione in ICT. Fra queste si possono menzionare la "European Network of the Living Labs" a cui partecipano vari nodi Italiani (fra cui: Pisa, Frascati, il Trentino, l'Emilia Romagna, la Sicilia, il Piemonte) ed il testbed in fibra ottica di 800Km, completo di rete di accesso, in via di completamento che copre tutta la provincia di Trento.

3 La ricerca in ICT in Europa

Anche in ragione della pervasività dell'ICT a cui si faceva riferimento sopra, l'importanza della ricerca in ICT è, quindi, ormai ampiamente riconosciuta determinando forti investimenti nei paesi industrializzati ed in particolare a livello europeo.

Il primo e storicamente più importante mezzo con cui l'Europa definisce la sua strategia nella ricerca sono i **programmi quadro per la ricerca**. Al momento in Europa è attivo il settimo programma quadro (**7PQ**). Il primo indicatore dell'importanza, sia assoluta che relativa, che viene data alla ricerca in ICT basta osservare i finanziamenti per il 7PQ, riportati nella figura sotto.



Con 9110 MEuro, l'ICT ha ottenuto circa 1.5 volte i finanziamenti della sanità (6050MEuro), più di due volte i finanziamenti dei trasporti (4180Meuro), quasi tre volte i finanziamenti della Nanotecnologie (3500 Meuro),

quasi 4 volte i finanziamenti dell'energia (2300Meuro) e così via per le altre aree. Il dato più rilevante è però che la tabella sotto indica che il **finanziamento alla ricerca per l'ICT vale il 32,27% del finanziamento dato, all'interno del cooperation program, a tutte le aree tematiche.**

Il secondo e più recente mezzo che l'Europa ha adottato nei settori legati alla ricerca ed innovazione tecnologica è l' **European Institute of Innovation and Technology (EIT, <http://eit.europa.eu/>)**. L'obiettivo dell'Europa è che l'EIT sia un *key driver* per una crescita sostenibile e per la competitività dell'Europa, attraverso la creazione di stimoli verso innovazioni che siano leader al mondo e che abbiano un impatto positivo verso l'economia e la società. La missione dell'EIT è di far crescere e capitalizzare sulla capacità di innovazione di attori chiave nei settori dell'alta educazione, la ricerca, economia e imprenditorialità, in Europa e fuori Europa, attraverso la creazione di *Knowledge and Innovation Communities (KIC)* altamente integrate. Il secondo indicatore sull'importanza dell'ICT si ha nel fatto che una delle prime tre "chiamate" per la creazione in Europa dell'Istituto Europeo per l'Innovazione e la Tecnologia (EIT) si concentra sull' ICT del futuro (le altre due sono focalizzate su clima ed energia).

La strategia dell'Europa su ICT si istanzia anche in modo importante nella creazione di **Public Private Partnerships (PPP)** e le iniziative di **Joint Undertaking (JU)** per attuare **Joint Technology Initiatives (JTI)**, costruite come evoluzione di precedenti **European Technology Platforms (ETP)**. Le Piattaforme Tecnologiche Europee sono, da un punto di vista legale, iniziative spontanee del sistema industriale europeo che hanno l'obiettivo di avviare un'ampia concertazione per la definizione di un'agenda strategica in alcuni settori di grande interesse per il sistema della ricerca nell'ICT. Questi organismi hanno un approccio *bottom-up e technology-driven* e rappresentano un momento di aggregazione dell'industria europea, che potrà produrre un forte impatto sul sistema produttivo, rispondendo ai bisogni della società e tracciando le linee guida del mercato del domani. Le JU e le PPP sono una naturale evoluzione delle JTI e le JTI sono esse stesse una naturale evoluzione delle ETP e sono un mezzo per implementare attività di ricerca applicata su larga scala e guidate dall'industria, guidate (in parte) dai bisogni identificati dalle ETP. Le ETP non sono finanziate dai programmi quadro al contrario delle JTI che sono delle iniziative comunitarie, talvolta finanziate in collaborazione con gli stati membri partecipanti. Come descritto nel seguito di questa sezione, l'attenzione dell'Europa è molto alta su JTI, ETP, JU e PPP specificatamente riguardanti l'ICT.

L'Internet di oggi non era stata progettata per essere un elemento critico dell'infrastruttura economica, ma di fatto lo è diventata in quasi tutti i paesi economicamente sviluppati. Internet sarà sempre di più un elemento cruciale delle infrastrutture informatiche e, nella società del futuro, la sua fruizione dovrà essere vissuta dall'utente alla stessa stregua dell'erogazione dell'elettricità, del gas, o dell'acqua. Nuove frontiere si apriranno con l'utilizzo di Internet, ad esempio nel miglior utilizzo energetico, in campo medico, educativo, nelle pubbliche amministrazioni, nella sicurezza domestica e ambientale, nel settore privato e nella vita sociale in genere. L'Internet del Futuro dovrà essere parte integrante nella vita di tutti i giorni avendo un carattere pervasivo, ma non intrusivo. Riconoscendo l'importanza di Internet come catalizzatore eccezionale per la crescita di creatività, collaborazione e innovazione, nell'ambito del Settimo Programma Quadro, l'Europa è impegnata in un notevole sforzo di Ricerca e Sviluppo (R&S) a riguardo della tematica dell'Internet del Futuro. Le azioni condotte in tal senso sono descritte in dettaglio nel sito dedicato alla *Future Internet Assembly* (www.future-internet.eu). L'iniziativa al momento più rilevante è la **Public Private Partnership (PPP) sull'Internet del futuro**, che è stata concordata nel corso del 2009 fra le sedi maggiori industrie in ICT in Europa e vede la diretta partecipazione di due aziende italiane, Engineering e Telecom Italia. Questa PPP è già stata recepita dalla Commissione Europea ed è stata annunciata dal Commissario europeo Vivian Reding, in occasione del Forum su Future Internet nel Maggio 2009. La Public Private Partnership (PPP) sull'Internet del futuro ha come obiettivo il lancio di programmi industriali di ricerca europei che abbiano un forte impatto sullo scenario dei servizi ICT. Tale iniziativa beneficia dell'attività delle principali Piattaforme Tecnologiche Europee. Le più importanti fra queste sono **NESSI** (Software e Servizi), **NEM** (Media), **ISI** (Integrated Satellite Initiative) ed **eMobility** (Reti mobili e senza fili).

Una seconda importante iniziativa, attualmente ad uno stato di avanzamento maggiore, è la piattaforma tecnologica **ARTEMIS** (Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and Systems, <http://www.artemis-ju.eu/>) per lo sviluppo di **intelligenza e sistemi immersi** (anche chiamati sistemi *embedded*). La piattaforma tecnologica ARTEMIS è iniziata nel 2005 ed ha prodotto una *Strategic Research Agenda* nel 2006. Questa agenda verrà rivista nel 2010. Su questa base, nel Gennaio 2007, i membri di ARTEMIS hanno creato l'associazione europea **ARTEMISIA** quale componente privata del **Joint Undertaking (JU) ARTEMIS**. Questa JU, che vede anche il coinvolgimento della Commissione Europea, e degli stati membri partecipanti, è stata creata nel Febbraio 2008, ha la sede in Brussels ed è gestita da un

Direttore esecutivo. Le nazioni che ne prendono parte sono al momento Belgio, Danimarca, Germania, Estonia, Irlanda, Grecia, Spagna, Francia, Italia, Ungheria, Olanda, Austria, Portogallo, Romania, Slovenia, Finlandia, Svezia and Regno Unito. ARTEMISIA conta più di 180 membri che includono grandi imprese, piccole e medie imprese, e istituti di ricerca organizzati in tre categorie e un gruppo di Associati³. I membri Italiani di ARTEMISIA sono più di venti fra cui, segnatamente, STMicroelectronics, FIAT, Finmeccanica ed EuroTech.

Esistono inoltre molte piattaforme tecnologiche europee centrali per l'ICT, fra cui **Photonics 21** (fotonica), **EUROP** (Robotics) ed **ENIAC** (European Nanoelectronics Initiative Advisory Council). L'area nano-elettronica è coperta in un altro tavolo e quindi non discussa in questo documento; è però opportuno fare qui notare che le tematiche proprie legate alla ricerca per lo sviluppo delle tecnologie per la realizzazione di microcomponenti e/o sistemi sono abilitanti di tutte le aree applicative. Esse non sono rappresentate da un'area di ricerca specifica e permeano in modo trasversale tutte le aree e/o applicazioni. Risulta pertanto importante assicurare che tali tematiche vengano opportunamente sostenute a livello di ricerca, altrimenti si potrebbe generare una pericolosa forbice tra le richieste computazionali e/o di sistema e le potenzialità offerte dalla tecnologia sviluppata in Italia.

Infine esistono altre piattaforme tecnologiche che, per quanto centrate su aree diverse dell'ICT, fanno ampio uso dell'ICT stessa. Fra esse si possono annoverare: **ACARE** (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe), **ERRAC** (European Rail Research Advisory Council), **EPOSS** (European Technology Platform for Smart Systems Integration), ed altre.

4 L'ICT del Futuro: una strategia per la ricerca in ICT in Italia

Questo documento definisce un programma di ricerca per lo sviluppo dell' **ICT del Futuro**, dove per ICT del futuro si intende **l'insieme di teorie, metodologie, tecnologie, integrazioni sistemiche fra le sotto-discipline dell'ICT (includendo i settori dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dell'informatica), integrazioni sistemiche con altre discipline mirate alla creazione di nuove discipline, nuovi settori tecnologici e nuove applicazioni, con lo scopo finale di favorire lo sviluppo di una società abilitata da una ICT anyTime, anyWhere, for anyBody**. L'ICT del Futuro andrà quindi oltre le barriere che nel passato esistevano fra le sotto-aree dell'ICT per portare alla costruzione di sistemi complessi ottenuti da una integrazione profonda e sistemica (non "*black box*") dove "l'unione è più della somma delle parti". Analogamente, l'ICT del futuro si aprirà ad altre discipline, fra cui citiamo a mero scopo esemplificativo sanità e salute, ambiente, cultura, energia, scienze umane ed economico- sociali, biotecnologie, meccanica e mecatronica, e **l'integrazione non sarà di mera strumentalità o approccio bensì di mutazione bidirezionale interdisciplinare che cambierà tutte le discipline, inclusa l'ICT**.

La definizione dell'ICT del Futuro è stata sviluppata sulla base di linee guida elaborate a valle dell'analisi descritta nelle sezioni precedenti. Un primo insieme di linee guida definisce le aree di ricerca su cui investire, riportate nel seguito.

1. La pervasività dell'ICT è e sarà sempre più abilitata dallo sviluppo delle **tecnologie abilitanti**. Se si esclude la tematica delle nano-tecnologie, affrontata in un altro tavolo, due sono le tecnologie su cui puntare:
 - a. **I sistemi immersi**. Nel seguito di questo documento, per sistemi immersi si intendono sistemi elettronici che sono parte integrante della funzionalità di un oggetto o di un sistema ma che non sono direttamente accessibili o addirittura visibili dall'utente finale. Esempi sono il sistema elettronico che controlla il funzionamento di un elettrodomestico, quello che controlla gli strumenti di bordo, i futuri sistemi di supporto intelligente della guida e i sistemi cooperativi veicolo-infrastruttura. I sistemi immersi sono il cuore dello sviluppo della ICT pervasiva. Infatti come è stato detto nel famoso rapporto "*Embedded Everywhere*" del National Research Council degli Stati Uniti, in pochi anni ogni oggetto di uso comune avrà un'anima elettronica che ne aumenterà le funzionalità e le proprietà in modi ancora non del tutto compresi. Nel caso delle automobili, dichiarazioni di top managers di Mercedes e BMW indicano che il 90% delle innovazioni del settore automobilistico sarà nell'intelligenza di bordo. Nel settore dell'energia e della salute, il ruolo dei sistemi immersi sarà

³ <https://www.artemisia-association.org/>

sempre più importante per assicurare nel caso dell'energia l'uso efficiente delle risorse, e nel caso della salute lo sviluppo di dispositivi altamente innovativi quali quelli per il monitoraggio dei parametri vitali e per la somministrazione automatica di farmaci. Nel settore della stessa produzione industriale di beni, i sistemi immersi saranno abilitanti a fabbriche e sistemi di produzione dotati di capacità sempre più evolute di supporto delle decisioni e delle operazioni umane

- b. **Le tecnologie per le reti.** Nel seguito di questo documento, per tecnologie per le reti si intendono tutte quelle tecnologie che riguardano la fibra o cavo, il wireless ed il satellite. D'altra parte le reti attuali sono una evoluzione delle prime reti progettate negli anni '70 e non sono più in grado di reggere alle crescenti richieste di utilizzo. Alcuni degli attuali limiti di Internet sono: gestione della mobilità, numero di apparati, i tipi di rete supportati, i limiti di banda, memoria e potenza di calcolo disponibile, flessibilità, riconfigurabilità, sicurezza e privacy, e così via.

Le due prime sezioni del PNR-ICT si concentrano sulle due tecnologie abilitanti, segnatamente, i sistemi immersi e le tecnologie per le reti.

2. Lo sviluppo dell'ICT del futuro non è quindi importante solo per l'ICT in quanto tale ma anche in molti altri settori, produttivi (non ultimo il tradizionale settore dei beni materiali generalmente indicato come meccanica) e non, dove diventa uno dei fattori principali ed abilitanti all'innovazione tecnologica. Non solo, lo sviluppo dell'ICT sarà anche un elemento essenziale dello sviluppo della automazione industriale del futuro che consenta ulteriori evoluzioni dei sistemi di produzione di beni, per reggere la competizione alternativa di aree del mondo a basso costo della manodopera. Non a caso, la Comunità Europea, per quanto riguarda l'ICT, all'interno del 7PQ ed anche del programma CIP ("*Competitiveness Innovation Program*") ha previsto alcune linee di finanziamento su aree interdisciplinari, ed anche alcuni bandi congiunti (ad esempio la sicurezza e l'energia). Tenendo in considerazione che il modello sequenziale dell'innovazione (dove si fa *prima* la ricerca e *dopo* l'innovazione) non funziona, si è quindi previsto di affrontare, all'interno del PNR-ICT sia gli aspetti più propri dell'ICT che dell'integrazione interdisciplinare con le altre discipline.

I contenuti del PNR-ICT sono organizzati secondo due sezioni distinte, ossia:

- a. *Le tecnologie ICT abilitanti all'ICT del futuro: qui sono descritte tutte quelle tematiche il cui obiettivo è di far sviluppare le competenze all'interno dell'ICT, favorendo la maggior integrazione possibile fra le varie sotto-aree (Elettronica, Informatica, Telecomunicazioni).*
- b. *I domini applicativi abilitati dall'ICT del futuro: le tecnologie che permettono, all'interno di Future ICT, lo sviluppo di settori applicativi verticali dove l'ICT ha un ruolo importante e può diventare un fattore discriminante nella creazione di ricerca interdisciplinare e conseguente innovazione tecnologica.*

Nella realizzazione del PNR-ICT andranno studiati dei meccanismi per favorire la maggiore integrazione possibile fra la ricerca nell'ICT interdisciplinare e quella nelle corrispondenti aree del PNR. Ad esempio si dovrà valutare la possibilità, fattibilità, vantaggi e svantaggi di bandi congiunti cross- area.

3. La pervasività dell'ICT è tale per cui ormai la maggioranza degli utenti usano l'ICT nella vita di tutti i giorni e non più solo come strumento di lavoro. Vari studi hanno dimostrato che un approccio *user-centric* all'innovazione diminuisce le resistenze (fortissime in Europa) all'adozione di innovazione tecnologica e che diventano dirimenti in quei settori in cui il target dell'innovazione è il cittadino, l'utente "comune". L'utente userà prodotti con innovazione tecnologica solo quando ne percepirà il vantaggio e la barriera di ingresso all'utilizzo sarà "bassa". Non a caso, in molte delle aree applicative su cui si concentrano 7PQ e CIP hanno come target l'utente finale e le istituzioni utente (ossia le istituzioni che fanno da intermediario verso l'utente finale) sono o la Pubblica Amministrazione (PA) (come nel caso di EGovernment, eInclusion, eHealth, eEnvironment, eMobility, Cultural Heritage e Digital Libraries) o enti che comunque forniscono servizi all'utente finale (ad esempio eEnergy). Ed è inoltre partita, finanziata da 7PQ in ICT, una grossa iniziativa centrata sulla *user-centric innovation* e che ha generato una organizzazione di coordinamento, chiamata "*European Network of the Living Labs (ENoLL)*"

Il PNR-ICT prevede una linea d'azione dedicata esplicitamente al coinvolgimento dell'utente e della sua interazione con il computer, sia come individuo, sia nelle sue interazioni sociali mediate dalla rete (reti sociali).

Esiste poi un secondo insieme di linee guida che riguardano invece il modo con cui il PNR-ICT dovrà andarsi ad integrare con le iniziative già esistenti:

1. Il primo principio ispiratore è stato quello di concentrarsi il più possibile su tematiche di ricerca di massimo livello, perché è solo da questa che si può generare vero vantaggio competitivo, che però allo stesso tempo avesse la potenzialità di creare valore, anche ma non solo, economico e sociale.

Il PNR-ICT è stato elaborato come risultato di una collaborazione di persone che provengono sia da realtà di ricerca (includendo qui le Università) che di tipo industriale. Inoltre alla fine della descrizione di ogni area di ricerca, nella versione estesa del PNR-ICT, è stata prevista una sezione di impatto che cerca di evidenziare questo aspetto, per quanto possibile in modo quantitativo.

2. Un principio ispiratore alla stesura di questo piano è la volontà di diminuire il più possibile la frammentazione della ricerca focalizzandola su una serie di tematiche e problematiche ad altro impatto. Si cerca di raggiungere questo obiettivo in due modi. Da una parte si cerca di concentrare i contenuti scientifici e tecnologici del piano su un numero limitato di grandi sfide ("Grand Challenges") che identificano chiaramente il *problema* da risolvere e le conseguenti *aree di ricerca* su cui concentrarsi. Dall'altra parte si cerca, ove possibile, di fare riferimento a *piattaforme tecnologiche nazionali* esistenti od in via di definizione (fra cui NESSI Italia per il software ed i servizi, SERIT per la sicurezza, PHORIT per la fonotica e TERIT per le telecomunicazioni). Le piattaforme tecnologiche sono considerate come un ambiente di lavoro fondamentale e strumento primario per la creazione di ricerca sopra la massa critica di risorse umane ed organizzative.

Nelle sezioni 6,7, ogni sottosezione corrisponde ad una Grand-Challenge e descrive il problema e le aree di ricerca che ne conseguono. Inoltre, nella versione estesa del PNR-ICT, alla fine di ogni sottosezione sono esplicitati i programmi nonché le piattaforme tecnologiche nazionali, europee e internazionali di riferimento.

3. L'Italia non può affrontare da sola i grandi cambiamenti tecnologici in corso. Il PNR-ICT deve essere sviluppato avendo come riferimento le strategie ed i finanziamenti messi in atto a livello europeo. Un forte riferimento all'Europa è inoltre di ulteriore garanzia ad evitare possibile derive auto-referenziali. Tutti i contenuti scientifici e tecnologici sono stati proposti avendo come riferimento le iniziative in corso a livello Europeo. Da qui derivano i molti riferimenti ai programmi 7PQ e CIP nonché alle ETP, JTI, JU e PPP. Inoltre, i contenuti del PNR-ICT hanno un ruolo anticipativo rispetto ai programmi in corso di definizione a livello europeo, creando anche le premesse per influire sulle future scelte europee sia nella seconda parte del 7PQ sia per contribuire, con una strategia di sistema, al 8PQ.

Tutte le sezioni che descrivono i contenuti scientifici e tecnologici del piano nella versione estesa contengono riferimenti espliciti sia alle iniziative passate che a quelle future portate avanti a livello Europeo. Andrà poi definito in sede di istanziazione del PNR, insieme alle altre aree, ed all'interno di una strategia globale del MIUR, come portare avanti le nostre istanze a livello europeo sulle varie linee d'azione sopra identificate (7PQ seconda parte, 8PQ, EIT, ETP, JTI, PPP).

4. Nella sua attuazione il PNR-ICT dovrà andare a sotto-articolarsi ed ad integrarsi con altre iniziative esistenti, anche territoriali, a livello regionale. In questa attività dovranno essere considerati tutti gli attori elencati in sezione 4.

Le attività di ricerca identificate sono distinte, per quanto possibile, fra quelle di breve/medio periodo e quelle di medio/lungo periodo, implicitamente impostando una politica di finanziamento a due livelli.

A conclusione di questa sezione è fondamentale notare come la strategia delineata nel seguito da questo PNR-ICT potrà creare l'innovazione auspicata solo se si realizzerà una forte crescita del **Sistema Pubblico di Connettività (SPC)**, inteso (come da definizione) come "... l'insieme di infrastrutture tecnologiche e di regole tecniche per lo sviluppo, la condivisione, l'integrazione e la diffusione del patrimonio informativo e dei dati della pubblica amministrazione ..." ed una nuova rete **GARR (Gruppo per l'Armonizzazione delle Reti della Ricerca)** che abiliti la connettività necessaria all'utilizzo dei servizi innovativi che si pensa verranno sviluppati all'interno del PNR-ICT. In questo contesto è opportuno osservare che una delle principali occasioni di rilancio del settore è certamente rappresentata dalle reti di nuova generazione; lo sviluppo delle NGN, caratterizzate "geneticamente" da un alto tasso di convergenza fisso-mobile-media technology, Questo comporterà infatti massicci investimenti nelle attività di Ricerca e Sviluppo legate a tutte le

corrispondenti soluzioni tecnologiche e consentirà, quindi, il mantenimento delle attuali eccellenze sul territorio nazionale.

5 Le tecnologie abilitanti all'ICT del futuro

5.1 Sistemi embedded pervasivi

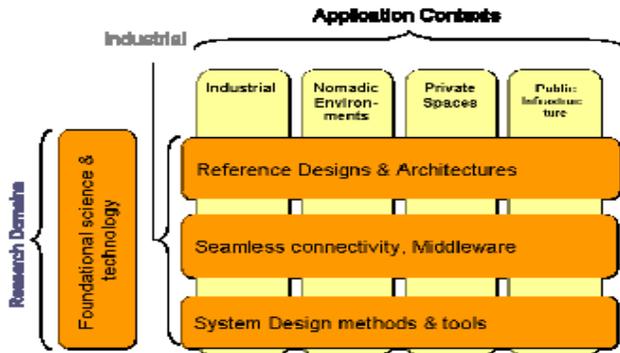
I problemi

I problemi da affrontare in questo ambito sono molteplici e multidisciplinari. Un sistema immerso schematicamente si compone di uno o più sensori che provvedono l'input ad un sistema elettronico di elaborazione dei dati che spesso si basa sull'utilizzo di microprocessori e che a sua volta comunica i risultati dell'elaborazione o all'utente finale umano tramite displays opportuni, ad attuatori che traducono i risultati in azioni sull'ambiente (per esempio, iniettori in un sistema di controllo per il motore) e ad altri dispositivi immersi o a portali. Caratteristiche fondamentali che si devono garantire per i sistemi immersi data la loro pervasività e funzionalità sono affidabilità, costo, sicurezza e prestazioni (energia consumata inclusa). In alcune applicazioni safety critical (automobili, aerei, treni, dispositivi per la salute), si richiede non solo affidabilità elevata ma anche la capacità di adattarsi a guasti in modo da continuare ad offrire funzionalità anche se in modo ridotto. La sicurezza (security) rispetto ad attacchi ostili di sistemi immersi vitali per il funzionamento delle infrastrutture quali i sistemi di controllo dell'energia (gas, elettricità) e delle risorse idriche deve essere salvaguardata.

L'ideazione di sistemi immersi comporta lo sviluppo di **componenti microelettronici** di grande complessità. Per i sensori, le tecniche che combinano meccanica miniaturizzata mista ad elettronica sono di grande attualità. Sensori di grandezze fisiche le più disparate sono in continuo sviluppo e oggetto di ricerca intensa. Gli attuatori coinvolgono ancora di più la interdisciplinarietà tra meccanica ed elettronica. Nel settore industriale, la robotica si basa in modo fondamentale sui sistemi immersi (si veda la sezione sulla robotica). La funzionalità della maggior parte dei sistemi immersi è basata su **software** che viene eseguito dalla parte programmabile della piattaforma implementativa. La complessità di questo software cresce in modo esponenziale. Si pensi che nel prossimo futuro ci saranno più di 100 Milioni di linee di codice in una autovettura. La **connessione** tra componenti di sistemi immersi deve garantire che la funzionalità degli stessi non venga compromessa. Le **prestazioni** dei sistemi immersi sono cruciali per le applicazioni dove essi devono rispondere in tempo reale agli stimoli ambientali (controllo motore, frenatura, controllo dei dispositivi di volo, sanità). L'**energia** consumata da sistemi immersi è un problema sia dal punto di vista ambientale (consumo delle risorse naturali, ambiente) soprattutto per sistemi energy-intensive. Ma lo è anche dal punto di vista della disponibilità delle sorgenti energetiche per sistemi immersi microscopici dove le dimensioni ridottissime non consentono di aggiungere batterie al sistema. In parallelo a queste sfide tecnologiche, ci sono le sfide relative alla **organizzazione del lavoro** di un intero segmento industriale. La catena della progettazione si estende al di là dei confini di una singola impresa e toccano l'intera filiera. Come coordinare le operazioni tra le imprese, come passare dati, modelli e requisiti sono tutti problemi reali e di difficile risoluzione. Infine, nella situazione attuale è evidente la mancanza di una **metodologia**, di strumenti e di principi fondamentali che siano in grado di sostenere in modo unificato attraverso i domini applicativi lo sviluppo ulteriore di questo settore. Il problema principale sta nel modo di specificare e analizzare il sistema complessivo fatto dell'unione di hardware e software immerso nell'ambiente con cui deve operare. Il progetto dei componenti spesso avviene in isolamento o con scarsa visione di insieme

Le aree di ricerca

Seguendo uno schema preparato in sede di comunità europea dallo *steering committee* di ARTEMIS presentato in figura, la ricerca nei sistemi immersi si organizza logicamente in una forma matriciale dove le righe presentano i grandi temi di ricerca che si applicano in tutti i settori industriali e le colonne evidenziano quei settori industriali che ne usufruiscono.



I settori verticali evidenziati toccano quasi tutti gli aspetti della nostra vita quotidiana. In particolare:

- *Sistemi Industriali* che coinvolgono i settori aerospaziale, automobilistico, medico e manifatturiero dove sicurezza (safety) e disponibilità sono considerazioni essenziali
- *Mobilità* dove si intende ambienti in cui persone, oggetti e applicazioni si muovono e cambiano costantemente
- *Spazi privati* quali case ed uffici dove il confort e la sicurezza (security) sono elementi essenziali
- *Infrastrutture pubbliche* quali aeroporti, città e autostrade, che includono infrastrutture chiave come la rete di distribuzione elettrica.

I settori di ricerca verticali vengono affrontati in sezione 6. I settori di ricerca orizzontali evidenziati in figura sono così articolati:

Obiettivo 5.1.1 Architetture e progetti di riferimento (breve/medio periodo), che possano offrire approcci comuni per un dato spettro di applicazioni. In particolare questo settore comprende temi quali: la *Componibilità* (cioè la capacità di derivare architetture particolari da piattaforme generiche), la *Disponibilità architetturale* (per assicurare che i servizi di sistema vengano offerti in modo sicuro, affidabile e nei tempi richiesti in presenza di guasti di componenti e/o attacco "nemico") e l' *Implementazione di sistemi con aspetti di sicurezza critica*.

Obiettivo 5.1.2 Middleware (breve/medio periodo), che permetta di avere connettività senza discontinuità e interoperabilità. Questo settore raggruppa temi di ricerca quali: la *Connettività e comunicazione* attraverso domini diversi, e la *Gestione delle risorse* che garantisca connettività continua tra sistemi immerse in ambienti fisici e logici che possano adattarsi con continuità a cambiamenti sempre più frequenti

Obiettivo 5.1.3 Metodi e strumenti di progettazione per sviluppo rapido e prototipale (breve/medio periodo), comprendendo temi quali: lo *Sviluppo di una catena di progetto* che supporti un flusso completo di sviluppo dalla ideazione di un sistema, gli *Strumenti software di progetto*, e *Strumenti per il test, la validazione e la verifica*.

Obiettivo 5.1.4. Scienza dei sistemj embedded (medio/lungo periodo). Per risolvere i problemi elencati sopra, però, non è abbastanza sviluppare strumenti e metodi basati su esperienza e su capacità progettuali focalizzate. Serve anche una nuova **scienza** che sposi il mondo dell'astrazione con quello fisico, che unisca il mondo dei segnali analogici con quelli digitali e che consenta di far leva su sensori e attuatori distribuiti ovunque per rendere il nostro ambiente più sicuro e più attento alle nostre esigenze. La ricerca fondamentale in questo settore deve concentrarsi sullo sviluppo di nuovi principi scientifici ed ingegneristici, nuove teorie, algoritmi e modelli per l'analisi ed il progetto di sistemi immersi che considerino insieme gli aspetti logici e quelli fisici. Nuove teorie sono necessarie per sostenere molteplici livelli di astrazione collegati tra loro e comprendenti modelli eterogenei con diverse viste che comprendano astrazioni per il loro funzionamento fisico. Nuovi algoritmi sono necessari per il coordinamento in tempo reale, la cooperazione e l'autonomia in sistemi immersi collegati in rete tra di loro con inclusi sistemi mobili collegati wireless (vedi anche il tema dell'Internet delle Cose in sezione 5.4). Questi algoritmi saranno gli attori abilitanti per la costruzione dei sistemi complessi (sistemi di sistemi, vedi sezione 5.4) del futuro che possano operare in ambienti altamente incerti e non strutturati. Le teorie dovranno includere modelli di comportamento umano e considerazioni sugli aspetti di interazione uomo macchina.

5.2 Tecnologie per le Reti

L'infrastruttura di rete per l'ICT del Futuro dovrà fornire un ambiente in grado di soddisfare ogni richiesta dell'utente in un regime di dinamicità e capacità di immediata risposta alla domanda, anche e soprattutto in relazione al suo contesto ambientale, temporale e geografico. È necessario quindi sviluppare tecnologie innovative nei settori della fibra ottica, della comunicazione *wireless*, della sensoristica, delle comunicazioni satellitari che superino gli attuali limiti di prestazioni, per realizzare una infrastruttura integrata di telecomunicazioni, ubiqua e sempre disponibile, adatta allo sviluppo e alla realizzazione di applicazioni e servizi avanzati coerenti con l'evoluzione mondiale di Internet.

I problemi

L'infrastruttura per l'Internet del Futuro dovrà integrare reti *wireless* terrestri e satellitari ad alta velocità con reti cablate in fibra ottica sia per il trasporto a lunga distanza che per l'accesso all'utente, realizzando un ambiente con elevate caratteristiche di dinamicità e capacità di immediata risposta alla domanda proveniente dagli utenti dei servizi avanzati che si profilano, che integreranno su diversi mezzi fisici comunicazione, localizzazione, sensoristica e monitoraggio. A questo fine è necessario sviluppare tecnologie innovative per la realizzazione di apparati fotonici di comunicazione, apparati e sensoristica *wireless* per comunicazione, localizzazione, monitoraggio terrestre e satellitare ad altissime prestazioni, che superino gli attuali limiti di banda disponibile, consumo energetico, connettività, modularità, flessibilità, riconfigurabilità, tipo di rete, gestione della mobilità, potenza di calcolo e di memoria, quantità di dati, sicurezza, ecc., per realizzare una infrastruttura innovativa di rete integrata, condizione indispensabile al supporto delle applicazioni e servizi avanzati dell'Internet del Futuro.

Le aree di ricerca.

Gli ambiti entro cui si collocano gli obiettivi descritti nel seguito sono relativi alle tecnologie e alla infrastruttura fisica di rete, con l'impiego delle tecnologie fotoniche, delle tecnologie *wireless* terrestri, delle tecnologie satellitari per i sistemi di telecomunicazione e la loro integrazione nelle soluzioni di rete. Obiettivo generale è la comunicazione con capacità di ordini di grandezza superiore, nei rispettivi ambiti tecnologici, ai valori massimi attuali, oltre alla possibilità di far transitare servizi multimediali attraverso reti a diversa capacità disponibile. Tutto questo con soluzioni a basso costo ed elevata integrazione, affidabilità e qualità controllate, e con uso pervasivo della fotonica come tecnologia a basso consumo energetico. Nell'ambito della tecnologia *wireless* terrestre rientrano i sensori discreti con comunicazione *wireless*, nelle tecnologie fotoniche rientrano i sensori continui in fibra ottica con comunicazione sullo stesso mezzo.

La ricerca si sviluppa con studio teorico e simulativo per la progettazione di innovativi sottosistemi, apparati e reti, con realizzazione prototipale e dimostrazione delle soluzioni individuate in laboratorio e su *test bed* dedicato per la sperimentazione sul campo a larga scala (*field trial*). Per i sottosistemi integrati fotonici la realizzazione necessita di una "*foundry for prototyping*", necessaria per la effettiva validazione operativa delle soluzioni individuate. Per la componente satellitare occorre la definizione di una nuova generazione di sistema satellitare che integri Galileo, e più in generale altri sistemi di posizionamento/localizzazione con le funzionalità di comunicazione e monitoraggio. Le comunicazioni *wireless* terrestri devono orientarsi principalmente, anche se non esclusivamente, verso reti *wireless* eterogenee, interoperabilità basata su IP, sistemi cognitivi, sostenibilità della mobilità degli utenti, reti di sensori, e così via.

Obiettivo 5.2.1 Tecnologie fotoniche per la comunicazione (breve/medio/lungo periodo). L'obiettivo generale è rivolto all'impiego pervasivo della fotonica in tutti i segmenti di rete, sia per le dorsali di trasporto che per la rete di accesso, al fine di elevare di ordini di grandezza la capacità delle reti di comunicazione per la nuova Internet. La fotonica è considerata a livello europeo (e mondiale) la tecnologia del 21° secolo in una varietà di campi applicativi, in grado di affiancarsi nell'ICT in modo massiccio all'elettronica per consentire vantaggi tecnici di elaborazione e risparmi energetici. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Tecnologie fotoniche per l'elaborazione nella rete (lungo periodo), Sistemi per l'accesso e il trasporto ad alta velocità e basso costo per reti multi servizio (breve/ medio periodo), Architetture per la prossima generazione di rete in fibra ottica (breve/medio periodo).*

Obiettivo 5.2.2 Tecnologie wireless terrestri (breve/medio/lungo periodo). L'obiettivo generale è quello di sviluppare tutte le tecnologie, i protocolli e le architetture funzionali per la realizzazione di reti *wireless* eterogenee e pervasive, nel quadro della rete Internet del Futuro e operanti con elevata efficienza energetica. Unite alle reti ottiche, esse devono garantire accesso a banda larga e ultra-larga a servizi

multimediali e la condivisione di informazioni fra gli utenti con diversa qualità di servizio e livello di mobilità, facilitando la diffusione e fruizione di nuovi servizi a tutti i livelli della società, soddisfacendo le esigenze dell'operatore in termini di flessibilità, costi e capacità di banda richieste, e le esigenze degli *end user*, caratterizzati da profili modificati da nuovi stili di vita emergenti legati alla mobilità, alla globalizzazione ed una richiesta di offerta sempre più personalizzata e flessibile. Inoltre, le reti *wireless* pervasive devono soddisfare ulteriori esigenze, quali ad esempio il basso consumo energetico la robustezza, affidabilità e basso costo, non legate esclusivamente alla banda larga, come nel caso di reti di sensori, di applicazioni nel campo dei trasporti (per es. ferroviario e automotive) e per sicurezza pubblica e situazioni di emergenza. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Sistemi wireless cognitivi e cooperativi (medio/lungo periodo)*, *Reti beyond-IP mobile e wireless (medio/lungo periodo)*, *Tecnologie fondamentali per l'accesso radio efficiente (medio/lungo periodo)*, e *Reti wireless eterogenee (breve/medio periodo)*.

Obiettivo 5.2.3 Sistemi via satellite (breve/medio /lungo periodo). I nuovi sistemi satellitari devono allargare il loro obiettivo strategico: non più solo rete satellitare a sé stante (comunicazioni o navigazione o monitoraggio), ma sistema integrato, atto a fornire contemporaneamente le tre funzionalità di comunicazione, posizionamento e monitoraggio. Il sistema satellitare aggiunge così alle funzioni di comunicazione tradizionali (*overlay* e *backup*, servizi per aree geografiche non servite da infrastrutture terrestri, servizi ad utenza mobile aerea e navale, comunicazioni a rapido dispiegamento in condizioni di emergenza, servizi *multicast* e *broadcast*) nuove funzionalità operative di posizionamento/navigazione e di monitoraggio ambientale. Le reti cablate, le reti *wireless* terrestri e le reti satellitari, in modo integrato e trasparente all'utente, devono consentire nell'Internet del futuro uno sviluppo dei servizi di nuova generazione a livello globale. Questo obiettivo include anche i terminali di terra, ovvero la ricerca e lo sviluppo di tecnologie e soluzioni sistemistiche necessarie per il raggiungimento delle prestazioni complessive dei futuri sistemi via satellite. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Sistemi satellitari multifunzione integrati con le reti terrestri (medio/lungo periodo)* e *Sistemi satellitari adattativi di comunicazione (breve/medio periodo)*.

5.3 Infrastrutture e reti per i servizi

L'Internet del Futuro prevede nuove forme di comunicazione tra oggetti, tra dati, tra utenti e dati, che vengono imposte dalle nuove applicazioni e servizi emergenti, e che richiedono il ripensamento dei principi architetturali e protocollari dell'Internet attuale per far fronte alle nuove esigenze di scalabilità, distribuzione, eterogeneità, mobilità, flessibilità, affidabilità. Per i servizi pensati per l'Internet del Futuro necessitano quindi architetture innovative di rete flessibili, sicure, adattive e autonome che siano capaci di supportare non solo la crescente complessità dei servizi erogati, ma anche il loro accesso ubiquo e trasparente.

I problemi

Le infrastrutture e reti per i servizi richiedono soluzioni architetturali/protocollari, e piattaforme *middleware* altamente specializzate che possano estendersi attraverso infrastrutture di calcolo e di rete eterogenee e che siano capaci di superare i confini geografici e le limitazioni fisiche ambientali. E' altresì necessario lo sviluppo di tecniche di intelligenza contestuale e d'ambiente che rendano il sistema in grado di percepire e predire le peculiarità, le caratteristiche e le esigenze degli utenti. Il processo di cambiamento deve essere in grado di bilanciare innovazione estrema con continuità operativa delle reti e servizi esistenti. In tale scenario, emergono due dimensioni di problemi da risolvere in progressione:

- sviluppare, nella forma di piattaforme *overlay* sulle rete esistente, nuove tecniche per supportare i servizi emergenti senza intaccare l'operatività dei servizi già in essere.
- identificare modalità ed approcci (con particolare riferimento a tecniche di virtualizzazione di rete) che permettano di far migrare le idee inizialmente formulate in contesti di rete *overlay* dal dominio applicativo dove sono state formulate al cuore della rete stessa, nella forma di nuovi servizi di rete *core*.

Le aree di ricerca

Gli obiettivi sono classificati in due ambiti, in diretta relazione con le due dimensioni di problemi da risolvere sopra dette: *i)* reti orientate ai servizi, e *ii)* nuove architetture per Internet, includendo approcci per la virtualizzazione di tali nuove architetture di rete atti a fornire un processo evolutivo per il *deployment* delle soluzioni ideate. L'approccio è basato su un iniziale studio teorico e simulativo e successiva progettazione e realizzazione di piattaforme abilitanti relative agli obiettivi di seguito illustrati.

Obiettivo 5.3.1 Reti e infrastrutture orientate ai servizi (medio periodo). I protocolli alla base della rete Internet originariamente pensati per far fronte a requisiti di servizio di oltre trent'anni fa, sono diventati oggi fattori limitanti per la sua evoluzione ed adattamento alle mutate esigenze di servizio odierne. Da un lato, non è possibile rivoluzionare tali protocolli, dato l'enorme numero di applicazioni e servizi commerciali che si appoggiano su di essi e che richiedono continuità operativa, dall'altro lato la mera estensione incrementale di questi protocolli non appare in grado di far fronte alle nuove esigenze di scalabilità, distribuzione, eterogeneità, mobilità, flessibilità, affidabilità, ed alle nuove forme di comunicazione estese a comunicazioni tra oggetti, tra dati, tra utenti e dati. Il ripensamento dei principi architetturali e protocollari di Internet deve essere affrontato con un processo in grado di bilanciare innovazione estrema con continuità operativa delle reti e servizi esistenti. Per far fronte a questo processo di innovazione e superare i limiti dell'attuale Internet si è avviata la realizzazione di nuove reti "sovrapposte" alla rete esistente (reti *overlay*). Tali reti hanno cominciato ad introdurre novità assolute in termini di servizi di rete chiave, quali *naming*, indirizzamento ed instradamento, gestione e distribuzione dei contenuti, sicurezza e privacy, gestione della mobilità, distribuzione di funzionalità di computazione, ma molto ancora deve essere fatto per supportare i servizi pensati per l'Internet del Futuro. Problematiche da affrontare sono le *Reti sociali e comunitarie (medio periodo)*, le *Reti data-centriche (medio periodo)*, le *Content delivery networks (medio periodo)* e la *Virtualizzazione delle infrastrutture per applicazioni di Cloud Computing e DataIntensive su vasta scala (medio periodo)*.

Obiettivo 5.3.2 Nuove architetture per Internet. Diverse ragioni spingono ad identificare modalità e approcci che permettano di far migrare le idee inizialmente formulate in contesti di rete *overlay* dal dominio applicativo dove sono state formulate al cuore della rete stessa, nella forma di nuovi servizi di rete *core*: *i*) un accesso aperto verso un più ampio insieme di servizi di rete permetterebbe di semplificare drammaticamente lo sviluppo di nuove applicazioni e servizi, permettendo di concentrarsi sulla logica di servizio piuttosto che sui relativi servizi di rete di supporto; *ii*) una massa critica di applicazioni e servizi potrebbe condividere uno stesso sottoinsieme di servizi innovativi di rete, portando ad un consolidamento degli stessi ed all'introduzione di nuovi fornitori; *iii*) si otterrebbe un guadagno prestazionale calando tali nuovi servizi di rete dai computer di bordo rete (come nelle reti *overlay*) ai dispositivi della rete *core*, migliorando la loro efficacia, scalabilità ed affidabilità. Problematiche da affrontare sono le *Reti "beyond IP" (medio periodo)*, l' *Internet delle cose (medio periodo)*, e le *Reti e servizi convergenti (medio periodo)*, e le *Reti "green" (medio periodo)*.

5.4 Piattaforma dei servizi

Dopo una prima Internet che costituiva una infrastruttura fortemente orientata alla condivisione di dati e informazioni (Web 1.0) e una seconda Internet orientata allo scambio di contenuti e alle reti sociali (Web 2.0), i servizi sono riconosciuti come una delle sfide fondamentali per realizzare la prossima generazione di Internet (Web 3.0), ovvero una Internet in cui *non solo dati, informazioni e contenuti* siano condivisi, ma che anche le *applicazioni siano disponibili in rete come servizi facili da usare e combinare*, sia tramite PC che tramite altri canali e dispositivi, ad esempio i cellulari. L'Internet del futuro sarà invasa da un universo di applicazioni che vorranno e dovranno essere disponibili come servizi, dai servizi web come quelli per il commercio elettronico, per il business e per la pubblica utilità (eGovernment, eHealth, eInclusion, eEnergy, eMobility, sistemi complessi per infrastrutture critiche pubbliche, ecc.), alle applicazioni rivolte all'uso personale dell'utente, quali i cosiddetti "personal management services" (ad es. mappe, agende, calendari on-line), ai servizi pervasivi nell'ambiente legati all' "*Internet of Things*", i quali dipendono fortemente dal contesto, da dove ci si trova e cosa si fa (quali i servizi forniti tramite dispositivi mobili come i cellulari). La tendenza è quella di una rapida crescita sia nel numero che nella varietà di servizi che nei dispositivi in grado di fornirli. Quindi il *futuro Internet verrà inondata da una quantità enorme di servizi esattamente come ora sta succedendo con dati, informazioni e multimedia*.

I Problemi.

Il successo dell'Internet dei dati e delle informazioni è stato reso possibile da una infrastruttura atta a creare, trovare e gestire i contenuti: si pensi non solo a Google, ma anche a tutti gli strumenti per gestire contenuti multimediali del Web 2.0 (YouTube, Facebook, mySpace, ...). *Ancora manca l'analogo di questa infrastruttura per le applicazioni che vogliono essere rese disponibili in rete come servizi*. Mentre in ambito "*enterprise*" il paradigma dei servizi si sta imponendo in maniera sempre più forte come passo evolutivo software rispetto alla costruzione di sistemi basati sui componenti, in Internet la penetrazione di questo paradigma è ancora marginale. Al momento, meno di 30.000 applicazioni sono esposte in Internet secondo il paradigma dei servizi (si veda http://webservices.seekda.com/about/web_services), a fronte di milioni di

applicazioni esposte su internet (tramite clienti web, mail, ecc.) e, ad esempio, con le oltre 50.000 applicazioni create in pochi mesi per l'iPhone. Una delle cause di questa scarsa adozione è certamente la *mancaza di quegli elementi infrastrutturali che, in modo analogo a Google e YouTube, abilitano da un lato la realizzazione e la fornitura e dall'altro la scoperta e l'utilizzo dei servizi per il singolo utente come per le organizzazioni.*

Ideare, studiare e realizzare questa infrastruttura per i servizi è un obiettivo strategico, riconosciuto a livello europeo, usualmente identificato con *"internet dei servizi" ("internet of services")*. Con questo termine si indicano tutte le attività per creare una nuova piattaforma per la fornitura dei servizi (*"service delivery platform"*) che superi i limiti delle attuali soluzioni rivolte all'ambito *"enterprise"*, permetta a tutti, singoli ed organizzazioni, di partecipare all'ideazione e alla realizzazione di nuovi servizi, di accedere ai servizi in modo personalizzato, contestualizzato e proattivo nonché di affrontare il problema di come distribuire e permettere l'integrazione di componenti di base (quali ad esempio autenticazione, autorizzazione e *Identity Management*) da parte di attori diversi che partecipano alla creazione della piattaforma stessa. Con il termine *"Internet of services"* si identificano inoltre le attività per *rendere questa "service delivery platform" parte integrale dell'internet del futuro*, garantendo quindi un disegno coerente e partecipando alla costruzione di una architettura globale, trasversale ai diversi livelli infrastrutturali per i servizi di rete, i servizi mobili e i servizi applicativi.

Le aree di ricerca.

Obiettivo del piano di ricerca nazionale è *concorrere alla costruzione di questa piattaforma aperta per i servizi in forte sinergia con i programmi di ricerca europei*. L'approccio che si intende seguire è quello di *concentrarsi su specifiche sfide, ovvero su linee di ricerca che affrontino problemi ancora non risolti e che abbiano una rilevanza fondamentale per il disegno e la realizzazione di una internet che abiliti l'uso dei servizi e per la realizzazione di sistemi complessi Mission Critical nella loro massima espressione.*

Ciascuna delle sfide identificate, descritte con maggior dettaglio nel seguito, hanno una valenza sia di breve/medio che di lungo termine:

Obiettivo di breve/medio termine. Ciascuna delle sfide richiede di estendere in modo innovativo le teorie, le metodologie e le soluzioni attualmente esistenti per sviluppare applicazioni e servizi. Obiettivo di breve/medio è dunque investigare queste teorie e metodologie e quindi di realizzare queste soluzioni.

Obiettivo di lungo termine. Per raggiungere l'obiettivo complessivo dell'internet dei servizi è inoltre necessario integrare le soluzioni individuate all'interno del quadro architeturale rappresentato dalla piattaforma dei servizi che verrà progressivamente disegnata e realizzata a livello europeo. Obiettivo di lungo è appunto questa integrazione, l'abilitazione al dispiegamento della piattaforma così ottenuta a livello nazionale e la sua applicazione a domini applicativi chiave, quali quelli analizzati nella Sezione 6.

Per costruire questa internet abilitante ai servizi, le sfide per il futuro vanno dall'individuazione di tecniche e metodi innovativi di ingegneria del software e di modellazione dei servizi, dalla definizione di tecniche per la gestione a run-time dei servizi, fino alla scoperta di tecniche che permettano all'utente finale di manipolare, usare e comporre servizi. Il piano si focalizzerà sulle seguenti sfide:

Obiettivo 6.4.1. Service Engineering. La sfida consiste nel fornire strumenti e metodi per la creazione rapida ed economicamente vantaggiosa di servizi software (ingegneria dei servizi) e per passare da architetture di riferimento pensate per applicazioni intranet a architetture ancora più aperte pensate per Internet (architetture orientate ai servizi). Al tempo stesso, l'obiettivo mira a fornire funzioni di supporto agli ecosistemi dei servizi in grado di coinvolgere e sostenere la partecipazione al processo di creazione servizi del maggior numero di attori possibili. Occorre sia abilitare e stimolare la creazione di nuovi servizi tramite la composizione di componenti distribuite, sia gestire complesse e dinamiche relazioni, anche commerciali, tra i diversi attori che possono svolgere ruoli diversi e non completamente determinabili a priori, con soluzioni innovative a supporto dell'intero ecosistema. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Ingegneria dei servizi e delle architetture orientate ai servizi (breve/medio/lungo periodo) e Funzioni di supporto agli ecosistemi dei servizi (breve/medio/lungo periodo)*

Obiettivo 6.4.2. Autonomia dei servizi e dell'infrastruttura orientata ai servizi (breve/medio/lungo periodo), che dovrà rendere autonomici, adattabili a run-time ai fallimenti, ai cambiamenti ecc. (il cosiddetto *self**) non solo il livello infrastrutturale (la gestione della rete, delle risorse di storage e computazione) ma anche il livello dei servizi software fino ai processi di business. Attualmente i servizi esposti su web sono assai simili

a programmi tradizionali basati su un'architettura client-server, in cui non è possibile ovviare ad un malfunzionamento di un componente senza l'intervento umano. La prospettiva di avere applicazioni che si basano sempre più pesantemente sull'utilizzo di servizi offerti da terze parti ed eseguite su internet anziché in una intranet controllata, rende necessario l'adozione di infrastrutture di riferimento che abbiano caratteristiche di alta resilienza e capacità di *problem solving* autonomo. Siffatte applicazioni devono essere in grado di trovare ed applicare strategie di adattamento, in casi di malfunzionamenti di servizi componenti o di altri elementi del contesto di esecuzione. Ad esempio, meccanismi di allocazione automatica di risorse alternative a quelle utilizzate inizialmente, ma che garantiscano ancora la continuità del servizio entro limiti di qualità accettabili dall'utente. La dipendenza da servizi offerti da terze parti, implica che i sistemi di monitoraggio non potranno più essere centralizzati, ma dovranno essere distribuiti, e concepiti per supportare meccanismi di delega e di replicazione affidabili e sicuri, in grado di gestire eventi inattesi che possono incorrere durante tutto il ciclo di vita di un'applicazione basata su servizi. Tali strumenti e metodi di monitoraggio dovranno essere in grado di analizzare l'intera architettura dell'applicazione partendo dall'infrastruttura fino al funzionamento del singolo servizio ed avere caratteristiche in grado di anticipare i possibili malfunzionamenti attraverso politiche di tipo proattivo e che permettano simulazioni e diagnosi rapide, al fine di selezionare le migliori strategie per la correzione di malfunzionamento o disservizi.

Obiettivo 6.4.3 Sistemi complessi (systems of systems) (breve/medio/lungo periodo), ossia sistemi ad alta intensità di software che forniscono servizi pubblici critici per il fluire delle attività economiche e per la vita sociale (trasporti, infrastrutture critiche, protezione civile, *homeland security*, ecc.). Questi sistemi, caratterizzati da architetture distribuite, dall'integrazione di numerosi sottosistemi (per es. reti di sensori) e dalla necessità di fornire prestazioni in tempo reale e su larga scala, richiedono lo studio di metodi e strumenti ICT di progetto, sviluppo, simulazione e valutazione di prestazioni, dal livello architetturale a quello dei singoli componenti, per operare in forma altamente affidabile e sopravvivere a condizioni avverse. Il raggiungimento di questi obiettivi include ricerca e sviluppo tecnologico nei seguenti campi: *Architetture EDA e SOA, Middleware basato su piattaforme Open Source, Servizi di acquisizione e distribuzione dati, e Tecnologie di fusione dei dati e di estrazione delle informazioni.*

Obiettivo 6.4.4. "Intelligent Services for and by People" (Sistemi intelligenti per e con l'utente finale). Internet deve diventare la piattaforma abilitante per accedere ai servizi nel mondo reale. I servizi software ("*software services*") sono componenti software che forniscono un accesso elettronico a servizi nel mondo reale ("*real services*") e le caratteristiche del servizio reale sono spesso molto diverse da quelle dei corrispondenti servizi software che ne abilitano l'accesso elettronico. C'è l'esigenza di basarsi su concetti per descrivere i servizi e per comporli diversi da quelli proposti attualmente per i servizi software. Basandosi su una modellazione dei servizi reali, internet potrà diventare l'infrastruttura abilitante per comunicare all'utente la dinamicità dei servizi nel loro contesto reale e offrirà all'utente la capacità di reagire immediatamente a questa dinamicità. Per raggiungere questo obiettivo, in molte applicazioni (quali ad esempio quelle per i servizi su telefonia mobile), sarà necessario costruire una internet di servizi "*user centric*" in cui l'utente "comune" (il *layman*) sia in grado di attivare e combinare servizi in prima persona e di interagire attivamente con i servizi. L'utente potrà così usufruire di un insieme di servizi senza aver bisogno di un passo di sviluppo e integrazione applicativa da parte di analisti e sviluppatori. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Internet come piattaforma per accedere ai servizi nel mondo reale (breve/medio/lungo periodo) e Servizi "user centric" (breve/medio/lungo periodo).*

5.5 Future Media

La quantità di dati e documenti disponibili in rete cresce a ritmo esponenziale; inoltre, aumenta l'uso dei contenuti digitali multimediali su una pluralità di canali distributivi. Convergenza dell'ICT significa infatti che i contenuti diventano accessibili su parecchi canali, in particolare mediante dispositivi mobili quali i cellulari. Occorre affrontare nuove problematiche di gestione spaziale, temporale e sociale dei contenuti digitali. Dal punto di vista spaziale i contenuti appartengono a qualcuno, dunque il tema della ricerca e protezione delle informazioni e dei contenuti dovrà essere declinato e raffinato all'interno delle organizzazioni che li possiedono. Si stima che oggi un lavoratore della conoscenza spenda fino a un terzo del suo tempo per reperire le informazioni che gli occorrono; è ovviamente fondamentale la modalità con la quale con le informazioni è possibile interagire. Dal punto di vista temporale i contenuti dematerializzati devono persistere e risultare accessibili anche se cambiano le tecnologie. Infine, dal punto di vista sociale gli strumenti di

produzione dei contenuti digitali ed i servizi per la loro condivisione devono diventare più diffusi e facili da usare e meno costosi da produrre e trasmettere.

I problemi

Le sfide tecnologiche nel settore “*Future media*” per migliorare la qualità di vita dei cittadini e le loro condizioni e opportunità di lavoro riguardano la condivisione e la distribuzione di nuovi servizi multimediali a valore aggiunto e incentrati sull’utente, di qualità e flessibilità superiore, sicuri e “trusted” (credibili). In particolare, le sfide tecnologiche sono:

- La “sfida della banda larga” con una connettività nell’ordine di Gibabit/secondo nelle case e con una banda ampia, pervasiva ed economicamente accessibile, anche per i servizi di rete mobile.
- La “sfida dei media personalizzati ed intelligenti”, risultanti da linee di ricerca verso l’interattività, l’adattamento alle esigenze dell’utente, la personalizzazione dei servizi.
- La “sfida del controllo distribuito” in cui né l’infrastruttura né i servizi dei media sono controllati da entità centralizzate.

Le aree di ricerca

L’abilità di utilizzare e non solo immagazzinare informazioni e contenuti digitali, costituisce oggi per molte organizzazioni un vantaggio strategico: l’accesso ai dati e ai documenti digitali costituisce la principale modalità operativa per queste organizzazioni. Una soluzione di preservazione a lungo termine corretta e sostenibile deve prevedere strumenti che garantiscano identità, accesso e contestualizzazione di ogni singolo contributo, indipendentemente dalla sopravvivenza e disponibilità del *repository* e dello strumento software originariamente usati per generarlo. Questo passa attraverso la scelta di formati aperti, l’arricchimenti dei documenti con metadati ricchi e sofisticati, la scelta di un modello di identificazione dei documenti che ne descriva le caratteristiche persistenti.

Obiettivo 5.5.1 Search (breve/medio periodo) I problemi da studiare per organizzare l’accesso ai contenuti sono molteplici: vanno dal miglioramento delle tecnologie di classificazione, come ad esempio i motori di ricerca, a quello dello sviluppo di tecnologie per la preservazione nel tempo dei documenti digitali, allo sviluppo di nuovi strumenti software “sociali”, migliorando per esempio le tecnologie dei wiki e delle reti sociali. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *L’estensione degli attuali algoritmi di ricerca orientati a dati e metadati verso una ricerca contestualizzata su contenuti multimediali, lo Studio di tecniche efficienti di memorizzazione, compressione, gestione di strutture informative di grandissime dimensioni, e lo Studio di tecniche “scalabili” di indicizzazione per risolvere il problema di effettuare ricerche in tempo reale su contenuti multimediali*

Obiettivo 5.5.2 Preservation (breve/medio/lungo periodo) Questo obiettivo riguarda la ricerca sulle tecniche di dematerializzazione e conservazione nel tempo dei contenuti digitali. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *L’identificazione di schemi (o pattern) di progettazione dei linguaggi di markup, La realizzazione di schemi di trasformazione generali da un formato arbitrario a qualunque formato, e L’identificazione di modelli di denominazione di artefatti cognitivi che abbiano come obiettivi la universalità, la durata nel tempo, ed altre proprietà rilevanti.*

Obiettivo 5.5.3 Online content (breve/medio periodo) Questo obiettivo riguarda le tecnologie alla base della convergenza dei diversi canali trasmissivi e di accesso. Queste facilitano la produzione di contenuti personali e semi-professionali, che potrebbero suggerire nuovi modelli di business basati su tali contenuti. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Nuove tecniche di aggregazione dei contenuti (quali, RSS, Blog, Videoblog), Sistemi di codifica audio avanzati per musica online, Sistemi di produzione e trasmissione in rete di contenuti, Sistemi di protezione dei contenuti (Digital Rights Management, basati su standard come OMA, MPEG-21 REL, watermarking), e Televisione tridimensionale (breve/medio/lungo).*

Obiettivo 5.5.4 Collaborative content-based systems (breve/medio periodo) Nell’internet del futuro tutti cercheremo contenuti che soddisfino specifici “bisogni” (formativi, informativi o di intrattenimento). I sistemi che producono suggerimenti considerano i dati a disposizione (metadati, ratings, contenuto stesso) e supportano sia gli utenti noti che quelli nuovi per i quali si conoscono poche preferenze. Alcuni di questi sistemi hanno avuto largo successo, tanto che alcune aziende come Amazon e Netflix basano i loro “core business” proprio su algoritmi per generare i suggerimenti appropriati per la propria utenza (libri, film,...). Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Studio di algoritmi di classificazione e ricerca di contenuti multimediali, Ricerca nell’ambito dei suggerimenti basati sui rating e Soluzioni per generare i suggerimenti per gruppi di utenti.*

5.6 Future User/ machine Interaction

L'evoluzione tecnologica consente di costruire interfacce tra persone e sistemi e servizi informatici che rendono l'interazione più facile ed accessibile, per esempio evitando l'uso di mouse e tastiere. I sistemi ICT includeranno nuovi dispositivi utilizzando varie modalità d'interazione basati su varie tipologie di sensori, quali videocamere (singole, stereo, multi-view, ecc), rilevatori ad infrarossi, etichette RFID di vario genere, microfoni, sensori fisiologici, biometrici o ambientali, ecc. La diffusione dei dispositivi multimodali consentirà la realizzazione di sistemi in grado di rendere l'interazione con i sistemi informatici più naturale ovvero più simile all'interazione tra persone.

La diffusione pervasiva di sistemi ICT, non solo come strumenti funzionali e di lavoro, ma anche, e soprattutto, come oggetti di intrattenimento e supporti all'autorealizzazione individuale e sociale delle persone, ha portato a un cambiamento fondamentale nella filosofia e nella pratica di progettazione di interfacce utente. Nel settore della progettazione di interfacce, l'usabilità (intesa come semplicità d'uso ed efficienza nell'esecuzione di compiti) viene ormai unanimemente considerato una qualità indispensabile delle interfacce utente, ma è diventato chiaro che l'usabilità è solo una (e probabilmente neppure la principale) dimensione di un costrutto più complesso denominato **esperienza dell'utente**. Tale costrutto si riferisce all'insieme delle risposte comportamentali e psicologiche indotte dall'interazione con un artefatto tecnologico. In questa nuova filosofia, la qualità interattiva viene definita, non solo come assenza di problemi, ma anche e soprattutto come valore aggiunto offerto a un utente da un particolare sistema interattivo. Di conseguenza, dimensioni edonistiche quali, per esempio, la piacevolezza estetica, le reazioni emozionali, il divertimento, e i sentimenti di identificazione, diventano elementi chiave del successo di nuovi strumenti interattivi. Il trend principale nella ricerca e nella pratica della progettazione di artefatti interattivi, specialmente in Europa, è chiaramente indirizzato verso un approccio focalizzato all'esaltazione di valori individuali, sociali e culturali, per cui la tecnologia si pone realmente a servizio dell'utente e cerca di produrre degli effetti positivi sulla vita delle persone. Si veda per esempio il manifesto di ricerca alla base della *EUSSET (European Society of Socially Embedded Technologies)*, una giovane, ma prestigiosa organizzazione che raccoglie importanti nomi del mondo accademico ed industriale. Questo nuovo contesto di ricerca, dove il design e l'estetica, assumono un'importanza fondamentale, deve diventare un elemento chiave della ricerca in HCI Italiana che può basarsi su una lunga ed importante tradizione stilistica che ha portato all'affermazione del *Made In Italy* come un marchio di valore e prestigio internazionalmente riconosciuto.

Problemi

L'interazione con i sistemi informatici è destinata ad avvenire sempre più attraverso dispositivi diversi dal desktop tradizionale e in contesti di vita privata e di intrattenimento piuttosto che di lavoro inteso come travaglio. Già oggi i cellulari, che in Italia sono diffusissimi, rendono possibile l'accesso ubiquo ad una vasta gamma di servizi, applicazioni, e giochi. Tuttavia, per molti l'uso rimane limitato allo scambio di chiamate e SMS tra persone. Il software viene progettato senza tenere adeguatamente conto della variabilità del contesto di uso in termini di caratteristiche dell'utente (abilità, preferenze, conoscenze), del dispositivo (modalità supportate, ampiezza di schermo, connettività), ambiente (luminosità, rumorosità, vibrazioni) e contesto sociale (attività collaborative, privacy, sicurezza). Inoltre, il digital-divide (o la tendenza di alcune parti della popolazione a non utilizzare la tecnologia) rimane ancora un problema fondamentale che può e deve essere risolto da una filosofia di progettazione basata sullo studio delle necessità e dei bisogni di una vasta gamma di utenti, in modo da permettere uno sviluppo democratico ed egualitario della nostra società.

Aree di ricerca

Le aree di ricerca di riferimento che individuiamo sono quelle del software di supporto alla multi-modalità che si incrocia sinergicamente con la sensoristica ed i nuovi dispositivi, quelle del web con grafica a tre dimensioni e geolocalizzato grazie a dispositivi di posizionamento, e quella del *"serious gaming"*, ovvero della simulazione ludica multiutente impiegata in attività di addestramento o formazione. In ognuno di questi settori è necessario concentrarsi sullo studio dell'esperienza dell'utente intesa come teoria e pratica di design volto a produrre sistemi interattivi che contribuiscano al benessere individuale e sociale degli utenti, definendo una nuova metrica della qualità interattiva del software e fornendo modelli, strumenti e linee guida per la progettazione e la valutazione.

Obiettivo 5.6.1 Multimodalità Lo scopo delle interfacce multimodali è di rendere l'interazione più naturale, anche nel caso di contesti di uso problematici o di utenti con disabilità. Nello specifico si individuano le

seguenti problematiche: *Interfacce Multimodali per Dispositivi Mobili (breve/medio periodo)*, *Accessibilità e MultiModalità, (breve/medio/ lungo periodo)*, e *Progettazione e valutazione di interfacce multimodali (breve/medio/ lungo periodo)*.

Obiettivo 5.6.2 WEB3.0 e Web3D (medio/lungo periodo) Nei prossimi anni la principale novità per il Web di terza generazione verrà dall'avvento del Web3D (tridimensionale) e dal suo utilizzo in ambienti ubiqui. Già oggi alcune applicazioni basate su interfacce graficamente arricchite come *Google Earth* hanno dimostrato l'efficacia di un'interfaccia che simula la tridimensionalità. Il Web3D permetterà un'esperienza interattiva e immersiva molto più ricca di quanto permettano le interfacce attuali. Inoltre la maggior diffusione dei dispositivi di posizionamento (GPS) dovrà essere sfruttata in maniera più efficace nei servizi e nelle applicazioni. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Web3D, Integrazione semantica partecipativa di dati e servizi, Ubiquitous Web, e Interaction Design e Advanced User Experience*.

Obiettivo 5.6.3 Pervasive games (medio/lungo periodo) Le nuove modalità d'interazione supporteranno nuove modalità formative per rendere l'apprendimento e l'addestramento più efficaci, coinvolgenti e situati in scenari il più possibile vicini a quelli dove le conoscenze apprese andranno applicate. L'idea del *serious gaming*, che si vede esteso e pervasivo, ovvero dell'applicazione delle tecnologie tipiche della simulazione via videogiochi a problematiche quali l'addestramento a compiti di protezione civile, difesa e sicurezza, soccorso sanitario, è recente e da approfondire. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Nuovi metodi di design e sviluppo di giochi multiutente "serious game", Estensione delle tecnologie dei videogiochi con strumenti didattici, Esplorazione del Mobile gaming e Studio dei serious games nel contesto delle simulazioni militari ed economiche, anche a supporto dell'analisi comportamentale (behavioral economics)*.

5.7 Robotica Percettiva e cognitiva

Il recente progresso delle tecnologie robotiche e meccatroniche ha consentito un primo ingresso nel mercato consumer, ed un'affermazione commerciale in continua crescita, di semplici robot a singola funzione, capaci di adempiere in modo autonomo a compiti domestici quali ad esempio pulire i pavimenti e tagliare l'erba, oppure intrattenere ed interagire con bambini ed adulti. Questo scenario emergente contribuisce a stimolare l'aspettativa sociale per una nuova generazione di sistemi robotici capaci di cooperazione, supporto, ed interazione con persone nella loro vita quotidiana ed in ambienti domestici. La robotica del futuro dovrà realizzare sistemi autonomi in grado di integrarsi con la società in maniera trasparente (pervasive) e svolgere attività anche molto complesse in ambienti e situazioni non strutturati. La robotica pervasiva sostituirà nel futuro attività attualmente delegate all'uomo, ivi comprese le applicazioni di sicurezza, per le quali il costo umano, sociale e/o economico risulta elevato, per il tramite di sistemi dotati di un elevato grado di percezione e comprensione (*cognition*). Compito della robotica percettiva e cognitiva è quello di sviluppare una nuova generazione di robot autonomi e sistemi automatici che implementino funzioni e comportamenti tipici del comportamento umano e/o biologico in generale, al fine di consentire a questi sistemi di raggiungere un elevato grado di robustezza e comportamenti coerenti anche in presenza di situazioni non prevedibili.

Rientra nell'ambito della interazione uomo robot anche l'interazione futura dell'uomo con veicoli al tempo stesso autonomi ma capaci di comprendere le intenzioni dell'uomo e di assecondarlo. Un esempio di questo tipo di interazione è l'interazione fra un cavallo e il suo cavaliere (conosciuto anche come H-metaphor). Veicoli che interagiscono secondo questa modalità saranno probabilmente fra i primi esempi di robot capaci di comprendere le motivazioni degli esseri umani e di fornire, a seconda della situazione la soluzione (o le soluzioni più opportune). Più in generale, possiamo pensare robot che interagiscono con l'uomo da pari a pari, e per ciò dotati di capacità percettive e cognitive che emulano/riproducono le capacità umane (anche se limitatamente alla funzione a cui sono destinati. Per esempio trasporto o manipolazione).

I Problemi

La ricerca in questo ambito tende alla costruzione di sistemi avanzati di percezione, di comprensione ed elaborazione artificiale basati sui recenti sviluppi nel campo dell'apprendimento automatico dei dati e integrandovi risultati propri delle scienze biologiche, delle neuroscienze e della psicologia sperimentale, in modo da metterli in grado di apprendere e sviluppare i propri comportamenti durante l'interazione con l'ambiente ed i soggetti in esso inclusi. A tal fine essi devono essere dotati di un elevato grado di percezione (sistemi sensoriali multimodali, in particolare *embedded*, capacità cognitive quali attenzione e memoria, ecc.)

che possa servire come base di informazione per meccanismi automatici di comprensione, ragionamento, supporto alle decisioni e programmazione dei comportamenti robotici. I nuovi robot dovranno essere in grado di modellare adeguatamente l'informazione appresa dall'essere umano, riducendo errori e adattando le informazioni apprese alla propria morfologia e alle proprie capacità. Un tema rilevante ed innovativo è quindi costituito dagli aspetti dalla acquisizione, dalla rappresentazione ed uso della conoscenza e delle capacità del sistema robotico. Per ottenere una più rapida convergenza tra gli sviluppi di ricerca teorici e le domande di tipo sociale ed industriale sarà necessario realizzare nuove capacità di robotica cognitiva tese non solo ad imitare le funzioni elementari, ma a specializzare le capacità di percezione ed azione di detti robot in campi applicativi complessi, incluso quello della sicurezza, in maniera analoga al comportamento umano.

Le aree di ricerca

L'approccio alla ricerca comprenderà aspetti di innovazione tecnologica per consentire nuove o più estese funzionalità ai sistemi robotici e di integrazione in questi dello studio dei meccanismi di percezione ed apprendimento sviluppati nel campo delle scienze biologiche e delle neuroscienze, per pervenire a modelli comportamentali più simili a quelli umani. Si citano ad esempio la realizzazione di *workbench* integrati per la manipolazione, tramite le moderne tecniche di *machine learning*, di grandi moli di dati rilevate dall'osservazione di comportamenti umani, e lo studio di nuovi materiali e sistemi di attuazione e propulsione per migliorare ingombri, peso e portabilità dei dispositivi robotici (anche indossabili). Un'area applicativa di elevato interesse riguarda la robotica per la sicurezza, per svolgere in maniera efficace ed a costi più contenuti funzioni ritenute eccessivamente pericolose e/o dispendiose a causa della presenza dell'uomo. Di seguito si identificano sei obiettivi strategici contestualizzati sui settori applicativi ed in grado di rispondere quindi alle esigenze di trasferimento industriale:

Obiettivo 5.7.1 Sistemi robotici simbiotici e pervasivi e socio-sistemi robotici (medio-lungo periodo). Lo sviluppo di sistemi robotici (anche indossabili) che operano in simbiosi con operatori umani e siano in grado di condividere decisioni e strategie comportamentali dell'uomo, è un elemento fondamentale per la futura integrazione dei robot negli ambienti sociali e industriali di piccole dimensioni. Tali robot dovranno essere in grado con intelligenza propria di complementare e/o potenziare i movimenti intrapresi da un soggetto umano ("operatore") per completarne e/o perfezionarne il gesto o le prestazioni (es. riabilitazione, potenziamento delle capacità umane disponibili). Possono essere considerati sistemi simbiotici anche i sistemi futuri di trasporto personale (e più in generale i veicoli). La simbiosi, e la realizzazione di decisioni coordinate e condivise è un obiettivo fondamentale. Un secondo obiettivo è di creare degli ambienti o reti di ambienti proto-sociali dove tali agenti dotati di diverse capacità percettive, attuative e comunicative possano evolvere ed essere studiati e valutati.

Obiettivo 5.7.2 Sistemi di telepresenza e presenza virtuale (breve-medio periodo). Sviluppo di sistemi di telepresenza e/o presenza virtuale in grado di controllare i movimenti e le operazioni di un operatore tramite informazioni percettive disponibili da sensori esterni, remoti/archiviati (database) e/o provvisti da un operatore terzo. Questi sistemi possono essere impiegati per interagire sull'ambiente in sostituzione della presenza fisica di un operatore umano esperto. In questo contesto essi rappresentano un media sostitutivo, il cuore di telepresenza le cui capacità manipolative, cognitive e percettive giocano un ruolo fondamentale per consentire che un operatore umano remotamente collocato possa operare attraverso il robot, agire sull'ambiente e percepirne allo stesso momento le caratteristiche salienti, attraverso sistemi avanzati di tele-immersione in 3D. La capacità di riprodurre le sensazioni "come se" si fosse altrove è un elemento importante, poiché gli esseri umani sono in grado di distinguere con grande precisione eventuali discrepanze sensoriali (suono/vista, sistemi vestibolari), che possono rendere di difficile uso i sistemi, se non addirittura indurre fenomeni di "sickness".

Obiettivo 5.7.3 Robotica per applicazioni di sicurezza e per applicazioni in ambienti ostili, remoti, inaccessibili (breve-medio periodo). Sviluppo di sistemi per applicazioni di sicurezza con elevato grado di autonomia, capacità di movimento e precisione di posizionamento/navigazione, in ambienti eterogenei ed ostili, in grado di sostituire sistemi manned in applicazioni di sorveglianza, controllo ed intervento. Questi sistemi necessitano di capacità cognitive per svolgere autonomamente compiti complessi e per perseverare in mancanza di nuove istruzioni, per esempio identificando situazioni di allarme e quindi reagendo ad eventi inattesi o potenzialmente pericolosi senza o con limitato intervento umano. In missioni particolarmente complesse si può immaginare l'impiego di sistemi composti da più robot cooperanti fra loro secondo logiche specifiche. Richiedono inoltre capacità avanzate di movimento in ambienti difficili e navigazione accurata in contesti anche ostili. Integrano inoltre sensori complessi per apprezzare il contesto esterno e soluzioni di

comunicazione sofisticate per mantenere il contatto anche a notevole distanza con il controllore, interagendo tramite interfacce sofisticate.

Obiettivo 5.7.4 Sistemi robotici industriali (breve/medio/lungo). Robot che sono in grado di sostituire, con il massimo grado di autonomia, alcune funzioni umane in ambiti semi strutturati come fabbriche e impianti di vario tipo di produzione (coniugando talvolta anche la funzione di operazione in ambienti ostili). Esempi di applicazione possono essere robot autonomi per impianti di produzione petrolifera a grande profondità o in ambienti artici, robot di movimentazione e carico scarico in sistemi logistici (provvedono alla manipolazione autonoma) e in generale robot che sostituiscono alcuni operatori umani.

Obiettivo 5.7.5 Acquisizione, modellazione, controllo e trasferimento del gesto nella formazione di operatori (medio periodo). Ai fini di migliorare la pervasività dei nuovi sistemi robotici essi dovranno essere in grado di apprendere e trasferire le capacità senso-motorie biologiche sia in contesti puramente robotici (industriali) che in ambienti ibridi (sociali). Questo obiettivo è rivolto allo sviluppo di sistemi automatici e robotizzati in grado di catturare, interpretare, modellare e trasferire le capacità senso-motorie umane, con particolare riferimento alle competenze acquisite da esperti ad (es. artigiani, tecnici, sportivi, medici).

Obiettivo 5.7.6 Sistemi robotici per assistenza (anziani, disabili ecc.) (medio/lungo periodo). Robot che siano in grado, in diversi ambienti e contesti, di offrire una qualità migliore della vita a segmenti della popolazione sempre crescenti costituiti da anziani e diversamente abili. Si può trattare di infrastrutture e intelligenza ambientale dei luoghi (lavoro/abitazione/luoghi pubblici) e di robot (veicoli/o altre estensioni) che possono operare in maniera autonoma o congiunta con le infrastrutture per facilitare accesso e vita indipendente delle persone.

5.8 Sicurezza

Negli ultimi anni, l'incremento dell'offerta (in termini di capacità e pervasività) di opportunità di accesso ad Internet ha permesso una significativa crescita dell'economia e della società digitale. Ma tale crescita deve oggi essere alimentata da sempre maggiori garanzie di sicurezza, privacy, affidabilità e fiducia non più sulla sola base di rapporti di fiducia "contrattuali" (e quindi potenzialmente disattendibili), ma anche e soprattutto sulla base di garanzie tecniche che l'infrastruttura tecnologica dell'Internet e ICT del Futuro dovrà offrire. La difesa del diritto da parte di un qualunque cittadino di poter accedere ai servizi della rete globale e ai dati con garanzie di affidabilità e privacy è infatti uno dei principi cardini e indiscutibili della società civile. E' universalmente riconosciuto che la ricerca sul tema della "Sicurezza" (intesa qui quindi come "sicurezza da garantire da parte delle tecnologie ICT sulle applicazioni ICT ma anche a supporto di quelle non-ICT") merita ancora molti sforzi e investimenti per l'impatto, incalcolabile attraverso tradizionali metriche quantitative, sulla qualità della vita dei cittadini.

I problemi

Le sfide che la ricerca sulla Sicurezza deve affrontare sono molteplici, riferendosi a diverse tipologie di proprietà che possono risultare vulnerabili a fronte di attacchi o malfunzionamenti della rete globale.

Una prima sfida è quella sulla difesa dell'integrità sui dati trasmessi in rete e sulla loro accessibilità. La corrispondente proprietà (per la quale si può usare il termine inglese *resiliency*) è connessa all'esigenza di far fronte a minacce sempre più distribuite e a larga scala (e spesso coordinate, ad es. *botnets*), in presenza di tali complessità ed interdipendenza tra infrastrutture anche critiche per le quali eventi o guasti, anche se lontani in termini di topologia di rete ed "esterni" ad un dato dominio amministrativo, possono scatenare effetti valanga e portare a significativi disservizi.

Un'altra sfida è quella sul raggiungimento di livelli di fiducia dell'utente nei confronti della rete. La corrispondente proprietà (per la quale si può usare il termine inglese *trustworthiness*) è connessa all'esigenza di fornire tecnicamente agli utenti finali delle garanzie di fiducia sui servizi a loro offerti dalla rete, nonchè delle parti con cui interagiranno, facendo sì che queste ultime non potranno che comportarsi esattamente come hanno dichiarato.

Un'ulteriore importante sfida è quella sul controllo sulle responsabilità connesse all'utilizzo e alla gestione della rete. La corrispondente proprietà (per la quale si può usare il termine inglese *accountability*) è connessa all'esigenza di consentire la chiara attribuzione di responsabilità per le azioni (o violazioni) che

possono avvenire nella gestione dell'identità degli utenti e la privacy dei loro dati, soprattutto a fronte di servizi composti che prevedono l'interazione con molteplici enti amministrativamente distinti e la delocalizzazione dei dati degli utenti imposta dalle moderne piattaforme di servizio quali *cloud computing*, reti sociali, etc.

Le aree di ricerca

La Sicurezza è un tema "trasversale" rispetto ai precedenti temi affrontati in questo documento, in quanto impatta diverse tecnologie, architetture e servizi. E' comunque indiscutibile che i problemi connessi alla sicurezza nella ICT del Futuro possono essere principalmente ricondotti, da una parte, alle infrastrutture e ai servizi della rete vera e propria, dall'altra alle piattaforme di servizi che, pur introducendo nuove potenzialità *general-purpose*, aprono ulteriori fronti di potenziale vulnerabilità. Allo scopo di sottolineare l'esigenza di mantenere una linea guida di coerenza nella strategia di intervento proposto, si individuano qui gli obiettivi di ricerca prioritari mettendoli in relazione con i suddetti due domini, e classificando i sotto-obiettivi attraverso le tre tipologie di sfide indicate nel paragrafo precedente, che corrispondono alle differenti proprietà che è importante salvaguardare a fronte delle vulnerabilità della rete. Gli obiettivi individuati sono tutti classificabili come di medio periodo.

Obiettivo 6.8.1 Sicurezza e privacy in infrastrutture e servizi di rete (medio periodo). L'obiettivo è sviluppare modelli di interazione, architetture, apparati e soluzioni crittografiche e protocollari per la sicurezza dei servizi di reti fisse e mobili, anche multimediali, in contesti *multi-party* e multi-servizio, spontanei e senza punti di coordinamento o fiducia centralizzati, autonomici pervasivi o facenti riferimento alla "Internet delle cose" (reti di sensori ed attuatori e soluzioni per l'intelligenza di ambiente), ma che tuttavia riescano a fornire agli utenti garanzie di sicurezza e privacy, con minimo impatto verso l'usabilità e la semplicità di accesso ai servizi. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Difesa delle reti e monitoraggio (Sfida Resiliency)*, *Distribuzione sicura e privata dei dati in rete (Sfida Trustworthiness)* e *Gestione dell'identità e degli accessi a servizi e risorse distribuite (Sfida Accountability)*.

Obiettivo 6.8.2 Sicurezza e privacy in piattaforme di servizi (medio periodo). L'obiettivo è sviluppare architetture, piattaforme e soluzioni software per la protezione e la gestione dei servizi software in contesti *multi-party* e multi-servizio, con diversi livelli di virtualizzazione e gestioni amministrative multi-dominio o caratterizzate da aspetti di codice mobile, ma che nello stesso tempo riescano a fornire agli utenti soluzioni atte a garantire sicurezza e privacy con minimo impatto verso l'usabilità e la semplicità di utilizzo. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Difesa del software e protezione dell'integrità (Sfida Resiliency)*, *Distribuzione e composizione sicura e privata dei servizi (Sfida Trustworthiness)* e *Gestione e controllo dell'identità e dell'utilizzo di servizi (Sfida Accountability)*.

Per quanto riguarda l'approccio operativo, considerati anche gli ambiti del PNR che possono spaziare dai grandi progetti con impatto nazionale od europeo ai progetti per la ricerca applicata per PMI sviluppati a livello nazionale o regionale, si individuano prevalentemente due possibilità per affrontare in modo sistematico i suddetti obiettivi di ricerca:

- Grandi progetti di ricerca multidisciplinari che includano la compartecipazione di imprese ed enti di ricerca ed Università mirati a studiare, simulare, progettare e realizzare piattaforme abilitanti.

- Progetti di ricerca e sviluppo, focalizzati allo studio e sviluppo di tecnologie abilitanti e miranti a rafforzare il tessuto produttivo e di ricerca.

In particolare, per i progetti di ricerca e sviluppo focalizzati gli obiettivi devono essere primariamente quelli di produrre tecnologie abilitanti chiaramente identificabili come componenti utili per la realizzazione degli obiettivi su descritti oltre alle seguenti aree potenzialmente di interesse.

- Nuove tecniche crittografiche (quantistiche, a livello fisico, ...), applicazione di sistemi crittografici con proprietà avanzate (*searchable*, omomorfici, ...) per fornire servizi innovativi con garanzie di privacy e sicurezza,
- Nuove piattaforme RTOS e relative applicazioni per la progettazione di architetture SW *High Assurance* rispondenti al paradigma "*Multiple Independent Level of Security*" (virtualizzazione delle reti e dei terminali in funzione della sensibilità dei dati).
- Sistemi e soluzioni per migliorare la comprensione consapevole (*awareness*), l'usabilità e l'accettazione sociale delle tecnologie per la sicurezza e la privacy.

6 I domini applicativi abilitati dall'ICT del futuro

6.1 iGovernment

Oltre alle forti sfide tecnologiche, l'*Internet of Services* sta ponendo in modo molto forte una serie di sfide di altra natura. Queste riguardano l'organizzazione dei servizi e nella loro integrazione, per evitare che l'utente si trovi di fronte a migliaia di servizi disintegrati e non interconnessi. In tema di servizi è utile evidenziare che nel 2006 il settore della pubblica amministrazione era composto da circa 3.600.000 lavoratori, il 56,1% dipendenti dello Stato centrale, il 42,3% degli Enti locali e il restante 1,6% degli enti di previdenza. Al 2005 c'erano poco meno di 500.000 lavoratori atipici o a tempo determinato utilizzati a contratto. In Italia un lavoratore su sei è dunque un dipendente pubblico, con un numero che aumenta se si considerano chi ha un rapporto di consulenza con Enti, Ministeri, Agenzie. Il "pubblico" in Italia garantisce quindi occupazione a oltre 4.500.000 lavoratori, il 22% dell'intera forza lavoro e il 30% dei lavoratori dipendenti⁴. Tali numeri devono fortemente essere tenuti in considerazione in quanto eleggono il settore pubblico come la "più grande azienda di servizi" italiana, ed europea. In sede europea si comincia a parlare di *iGovernment* al posto di *eGovernment*, dove il ruolo della tecnologia assume rilevanza centrale e fondamentale soltanto se accompagnato da un approccio interdisciplinare orientato all'innovazione dei processi alla base dell'erogazione della cosiddetta "prossima generazione di servizi pubblici"⁵.

L'obiettivo principale del piano è di costruire la cosiddetta "prossima generazione di servizi pubblici". L'Internet del futuro è l'elemento centrale che dovrà abilitare una "massa critica" di servizi, pubblici e privati di terze parti, integrati e facilmente accessibili in rete, in modo che chi vive e opera su un territorio (cittadini, lavoratori, imprenditori, ...) e chi lo visita (turisti, studenti, ...), possa rivolgersi alla rete per trovare e fruire dei servizi di cui ha realmente bisogno⁶. Il risultato che si vuole ottenere è innescare, su scala locale, regionale o nazionale, un meccanismo simile a quello che anni fa ha permesso l'esplosione del Web e che ha fatto sì che oggi, se si ha bisogno di informazioni, ci si rivolge al Web confidenti di trovare quello che si cerca⁷. I modelli e le soluzioni tecnologiche proposte dal piano saranno utilizzati per la definizione, la simulazione, la realizzazione, la fornitura e la gestione di servizi intelligenti, innovativi, inclusivi e personalizzati di e-Government rivolti a cittadini ed aziende, presupponendo nuove modalità di integrazione G2G.

I Problemi

Nel contesto della prossima generazione di servizi pubblici, si vuole affrontare con metodi e strumenti innovativi la definizione, sviluppo, integrazione, simulazione, *deployment*, fruizione e gestione di servizi e processi adattabili, componibili ed auto-configurabili nell'ambito di ecosistemi collaborativi, dinamici e flessibili. Il risultato dovrà abilitare e supportare la creazione e la gestione dinamica di collaborazioni all'interno di organizzazioni flessibili ed ecosistemi di servizi (eventualmente emergenti), al fine di eseguire processi operativi integrati e cooperanti, che coinvolgono diverse entità e risorse (persone, sistemi informatici, dispositivi, ecc.), riducendo al minimo le dipendenze reciproche, favorendo il mantenimento delle rispettive autonomie, in termini di conoscenze ed esperienze, compiti ed obiettivi, riservatezza e sicurezza.

Le aree di ricerca

L'attività del piano mira a coprire l'intero ciclo di vita dei servizi, dalla fase di definizione di tali servizi alla fase di gestione degli stessi. In particolare, si studieranno metodologie cittadino-centriche di analisi dei requisiti, in cui anche gli utenti sono coinvolti nel processo (e lo condizionano) di definizione di nuovi servizi, contrariamente a quanto normalmente avviene in cui i requisiti sono forniti dai fornitori dei servizi da realizzare. Tali metodologie verranno supportate da strumenti innovativi (data mining, NLP, modelli cognitivi, per l'analisi dei bisogni, delle opinioni, degli obiettivi ecc.) mediante i quali verranno raccolti tali requisiti. Questo porterà alla costruzione di servizi "realmente desiderati" dagli utenti. La costruzione e la successiva

⁴ Ricerca Eurispes 2009

⁵ Si veda in proposito l'attività del gruppo di lavoro di NESSI sull'iGovernment (www.nessi-europe.eu) dove la "i" sta proprio ad indicare l'esigenza di innovazione del processo di erogazione dei servizi pubblici.

⁶ European Commission (2005), i2010 – A European Information Society for growth and employment" Brussels, 1.6.2005, {SEC(2005) 717}, COM(2005) 229 final.

⁷ European Commission (2006a), i2010 eGovernment Action Plan: Accelerating eGovernment in Europe for the Benefit of All, Brussels: http://ec.europa.eu/information_society/activities/egovernment/docs/highlights/comm_pdf_com_2006_0173_f_en_acte.pdf

fruizione di tali servizi avverrà mediante la composizione intelligente, personalizzata e (semi-)automatica di altri servizi esistenti e disponibili sulla rete. In pratica lo stesso servizio potrà essere adattato alle specifiche esigenze dell'utente, del momento, del contesto, della situazione. Questo livello di adattamento sarà possibile mediante un supporto sistemico di modelli e soluzioni tecnologiche innovative che la piattaforma offrirà per lo sviluppo di interfacce utente molto evolute e fortemente orientate agli utenti (personalizzate, usabili, adattive, intuitive, ecc.)

Obiettivo 6.1.1 Metodologie e strumenti per la modellazione multi-dimensionale (IT, economica, sociale, organizzativa, ...) di processi e servizi (medio/lungo periodo). Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Metodologie e strumenti per la simulazione di processi e servizi, Metodologie e strumenti di raccolta ed analisi dei requisiti di tipo cittadino - centriche, Metodologie e strumenti per l'esecuzione e gestione dei processi, e Nuovi modelli per il policy making, la governance, e la trasparenza nei processi di decision making pubblici.*

Obiettivo 6.1.2 Modelli e tecnologie abilitanti l'Internet del futuro a supporto della prossima generazione di servizi pubblici (breve/medio/lungo periodo). Scopo dell'obiettivo è lo studio di nuovi modelli di collaborazione, innovazione e problem solving, indagando su ecosistemi innovativi per la comunicazione, l'interazione e l'erogazione dei servizi pubblici di prossima generazione. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Metodologie e strumenti per la ricerca, l'organizzazione l'aggregazione intelligente di informazioni e conoscenza applicati al dominio della PA (Internet dei contenuti), Metodologie e strumenti per l'integrazione di processi e servizi in applicazioni (mash-up) dinamiche, Metodologie e strumenti per l'applicazione e istanziazione dell'Internet delle cose al dominio della P.A, e Modelli innovativi di interazione cittadino-servizio basati su aspetti cognitivi e sull'intentional stance.*

Obiettivo 6.1.3 Approccio "cross administration" per l'erogazione dei servizi pubblici di prossima generazione (breve/medio periodo). Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Modelli e sistemi di interoperabilità ed integrazione tra le diverse amministrazioni (G2G) e Strumenti e applicazioni di nuova generazione per l'integrazione delle informazioni a supporto di una partecipazione attiva del Cittadino nei processi decisionali pubblici.*

6.2 Sanità e salute

Il settore sanitario sta attraversando cambiamenti fondamentali. La popolazione invecchia e ci sono sempre più malattie soprattutto croniche e tutto ciò induce una forte necessità di controllo della spesa sanitaria. Ciò richiede un importante piano di innovazione che consenta di ridurre i costi senza incidere sull'aspettativa e sulla qualità della vita della popolazione. Si hanno i seguenti fatti: la sanità costa il 10% del PIL, il costo cresce del 3% annualmente e la spesa ICT per la sanità rappresenta l'1,5% (2008) e crescerà al 5% nel 2010. Come per altri settori produttivi e sociali, l'ICT può introdurre importanti e positivi cambiamenti anche nel settore sanitario: una profonda riorganizzazione del settore basata sul coordinamento stretto dei diversi attori e sulla fluidità ed affidabilità dei dati scambiati.

I Problemi

L'ICT migliora la circolazione delle informazioni, il coordinamento, il controllo dei trattamenti, da ciò deriva un vero e proprio ecosistema che coinvolge tutti gli attori del "sistema sanitario": più elementi di informazione sono in circolazione, i dati sono raccolti da un numero crescente (in termini di differenti tipologie e sensibilità di rilevamento) di sensori (ad esempio, per i servizi di cura domiciliare), i dati dei pazienti sono memorizzati in Fascicoli Sanitari Elettronici, cresce il numero dei file medicali che è importante gestire con sistemi ben strutturati, coordinati e, data la sensibilità dei dati che si trattano, completamente sicuri.

I sistemi ICT devono fornire strumenti che consentano di migliorare la "qualità della cura" per le persone e di introdurre innovazione per compensare le deficienze del sistema: garantire una informazione più accurata per ciascun paziente, abilitare reale cooperazione tra gli attori coinvolti, abilitare maggiore efficienza nella gestione dei processi ospedalieri, migliorare la gestione della salute e dei fondi, e contribuire alla diffusione della conoscenza medica. Ciò potrebbe portare guadagni in efficienza e costi valutabili fra il 30% ed il 40% nonché al miglioramento della qualità della vita delle persone, ed in particolare di quelle fragili.

Per raggiungere gli obiettivi descritti, non è pensabile che si possa realizzare un unico sistema informatico ed informativo che possa essere utilizzato da tutte le strutture sanitarie. Tuttavia ci si può aspettare che un insieme ragionevole di strumenti per gestire individualmente la propria salute possa essere adottato dai

pazienti stessi a prescindere dal modo in cui il sistema sanitario sarà organizzato. Ciò, ovviamente, rappresenta una minaccia ed, allo stesso tempo, un'opportunità. Si tratta di una minaccia perché grandi società statunitensi di software (come Microsoft o HealthVault) potrebbero penetrare il mercato partendo dai pazienti. Ma si tratta anche di un'opportunità perché questo non è ancora avvenuto e ci sono probabilmente spazi competitivi anche per l'industria nazionale. Perché ciò avvenga, è necessario lavorare alla predisposizione di norme, regole di interoperabilità e di soluzioni adottabili a livello nazionale e condivisibili con gli altri Stati Membri. Tale lavoro deve essere in grado di capitalizzare i successi ed i fallimenti passati per definire gli elementi generici dei sistemi informativi sanitari del futuro guardando ai problemi comuni, a requisiti di interfaccia che assicurino che un cittadino italiano ferito o ammalato possa ottenere la stessa velocità e la qualità di cure nella sua città natale, come in qualunque altra città del paese.

Le aree di ricerca

Esse sono:

Obiettivo 6.2.1 Supporti e metodologie per Cartella clinica e sociale elettronica. Una delle prospettive principali per l'evoluzione dei sistemi sanitari consiste nel passaggio da sistemi incentrati sui medici a sistemi incentrati sui pazienti. In questa ottica, la cartella clinica del paziente risulta lo strumento centrale per assicurare la coesione dei sistemi medicali. Le principali aree d'investigazione in tal senso sono: *Interoperabilità semantica delle informazioni e dei servizi medicali (medio/lungo periodo)*, *Sistemi di archiviazioni di immagini (medio/lungo periodo)*, *Accesso facile ed online preservando la sicurezza e la privacy (breve/medio/lungo periodo)*, e *Prescrizione ed autorizzazione elettronica per i consulti specialistici (breve/medio/lungo periodo)*.

Obiettivo 6.2.2 Infrastrutture applicative per ospedali connessi (medio/lungo periodo). Per ospedale connesso si intende un istituto di cura dove le diverse apparecchiature elettroniche installate quali terminali mobili, sistemi per lo scambio voce e dati, terminali interattivi, braccialetti per il monitoraggio di parametri vitali e sistemi per la protezione dei pazienti, siano in grado di comunicare fra loro. La possibilità di connettere fra loro tutti questi dispositivi avrebbe un impatto positivo sia sui pazienti che sul personale medico ed amministrativo dell'ospedale. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Stanza multimediale (medio/lungo periodo)*, *Gestione del workflow dell'ospedale (breve/medio/lungo periodo)*, *Meeting a distanza (breve/medio/lungo periodo)*.

Obiettivo 6.2.3 Strumenti e metodologie per monitoraggio Remoto - l'ospedale a casa (medio/lungo periodo). Uno strumento modulare di gestione remota malattia, ospitato su Internet, migliorerà la comunicazione tra i pazienti e gli operatori sanitari. In termini concreti, l'individuazione precoce dei cambiamenti nello stato salute dei pazienti significa che i medici potranno intervenire in maniera più puntuale ed efficace. Il monitoraggio ridurrà anche il ricorso ai reparti di pronto soccorso ed i costosi ricoveri ospedalieri. I pazienti potranno diventare attori protagonisti nella gestione della loro malattia in quanto il telemonitoraggio fornirà ai pazienti informazioni sui loro problemi per mezzo di messaggi educativi mirati. Ciò permetterà ai pazienti, in qualsiasi momento, di trasmettere attraverso canali eterogenei i loro dati clinici auto-misurati ai propri medici ospitati su un server Internet ed accessibili solo alle persone ed agli specialisti autorizzati. Infine l'acquisizione di dati sul comportamento ed attività dei soggetti monitorati darà la possibilità di svolgere efficace azione di prevenzione nei confronti di decadimento cognitivo, depressione ed isolamento sociale nella popolazione anziana

6.3 ICT del futuro a sostegno della cultura e della creatività

L'utilizzo delle nuove tecnologie al mondo Internet come asset strategico a supporto della cultura e della creatività è da considerarsi di assoluta priorità nel panorama della ricerca italiana: secondo uno studio del 2004 la percentuale di PIL legata alla cultura ed all'industria della creatività era poco meno del 10%. L'avvento delle nuove tecnologie Internet sta rivoluzionando la tradizionale catena lineare del valore dell'industria dei contenuti a favore di un modello circolare. Caratteristiche quali la pervasività e l'interattività stanno impattando su tutte le fasi del processo di diffusione della conoscenza, dalla produzione di contenuti culturali, alla loro raccolta ed organizzazione efficace all'interno delle cosiddette "biblioteche digitali", fino alla loro accessibilità e disponibilità immediata ed alla loro preservazione a lungo termine. In particolare le caratteristiche di interattività e pervasività delle tecnologie ICT e la disponibilità di *device hardware* sempre più potenti e multifunzione ed alla portata di tutte le tasche ha aperto la strada ad un *uso "creativo" e "partecipativo" di Internet e dei nuovi media* da parte di larghi strati della popolazione. L'utente infatti si

trasforma da mero fruitore passivo di contenuti standardizzati, creati, assemblati e resi disponibili secondo un modello di comunicazione unilaterale, in soggetto attivo di una comunicazione multidirezionale, in cui l'utente partecipa attivamente ai processi di creazione, di "ridefinizione" e di personalizzazione di contenuti digitali. Si individua dunque una nuova tipologia di utenti, i *prosumer (o consum-attori)*, sintesi dei termini provider e consumer, e si fa riferimento alla metafora "*user in the loop*" per identificare le persone o le comunità direttamente coinvolte nella creazione di contenuti. Ciò ha prodotto una enorme proliferazione di contenuti che vengono utilizzati in modo socialmente innovativo a livello globale per creare *reti sociali come forma di comunicazione*, espressione di appartenenza ad una comunità e per soddisfare il bisogno di interazione tra esseri umani. D'altra parte le suddette tecnologie hanno oramai reso possibile la creazione di contenuti caratterizzati sempre più da *formati multimediali molto più ricchi e complessi* ottenuti combinando media tradizionali, formati 3D emergenti e con maggiore definizione, l'utilizzo combinato di metadati e dati grezzi, ecc. Si può anche immaginare che l'orchestrazione di contenuti possa fornire al consum-attore esperienze più ricche, totalmente immersive in realtà miste, costituite da mondi digitali che coesistono in modo assolutamente trasparente con la realtà.

I Problemi

Al fine di abilitare una nuova visione integrata di cultura e creatività, coerentemente con l'evoluzione della comunicazione digitale, il problema principale è quello di superare l'attuale modalità di utilizzo e di consumo di informazioni e contenuti ed evolvere verso attività intellettuali volte ad integrare, diffondere e ricreare nuovi contenuti e cultura. A tal fine, Internet dovrebbe instanzarsi in una piattaforma il più possibile *aperta, flessibile, scalabile, pervasiva*, in grado di sostenere i meccanismi di diffusione della conoscenza sia a livello locale che globale. In questa prospettiva, il modo di gestire la conoscenza in rete ha bisogno di essere rivisto per rispondere alle aspettative degli utenti. Tale piattaforma dovrà consentire di andare oltre l'attuale modalità di "consumo" culturale a favore di un nuovo concetto di cultura completamente dinamico e adattativo, in cui la valorizzazione di un sito, di un monumento o di un evento possa essere continuamente arricchita e rafforzata dalla creazione di nuovi contenuti e links da parte delle comunità legate a quel sito o a quell'evento, o da parte di visitatori e fruitori della medesima risorsa culturale. Ciò porterà da una parte ad una crescente identificazione delle comunità con un dato territorio, in quanto le comunità stesse diventeranno la "memoria vivente" di quel sito/monumento, e a modalità di visita e fruizione assolutamente interattive, immersive, personalizzate, dunque uniche, "esperienziali" ed indimenticabili. L'ICT del futuro dovrà quindi supportare meccanismi in tempo reale per la creazione, l'arricchimento semantico, la navigazione, la personalizzazione, l'uso collaborativo, l'archiviazione e la preservazione a lungo termine di contenuti digitali multimediali di qualunque formato e su qualunque *device* proveniente da *repository* anche completamente differenti. Ciò consentirà a qualsiasi utente di fruire in modo assolutamente unico e personalizzato di contenuti culturali.

Le aree di ricerca

Gli obiettivi di ricerca relativi a quest'ambito sono tutti di medio/breve periodo. Il raggiungimento di tutti gli obiettivi descritti nel seguito verrà validata attraverso la realizzazione di piloti applicativi e test bed.

Obiettivo 6.3.1 Creazione, gestione, manutenzione e manipolazione di contenuti (breve/medio periodo). I metadati dovranno essere generati automaticamente dai contenuti utilizzando meccanismi semantici. Si dovranno utilizzare tecniche "context aware" per arricchire i contenuti con informazioni aggiuntive quando gli stessi vengono generati, manipolati e/o trasformati. I contenuti dovranno essere dinamici in modo da essere facilmente manipolabili, combinando contenuti differenti, attraverso la fusione o la sostituzione di immagini, suoni, ecc. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Piattaforme per la creazione di format culturali interattivi ed immersivi (breve/medio/lungo periodo), e Sistemi scalabili per la preservazione e l'accesso a lungo termine di contenuti culturali immersivi (breve/medio/lungo periodo).*

Obiettivo 6.3.2 Accesso universale ai contenuti multimediali immersivi (breve/medio periodo). L'ICT del futuro dovrà essere più intelligente, permetterà di ospitare dispositivi distribuiti per il controllo dinamico dell'accesso ai media, capace di reagire al contesto in cui l'utente si trova (località, modalità di impiego, profilo utente, ecc) ed alle sue attività (movimento, comportamento, ecc) attraverso interfacce naturali e multimodali (basati su reti di sensori). Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Ricerca intelligente di contenuti immersivi (breve/medio periodo), Nuove modalità di condivisione dei contenuti immersivi (breve/medio periodo) e Gestione dei diritti digitali immersivi (breve/medio periodo).*

Obiettivo 6.3.3 Adattività dei contenuti al device, al formato, ed all'utente immersivi (breve/medio periodo). A seconda del tipo di dispositivo (PC, TV, telefono cellulare), il contenuto deve essere modificato per

permetterne un'adeguata presentazione. Nella maggior parte dei casi, questa è una funzione del dispositivo, ma è chiaramente inefficiente in termini di consumo di risorse di rete. Inoltre, la maggior parte dei contenuti che è oggi disponibile su Internet è bassa risoluzione e basso numero di bit e per cui tali contenuti non sono fruibili su televisori a schermo grande. Ciò significa che bisogna pensare sistemi che rendano i contenuti disponibili in diversi formati e risoluzioni diverse per i vari dispositivi. Saranno necessari schemi di compressione scalabile sia per audio e video in modo da supportare più dispositivi in modo efficiente. L'infrastruttura dovrà anche supportare l'adattabilità al profilo dell'utente che accede al contenuto stesso.

6.4 eEnergy

Alla luce dei dati esistenti⁸ il problema energetico per l'Italia emerge in tutta la sua criticità, peraltro nota da tempo e sottolineata in più ambiti. La via d'uscita da questa situazione è in parte integrata nei piani nazionali, in parte necessita di una nuova strategia di intervento che proceda nelle due direzioni di nuove soluzioni tecnologiche (*energy systems*) e migliore gestione delle risorse (*energy management*). Il processo sarà più facilmente attuabile se l'ICT giocherà un ruolo fondamentale come tecnologia abilitante per l'intero processo di trasformazione strutturale. L'ICT permetterà l'uso intelligente di queste risorse in ogni fase del ciclo energetico, dalla generazione, all'accumulo, alla distribuzione, all'uso dell'energia, e porterà a una riduzione efficace dei consumi energetici. Mentre il ruolo dell'ICT è ubiquo, il suo utilizzo primario sarà nella minimizzazione dei consumi in presenza di vincoli di confort e funzionalità. Con il termine eEnergy non ci si vuole qui limitare al solo studio delle problematiche ICT connesse alla energia elettrica ma si intende considerare in modo più ampio tutte le forme di energia che contribuiscono al bilancio energetico di un edificio/ una residenza (es. gas, acqua, riscaldamento, rifiuti prodotti, ...)

I Problemi.

Nulla levando all'importanza della ricerca in fonti alternative di energia, non si può sviluppare una politica energetica che abbia impatto anche immediato senza occuparsi di gestione ottimale della richiesta. I dati parlano da soli:

- Le risorse sostenibili e rinnovabili non riusciranno a soddisfare i bisogni energetici in Italia e Europa se non affiancate da una sostanziale aumento dell'efficienza energetica. Ad esempio, nel 2006, solo il 7% dei consumi energetici provenivano da fonti rinnovabili, in Europa quanto in Italia.
- I consumi sono in buona percentuale di provenienza dagli edifici (siano essi per utenza privata, commerciale o industriale). Prendendo ad esempio l'Italia⁹, gli edifici consumano il 37% dell'energia totale (solare, eolica, biomasse, carburanti, nucleare, geotermica). Questi consumi, anche se in proporzione minore che per l'Europa (41,5% di energia consumata dagli edifici) superano quelli per i trasporti e per l'industria. In aggiunta, l'elettricità prodotta per gli edifici e per l'industria è per oltre l'80% di derivazione da combustibili fossili. In parallelo, quasi l'80% dell'energia richiesta dagli stessi, in Europa, è di tipo termico, ottenuta per larga parte o dalla stessa energia elettrica o da combustibili fossili. La conseguenza è che, strategicamente parlando, risulta necessario sviluppare un sistema che risulti meno dipendente dai combustibili fossili di importazione estera. Diventa quindi, indipendentemente dalle fonti energetiche utilizzate, imperativo un drastico cambiamento nella progettazione e nel funzionamento a livello energetico negli edifici.

Una riduzione dell'80% del consumo energetico negli edifici è ritenuta possibile, a fronte di interventi di varia natura. E' l'ambito in cui si ritiene possibile ottenere i maggiori risultati a fronte di sforzi minori. Questo sarà però possibile solamente con un radicale abbandono degli attuali schemi di gestione e controllo negli edifici a favore di un nuovo paradigma "user-centric" (centrato sull'utente), "information-centric" (centrato sull'informazione) e *model-based* (centrato sulla modellazione) che miri ad una drastica riduzione dei consumi energetici. Se è importantissimo migliorare l'efficienza energetica degli edifici, è anche rilevante lavorare e fare ricerca sulla gestione della produzione, della domanda e della distribuzione dell'energia. Casi di *black-out* recenti sono riconducibili all'instabilità della rete e ai problemi del software di controllo, problemi affrontabili con una ricerca incentrata su concetti tipici ICT. Il concetto più notevole sviluppato di recente è quello di Griglia Intelligente (Smart Grid) dove tecniche avanzate ICT sono utilizzate per ottimizzare la gestione della domanda e distribuzione dell'energia elettrica. Le sfide principali sono legate alle infrastrutture

⁸ "An EU Energy Security and Solidarity Action Plan - Europe's current and future energy position - Demand - resources - investment", pagina 7 per i dati Europei e 29 per i dati riferiti all'Italia.

⁹ "ibidem", pagine 29-30.

esistenti che sono operate per lo più con politiche euristiche che possono portare ad instabilità perchè non basate sull'informazione globale dello stato della rete ed alla variabilità sempre crescente dei carichi che ora comprendono anche vetture elettriche che saranno sempre più frequenti. In questo contesto sono auspicabili soluzioni che facciano leva sulla comunicazione e la negoziazione fra sistemi di generazione, contatori, gateway broadband, dispositivi domestici (quali i termostati, i condizionatori, gli elettrodomestici), auto elettriche, mirando a realizzare una sorta di "Internet of Energy" o, in altri termini, una rete di dispositivi energetici interconnessi.

Le politiche mirate ad incoraggiare la generazione di elettricità locale basata su energia alternativa hanno creato ulteriore variabilità da gestire. L'utilizzo di politiche di controllo sofisticate che bilancino la domanda con l'offerta è essenziale. In questo quadro, schemi di controllo adattivi, gerarchici e distribuiti devono essere sviluppati al più presto. La gestione locale delle micro-griglie costituite da micro-sorgenti e carichi deve essere inserita in un controllo globale. Le tendenze in atto stanno portando le tecniche tradizionali di inseguimento dei carichi richiesta verso tecniche di gestione attiva dei carichi che, tramite pricing dinamico, riesca a bilanciare la domanda e l'offerta in modo da non sottoporre la rete a stress e a inefficienza. Lo sviluppo di sistemi immersi e di schemi di controllo è quindi strategico per la gestione efficiente della rete elettrica. Similmente reti di distribuzione di risorse naturali potranno avvalersi degli sviluppi ICT per rispondere alle richieste crescenti di servizi in presenza di scarsità delle risorse.

Gli obiettivi di lungo periodo prevedono l'allineamento dell'Italia a quanto previsto dall'Europa per il 2020, con il raggiungimento del triplice target: *20% di energia prodotta da fonti rinnovabili, 20% di energia risparmiata da tecnologie a basso consumo energetico, 20% di riduzione delle emissioni di anidride carbonica*. Un 20% di energie rinnovabili non è sostenibile dall'attuale sistema elettrico senza lo sviluppo di una diversa piattaforma di generazione e condivisione dell'energia, attuabile solamente per mezzo di una mediazione tecnologica resa possibile dall'ICT. Il raggiungimento di una quota di 20% di risparmio energetico richiederà analogamente soluzioni basate su ICT, adattabili a livello regionale, che coprano tutta la filiera e coinvolgano tutti gli elementi e gli attori chiave, dagli edifici, alle comunità, alla governance regionale e nazionale, alla comunità industriale, i produttori di energia e le *multi - utilities*, le reti di *prosumers* (produttori e al tempo stesso consumatori) di energia, i produttori di elettrodomestici e auto elettriche che dovranno migrare verso un paradigma di piena connessione alla SMART GRID per la realizzazione di un livello di controllo distribuito. Un fattore chiave è naturalmente la possibilità di includere come attori primari gli stessi enti responsabili della pianificazione energetica locale e nazionale e della governance, in una forte connessione con l'industria. Uno strumento per la mediazione di livello (micro - scala / larga - scala) è lo sviluppo delle SMART GRID, che abiliteranno ulteriori ottimizzazioni energetiche oltreché la sostenibilità della nuova infrastruttura elettrico - energetica.

Questa è la base necessaria per lo sviluppo di una rete energetica multi-livello, basata su (i) *+energy building* (singoli edifici prosumers di energia) che siano situati in (ii) *energy sharing communities* (comunità di singoli edifici – cittadelle, regioni ... *isole* - che condividono una strategia e una politica di produzione e consumo energetico). Le diverse comunità sono a loro volta interconnesse le une alle altre ed interconnesse con provider centralizzati di energia, dando appunto vita ad un (iii) *sistema energetico interattivo a multilivello*. Oltre a questo, l'ICT deve affrontare aspetti fortemente interdisciplinari, quali la gestione del flusso informativo verso e dai decisori istituzionali e gli utenti, lo sviluppo di opportuni standard nazionali ed internazionali per garantire l'interoperabilità, lo sviluppo di nuovi modelli di business e la penetrazione dell'innovazione e del cambiamento.

L'ICT deve quindi supportare gli "SMART energy systems":

- *Sistemi sostenibili*, con una gestione *Multilivello* dell'energia;
- esplorare approcci innovativi per il controllo intelligente nei *+energy buildings*, basati anche su *risorse rinnovabili*, e *raggiungibili* a una scala reale, fattibili nelle dimensioni reali;
- sviluppare *sistemi ICT* per le strategie di controllo, gestione e co-operazione che possono essere integrati in una *energy sharing community* più o meno estesa (*SMART GRIDS*);
- analizzare i legami tra gli attori principali coinvolti in una *multilevel energy network*.

Le Aree di ricerca

Individuiamo quindi cinque principali sfide organizzate in due tipologie: la prima si focalizza sui singoli edifici, le comunità e le interazioni fra di esse e all'esterno, mentre la seconda si focalizza su aspetti trasversali a questi livelli per supportare un sistema *information-centric* e *model based*.

Obiettivo 6.4.1 ICT per +energy buildings (medio/lungo periodo): L'ICT dovrebbe supportare la realizzazione del +energy building, ossia di un edificio con un bilancio positivo fra energia prodotta e consumata. Da un lato si dovrebbe creare una nuova generazione di edifici produttori di energia basati sull'integrazione fra risparmio energetico (edilizia a basso consumo), produzione di energia da sistemi a multi-generazione e dalla mediazione ottimale fra i vari elementi del sistema nell'ottica di realizzare l'ottimale energy management dell'edificio. Dall'altro si dovrebbe prefigurare un programma di integrazione e adattamento degli edifici esistenti a migliori standard di efficienza energetica. Questo passaggio richiederà dei nuovi sistemi SMART di controllo e monitoraggio, nuove tecniche / tecnologie di adattamento funzionale e ottimizzazione per lo scambio di energia con i livelli superiori / esterni. L'ICT garantirà il supporto ai +energy buildings lavorando su varie tematiche quali: il *Management e l'Integrazione di Risorse Rinnovabili e Sostenibili*, il *Risparmio Energetico negli Edifici* per mezzo dell'uso di materiali e tecnologie innovative, il *Riscaldamento e Raffrescamento Passivo* negli edifici, la *gestione e riutilizzo della risorsa idrica*.

Obiettivo 6.4.2. ICT for energy sharing communities (medio/lungo periodo): L'ICT dovrebbe abilitare il controllo, la gestione di energia e la cooperazione energetica a livello delle comunità. Per concretizzare in pieno il potenziale dei SMART energy systems si richiederà un'integrazione effettiva fra le network dei produttori di energia (entrambi a livello distribuito e centralizzato), la comunità industriale, i policy makers (legislatori), e gli utenti locali. Si richiede lo sviluppo di un modello che racchiuda l'energy management fra i vari livelli e le direzioni del flusso dell'energia, garantendo sostenibilità a un'area organizzata il più possibile in maniera autonoma (energia del Km zero, modello a isola). In parallelo c'è la necessità per lo sviluppo di un modello di gestione delle relazioni/interazione di borderline con i livelli superiori del sistema energetico. Un controllo ICT-based dovrà massimizzare l'uso di energia e l'efficienza energetica oltre a dover soddisfare i bisogni locali. Questo sarà reso possibile dall'uso delle risorse energetiche disponibili al livello della singola comunità, come impianti di gassificazione, digestori anaerobici, impianti eolici o solari. L'ICT dovrà anche saper indirizzare, ad esempio tramite metodologie di "user-centered design", le persone e i loro modelli di consumo verso comportamenti e stili di vita eco-sostenibili nel lungo periodo: un'evoluzione virtuosa dei consumi può diventare duratura solo se radicata nello stile di vita dei consumatori.

Obiettivo 6.4.3 ICT per l'interazione di multilivello (medio/lungo periodo). L'ICT si dovrebbe focalizzare sulla relazione esistente fra: (i) gli edifici e la comunità, (ii) le diverse comunità, (iii) le interfacce interne / esterne (e.g. livelli di interazione superiori, la comunità industriale), e (iv) l'ottimizzazione dello sfruttamento dei combustibili all'interno del settore veicolare. Le relazioni includeranno un modello omni - comprensivo di gestione delle relazioni fra i vari livelli in una SMART energy society. L'intero sistema richiederà una forte e integrata connessione fra le varie parti del modello, mediante la definizione di controlli centralizzati e distribuiti (master/slave), monitoraggio dell'intero flusso dell'energia, sistemi tampone *real o short-time* per reagire alla variabilità del sistema, mediante lo sviluppo di un piano per le diverse situazioni possibili (gestione di *problem-solving* per un sistema sostenibile). L'ICT dovrà contribuire a risolvere tutte le problematiche connesse alla realizzazione di una infrastruttura capillare di tele-gestione dei contatori (gas, acqua, elettricità, riscaldamento) e di comunicazione bi-direzionale fra contatore e centro servizi della utility così come fra contatore e dispositivi energetici in casa. Tutto ciò in modo coerente alle iniziative di standardizzazione nazionali e internazionali che rappresentano una condizione imprescindibile per l'introduzione massiva di una SMART GRID di dispositivi energetici interconnessi.

Obiettivo 6.4.4. Metodi e Tecniche Trasversali. Questo obiettivo si concentra su aspetti trasversali ai tre precedenti livelli per supportare un sistema *information-centric* e *model based*. L'obiettivo include la modellazione e simulazione, la definizione di scenari e il supporto alla pianificazione energetica, la definizione di modelli innovativi di business sia *consumer-oriented* (bottom-up) che *producer-oriented* (top-down), il supporto alla innovazione tramite la penetrazione e la rapida diffusione di modelli e tecniche innovative nei +energy buildings e nelle comunità a condivisione di energia. Questi obiettivi di lungo termine saranno supportati da un insieme di progetti a livello locale per la diffusione dei metodi e delle tecniche sul territorio. Questi progetti potranno affrontare temi come lo sviluppo di tecnologie di produzione di energia ICT-adapted, realizzate nell'ottica di un controllo e ottimizzazione della produzione energetica, reti sensoriali per edilizia residenziale e progetti investigativi relativi a tecnologie informatiche applicate a sistemi che interagiscono a livelli diversi (edifici, industrie, edifici di piccola e larga scala). Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Modellazione e Simulazione*, *Scenari e Pianificazione (breve/medio/lungo periodo)*, *Modelli Innovativi di Business (breve/medio/lungo periodo)*, e *Innovazione (Marketing dell' ICT e ICT come Marketing) (breve/medio/lungo periodo)*.

Obiettivo 6.4.5 Energia Sviluppata a Multilivello con Progetti Locali (breve/medio/lungo periodo). Gli obiettivi di breve/medio periodo non possono essere svincolati da un piano generale sviluppato per il lungo periodo come descritto qui sopra. Gli obiettivi di breve periodo rientreranno in una politica di avvicinamento degli

obiettivi, seguendo il concetto che una lunga distanza è composta da piccoli passi. Localmente e regionalmente bisognerà quindi proporre progetti e realizzazioni che approssino il concetto generale di società dell'energia sviluppata a multilivello. Esempi di tali obiettivi regionali specifici potrebbero essere: *Energia ICT-adapted*, *Reti sensoriali per edilizia residenziale*, e *Sperimentazioni Multilivello*.

6.5 eMobility, smart cities

La eMobility costituisce, non da oggi, un'area di potenziale forte sviluppo in relazione alla crescita dei bisogni di mobilità in generale e di supporto alla mobilità nella "città intelligente". Il problema di pervenire ad una maggiore efficienza/efficacia ed eco-sostenibilità nella mobilità di veicoli, persone e merci comprende lo sviluppo di nuove applicazioni. Quali, per fare alcuni esempi, i servizi flessibili, il car sharing, il car pooling, il pedaggio urbano differenziato in funzione dell'utilizzo del veicolo, la gestione del credito di mobilità, il rinforzo della sicurezza nella mobilità urbana, il supporto alla mobilità dei diversamente abili. Tali applicazioni possono essere realizzate grazie anche al supporto di un ambiente reso intelligente dall'integrazione di sensoristica, comunicazione e elaborazione che consenta benefici oltre che in termini economici, anche in termini sociali ed ecologici, legati all'efficace assistenza alle persone da un lato e alla fluidificazione del traffico veicolare e alla riduzione di emissioni nocive e rumori dall'altro. L'affermarsi della eMobility porterà alla nascita e allo sviluppo di nuova imprenditoria, in termini di prodotti e servizi e conseguenti nuove professionalità.

I problemi

I bisogni principali che possono essere beneficiari di soluzioni di eMobility, e di conseguenza i problemi che si presentano, sono, in sintesi (i) una maggiore efficienza/efficacia nella mobilità di veicoli, persone e merci, (ii) crescenti requisiti di protezione e sicurezza nei confronti di persone e merci in fase preventiva e di efficacia di interventi di emergenza in fase operativa, (iii) una mobilità "ecologica", legata alla fluidificazione del traffico e alla riduzione di emissioni nocive e rumori. In ambito cittadino, il problema complessivo su cui focalizzarsi è quello dell'intelligenza di ambiente e urbana con la finalità di facilitare la mobilità di persone, veicoli e merci, in relazione alle condizioni del traffico, ivi compreso l'ampliamento delle possibilità di mobilità per i non vedenti e i diversamente abili.

Le aree di ricerca

Le aree di ricerca e i relativi specifici obiettivi per l'eMobility in ambito cittadino sono indicati di seguito. L'approccio sarà basato su studio simulativo e successiva progettazione e realizzazione hardware e software di piattaforme abilitanti relative agli obiettivi specifici.

Obiettivo 6.5.1 Intelligenza di ambiente e urbana. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche *Mobilità urbana (breve-medio periodo)*, *Localizzazione in percorsi attrezzati (breve-medio periodo)* e *Sistemi Plug&Play (medio periodo)*.

6.6 eEnvironment : informazione geo-spaziale

Le problematiche relative allo sviluppo e la gestione dell'ambiente in maniera sostenibile sono priorità riconosciute a livello internazionale, sia a livello dell'UE sia dei singoli paesi membri fra cui l'Italia. In questo campo le tecnologie ICT possono giocare un ruolo fondamentale. Questa area concerne in particolare lo sviluppo di tecnologie e capacità nel campo delle informazioni geo-spaziali (*geo-spatial Information*) applicabili ad ambiti assolutamente prioritari quali: la difesa dell'ambiente, la gestione sostenibile delle risorse naturali e la protezione della biodiversità, la pianificazione sostenibile del territorio e delle infrastrutture territoriali (e.g. uso suolo, reti infrastrutturali, monitoraggio delle dinamiche ambientali, etc.), la sorveglianza del mare, l'agricoltura, l'emergenza e la sicurezza (e.g. gestione delle emergenze anche fuori dei confini nazionali, sostegno agli aiuti umanitari, sorveglianza marittima, sorveglianza dei confini).

Inoltre, l'informazione digitale geo-spaziale sarà utilizzata massivamente nelle attività comuni dei cittadini. Anche in questo settore, le tecnologie digitali stanno trasformando le modalità di generazione, memorizzazione e fruizione dei contenuti geo-spaziali. Si sta abbandonando la consueta metafora del desktop tradizionale basato sulla interfaccia utente degli attuali sistemi operativi per passare alla interfaccia

utente che rappresenta virtualmente la realtà circostante. Basti pensare alla attuale diffusione di servizi geografici quali quelli messi a disposizione da Google (Google Earth), Microsoft (Microsoft Live search) e Yahoo (Yahoo Local Maps). L'utente finale passerà sempre più da fruitore passivo della informazione digitale, ad utente attivo partecipativo. Esso infatti contribuisce all'inserimento delle informazioni geo-spaziali ed utilizza in modo orizzontale tecniche di localizzazione geografica per altri contenuti multimediali quali documenti di testo, foto, e video.

I problemi

Il problema da risolvere in questo ambito, oggi, è quello di sviluppare metodi e tecnologie per aumentare e potenziare la penetrazione di tali contenuti ed applicazioni nei *workflow* operativi dell'utente finale. Inoltre, similmente a quanto avviene per altri ambiti, il problema principale consisterà nell'individuare con maggiore precisione l'informazione geo-spaziale desiderata ed all'integrazione di dati, servizi e modelli in maniera sempre più automatica. Le problematiche su cui concentrare le attività di sviluppo innovativo e di ricerca, sono:

- aumentare la qualità dei servizi di ricerca delle informazioni geo-spaziali che provengono da diverse fonti eterogenee (reti di sensori, fornitori di servizi di mappa, reti sociali, etc), in modo da restituire all'utente, o a sistemi automatici che utilizzano tali dati, informazioni sempre più coerenti con gli obiettivi desiderati;
- investigare e sperimentare l'integrazione dinamica di dati con valenza geo-spaziale provenienti da diversi sensori di osservazione (satellite, aereo, in situ), di diverso formato (raster, vettoriali, alfanumerici), statici e dinamici nel tempo, e da fonti che producono dati eterogenei in termini di precisione, rappresentazione geometrica della realtà, modellazione dei concetti, la cui combinazione fornisce valore aggiunto e un patrimonio informativo fondamentale per la gestione del territorio e delle sue dinamiche, sia antropiche che naturali;
- sviluppare applicazioni e strumenti che rendano sempre più immediata, operativa ed accessibile l'informazione geo-spaziale per l'utente finale (sistemi di navigazione 3D-virtuali, sistemi di interfaccia con fonti esterne di dati, Infrastrutture di Dati Territoriali, applicazioni per esigenze specifiche, piattaforme GIS di fruizione interattiva delle informazioni, etc.);
- favorire l'interoperabilità di dati, servizi e modelli geo-spaziali, attraverso l'utilizzo delle tecnologie Web 2.0 e Web 3.0 e delle tecniche di ragionamento automatico che permettono di ricercare le informazioni corrette e di generare automaticamente flussi di servizi a partire da richieste formulate in linguaggio naturale.

Le aree di ricerca

I settori applicativi principali su cui concentrare le attività di ricerca e sviluppo sono:

- supporto alla realizzazione di sistemi di gestione integrata di dati geo-spaziali;
- sviluppo di sistemi di interazione con utente orientati alla realtà virtuale che siano sempre più coerenti con lo stato del mondo reale;
- supporto alla gestione sostenibile del territorio (patrimonio naturale, antropico e infrastrutture);
- supporto alla protezione dell'ambiente (difesa del paesaggio naturale, mantenimento della biodiversità, difesa delle risorse naturali);
- supporto alla sorveglianza del mare (Mediterraneo almeno).

Obiettivo 6.6.1. Supporto alla realizzazione di sistemi di gestione integrata di dati geospaziali (breve/medio/lungo periodo). La disponibilità di tecnologie sempre più sofisticate e a basso costo ha permesso la realizzazione di dati geo-spaziali sempre più precisi da parte di un crescente numero di produttori di dati geo-spaziali che può arrivare, in taluni casi anche dalla partecipazione attiva dei cittadini. La relativa facilità di generazione di contenuti geo-spaziali, se da un lato ha portato ad una grande disponibilità di dati e servizi territoriali e ad una distribuzione a più ampio spettro delle informazioni geo-spaziali, dall'altra ha generato un progressivo proliferare di formati di dati e protocolli di servizi eterogenei, in molti casi tra loro non compatibili (informazioni multi-disciplinari, multi-temporali, multi-risoluzione, multi-mediali e multi-lingua). Sarà perciò necessario sviluppare apposite applicazioni che permettano di integrare in modo automatico e dinamico i dati provenienti da fonti diverse quali: produttori di dati geografici istituzionali, sistemi di acquisizione dati in tempo reale (es. reti di sensori statici o dinamici), dati provenienti dalla partecipazione volontaria dei singoli utenti, operanti con metodologie e formati che ad oggi difficilmente permetterebbero una vera e corretta interoperabilità. Essendo garantita l'interoperabilità tecnologica (sviluppo di sistemi informativi geografici) e sintattica (formati e standard di interscambio di dati e di pubblicazione di servizi geo-spaziali), si ritiene che nel breve/medio periodo si debba garantire la compatibilità semantica di dati, modelli

e servizi geo-spaziali. In questo contesto generale, sarà infine anche necessario, recepire dati relativi alle reti geodetiche nate dalla recente ufficializzazione del nuovo sistema di riferimento ETRF2000, materializzato dalla Rete Dinamica Nazionale. A questo proposito si pone come obiettivo della ricerca la necessità di sviluppare procedure e algoritmi che permettano di integrare banche dati preesistenti, inquadrare in diversi sistemi di riferimento, con i nuovi prodotti in ETRF2000.

Obiettivo 6.6.2 Sviluppo di sistemi di interazione con utente orientati alla realtà virtuale che siano sempre più coerenti con lo stato del mondo reale (breve/medio/lungo periodo). La rappresentazione virtuale del mondo consiste nella realizzazione di un sistema Web che sia geo-referenziato spazialmente ed interconnesso con gli archivi di conoscenza digitali memorizzati in tutto il mondo. Anche se la visione di creare un mondo interamente digitale (“*Digital Earth*”) si può fare risalire almeno a dieci anni fa, con il discorso tenuto nel 1998 dall’allora vice presidente Al-Gore presso il California Science Center, è solo attualmente che la tecnologia ci mette a disposizione parte delle soluzioni richieste dalle specifiche abbozzate in quel discorso. Il Geo-browsing è diventato un’industria molto remunerativa, ed ha esteso modalità innovative di consultazione dell’informazione geografica ad una utenza sempre più vasta. Nel contempo, però, sono anche aumentate incredibilmente le informazioni, geografiche e non, disponibili in rete. Appare sempre più indispensabile guidare lo sviluppo di questi sistemi virtuali (o, alla fine, di un unico, globale, sistema virtuale) verso le seguenti linee di ricerca: *organizzazione, standardizzazione e documentazione delle informazioni geografiche (breve periodo), Supporto alla gestione delle informazioni geografiche volontarie (VGI) (breve/medio periodo), Miglioramento delle modalità di interazione con l’utente (breve/medio/lungo periodo), Integrazione di sistemi di sensori in tempo reale (medio/lungo periodo), Adozione di un sistema di organizzazione delle informazioni basato sul paradigma spazio-temporale (medio/lungo periodo), Supporto alla modellazione e all’analisi Spazio-Temporale (medio/lungo periodo) e Studio dell’impatto socio-economico di “Digital Earth” (medio/lungo termine).*

Obiettivo 6.6.3 Supporto alla gestione sostenibile del territorio (patrimonio naturale, antropico e infrastrutture) (breve/medio periodo) Questo obiettivo concerne in particolare lo sviluppo di tecnologie e know-how nel campo delle informazioni geo-spaziali applicabili ad ambiti quali gestione del territorio e delle infrastrutture territoriali (e.g. uso suolo, reti infrastrutturali, monitoraggio delle dinamiche ambientali, etc.). Le tecnologie riguardano principalmente lo sviluppo di sistemi per la gestione integrata di dati e servizi geo-spaziali che permettano di pianificare il territorio coerentemente a tutti i livelli di competenza (locale, regionale e nazionale). La gestione e la rappresentazione delle informazioni territoriali dovrà garantire continuità e coerenza delle informazioni alle diverse scale di rappresentazione/precisione.

Obiettivo 6.6.4 supporto alla protezione dell’ambiente (difesa del paesaggio naturale, mantenimento della biodiversità, difesa delle risorse naturali) (breve/medio/lungo periodo) che prevede lo sviluppo di tecnologie dedicate: (i) alla raccolta di dati sempre più precisi ed aggiornati che rappresentino variabili ambientali relative allo stato dell’ambiente, al suo consumo ed al suo degrado, (ii) predisposizione di modelli di simulazione basati su dati storici ed attuali georeferenziati provenienti da fonti eterogenee e distribuite anche al di fuori dell’area di interesse (i sistemi ambientali non sono soggetti ai limiti geografici amministrativi e c’è necessità di integrare dati ed informazioni geo-spaziali provenienti da fonti esterne alla propria area amministrativa/organizzativa di riferimento, che attualmente sono difficili da recuperare ed utilizzare), (iii) analisi per la realizzazione di reti di approvvigionamento e distribuzione delle risorse energetiche al fine di ridurre l’impatto ambientale, invertire la tendenza dei cambiamenti climatici indotti dall’attività umana, ridurre il consumo di risorse naturali e preservare la biodiversità.

Obiettivo 6.6.5 Supporto alla sorveglianza del mare (breve/medio periodo). In questo settore sono oggi operativi sistemi che integrano dati cooperativi e non cooperativi, puntuali ed areali, aggiornati in Tempo Reale e di natura storica, per produrre una *Integrated Maritime Picture* di supporto ad attività investigative, di controllo ambientale, di sorveglianza per la sicurezza. La necessità di arricchire la Picture sia in termini di contenuti che in termini di prestazioni operative della capacità di aggiornamento (tempo reale nella accessibilità all’informazione a valore aggiunto, falsi positivi o negativi nella detection di elementi sul mare), nasce dalla necessità di avere sempre maggior controllo sullo stato del mare, al fine di pianificarne il suo uso come risorsa naturale, di garantirne la sicurezza come ambiente di trasporto, di prevedere il suo stato meteorologico. In questo senso le attività di *Maritime Spatial Planning (MSP)*, impongono alle tecnologie e servizi di geo-spatial information di innovare contenuti e applicazioni che integrando tali contenuti ne estraggano valore aggiunto in termini di nuovi parametri di interesse e modalità di accesso.

6.7 ICT per il ciclo di vita del Prodotto

Il contesto internazionale è stato, e continua ad essere in maniera sempre più complessa e imprevedibile, caratterizzato da una elevata competitività a livello mondiale, ed influenzato da un'economia globale in continua evoluzione (o regressione). Lo sviluppo delle reti di comunicazione ha permesso ai consumatori di avere a disposizione una scelta sempre più vasta di beni e servizi, di migliore qualità e dai prezzi competitivi. D'altro canto ciò ha comportato per le aziende la necessità di sviluppare nuove strategie per il contenimento dei costi e il miglioramento della qualità dei prodotti. Si è quindi resa necessaria, una continua innovazione, così come un'elevata velocità di produzione, che consente di poter seguire velocemente le tendenze del mercato. Questo scenario ha spinto le aziende ad aumentare la velocità e l'efficienza del processo di acquisizione di nuove conoscenze e a cercare di ottenere il massimo dalle competenze già a loro disposizione, ricorrendo a nuovi strumenti SW per il ciclo di sviluppo del prodotto e la condivisione dell'informazione e delle attività tra i partecipanti a gruppi di lavoro multidisciplinari rappresentano fattori chiave di competitività.

I problemi

E' consolidata la valutazione che larga parte della competitività delle aziende presenti sul mercato globale è (e sempre più sarà) legata alla loro capacità di sviluppare ed utilizzare in modo pervasivo strumenti ICT innovativi per uno sviluppo integrato dell'intero ciclo di vita del prodotto. Questa considerazione è tanto più vera per sistemi e prodotti che svolgono funzioni complesse, spesso critiche (per es. *safety of life*), basati su architetture altamente distribuite, integrando in rete un numero elevato di componenti diversificati ed intelligenti (robots, elementi di calcolo, reti di sensori, componenti di telecomunicazioni) e che trovano applicazione in campi diversi quali l'aerospazio, l'automotive, l'energia e le grandi infrastrutture, manufacturing ecc. (vedere ad esempio i concetti di *System of Systems*, *Internet of Things* and *Cyber-physical systems* della *National Science Foundation (NSF)* negli Stati Uniti).

Nella realtà italiana, che già presenta un gap di competitività derivante dall'utilizzo limitato di tecnologie ICT generali, è ancora più importante concentrare l'innovazione e gli investimenti nelle tecnologie ICT emergenti quali quelle legate alla gestione efficace ed efficiente delle fasi del ciclo di vita del prodotto identificate come più strategiche ed a più alto valore. In tal modo si permetterà alle imprese italiane operanti in tale settore di consolidarsi e crescere. Si attiverà inoltre, con opportuno indirizzo e coinvolgimento, un aumento del numero e delle capacità competitive delle PMI che sono, e sempre più dovranno essere, attori di questa evoluzione del sistema industriale italiano verso prodotti/attività a maggior valore. Su tale base occorrerà che si realizzino concretamente ed in tempi accelerati le logiche ed i modi di operare, molto dibattuti ma poco praticati almeno in Italia, intrinseci alla logica della *Extended Enterprise*. Ciò significa creare e mettere a punto ambienti condivisi fra entità decentrate, ma connesse interattivamente dal punto di vista ICT, che concorrono allo sviluppo ed alla gestione nella fase di esercizio e operatività, di sistemi e prodotti complessi. Si dovrà altresì permettere una integrazione gestionale ed operativa di tutti gli attori della filiera: clienti, fornitori, grande impresa, PMI, Università e centri di ricerca, Istituzioni e utilizzatori finali. In tale ambito è importante focalizzarsi sul *Virtual Design* per le attività che precedono la piena produzione del prodotto nell'ambito più esteso della *Smart e Virtual Factory* e della *global supply chain*. Altrettanto importante, per le attività di *Servizi e Supporto* nella fase operativa/esercizio, è progettare ed integrare nel prodotto tutto quanto necessario ad assicurare la piena e continua disponibilità del sistema/prodotto, predisponendo tutte le risorse, infrastrutture, *skills* di cui si prevede l'utilizzo nel ciclo di vita operativo con l'implementazione di servizi aggiuntivi/innovativi ad alto valore aggiunto.

Le aree di ricerca

E' universalmente condiviso che le fasi del ciclo di vita del prodotto più rilevanti in termini di importanza strategica e di maggiore valore aggiunto sono associate con le attività di: Identificazione del mercato, definizione del prodotto, design e sviluppo, e supporto e servizi all'utilizzatore, mentre è in progressiva diminuzione l'importanza relativa della fase di produzione in house che si sta trasformando sempre più in *worldwide integrated design and production*.

Obiettivo 6.7.1 Virtual Engineering e Design (VE&D): inteso come approccio sintetico che concretizza sempre più sofisticati metodi e tecniche di rappresentazione della realtà, resi possibili dal costante miglioramento e *down-sizing* delle capacità di calcolo e dello storage, dalla crescita prestazionale delle reti e dei protocolli di interconnessione, dalle nuove modalità di rappresentazione dell'informazione. Il VE&D offre

notevoli spazi di miglioramento del processo di progettazione in termini di capacità di simulazione di crescente dettaglio, realismo e copertura delle performance del prodotto e della sua interazione con l'ambiente di missione del prodotto stesso. Le tematiche più rilevanti riguardano metodologie e strumenti operativi per la validazione in virtuale delle performance del prodotto secondo diversi livelli di complessità (prodotto/ sistema/ sottosistema/ componente). Accanto alle performance tradizionali (in ottica utente) si devono analizzare le altre categorie di performance espresse in tutti i momenti del ciclo di vita del prodotto (riuso/trasversalità delle soluzioni, progettuali, fabbricabilità operabilità/accessibilità in assistenza tecnica, dismissione e riciclo a fine vita). Tra i temi di ricerca più rilevanti in termini di soluzioni a supporto del VE&D abbiamo: *Intuitive and Interactive Design*, *Innovazione del Digital Mock-up*, *Metodi e tecniche di visualizzazione realistica del prodotto*, *Systems and Components Reuse*, e *Extended PLM e Enterprise BoM*.

Obiettivo 6.7.2 Factories. Per rimanere competitive le aziende dovranno gestire una varietà più ampia di prodotti e con un minore ciclo di vita, assicurando una elevata affidabilità e competitività economica già nelle fasi di avviamento (smart factories) e risulterà determinante la disponibilità di soluzioni ICT interoperabili e lean. Opportunamente sviluppate ed integrate end-to-end, le soluzioni ICT oltre ad abilitare un ciclo di sviluppo prodotto più efficace, efficiente ed affidabile potranno consentire una analisi basata su una maggiore disponibilità di dati e fornire più supporto ai processi decisionali, creando valore nelle *networked operations (virtual factories)*. Analogamente, nelle fasi di impostazione delle nuove linee produttive, è atteso un maggiore contributo degli strumenti ICT nelle fasi di modellazione e simulazione delle linee e dei processi di fabbricazione (*digital factories*), al fine di anticipare ed approfondire la conoscenza di tutti i parametri in gioco e supportare le scelte tecnologiche. Per tali obiettivi è evidente che sarà necessario sviluppare, allo stesso tempo ed in modo complementare, nuove culture e linguaggi, nuovi processi e metodologie di lavoro, nuovi strumenti ICT abilitanti l'innovazione sulle sopraindicate attività. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Digital factory*, *Smart factories*, *Smart manufacturing e Virtual factories*.

Obiettivo 6.7.3 Servizi e Supporto al Prodotto. L'aumento della disponibilità operativa in esercizio dei sistemi futuri, sia nel caso di sistemi controllati e gestiti dall'uomo, e sia nel caso di sistemi ad alto grado di autonomia (come nel caso di sistemi *Unmanned*), dovrà vedere lo sviluppo di concetti e soluzioni in grado di assicurare, in modo sicuro, non invasivo e non perturbativo sui sistemi, il pieno controllo delle capacità prestazionali degli stessi. La diffusione prevedibile di sistemi complessi sempre più autonomi, *Manned* e soprattutto *Unmanned*, avrà come conseguenza la necessità di disporre di nuovi sistemi di diagnostica integrati nel prodotto/sistema (basati su sensori e sistemi di acquisizione dati innovativi), affinché le informazioni raccolte "a bordo" del sistema, opportunamente elaborate, possano poi essere rese disponibili in tempo reale ai fini della valutazione della prestazione, della diagnosi precoce dei malfunzionamenti e dell'adozione di opportune misure correttive. Il supporto durante la vita operativa dei sistemi (controllo della non pericolosità all'uomo e all'ambiente, sicurezza propria, controllo delle prestazioni, diagnosi ed identificazione di azioni correttive, richieste di intervento) avrà la sua massima efficienza attraverso l'utilizzo di componenti integrati e gestiti tramite l'ICT del futuro.

6.8 Bioinformatica

La conclusione dei progetti di sequenziamento genomico umano e di altre specie e lo sviluppo di tecnologie di analisi biologica che producono grandissimi flussi di dati hanno reso le tecniche di tipo informatico indispensabili per la ricerca post-genomica sia essa biologica, agro o zootecnica, medica o farmaceutica. La complessità dei sistemi biologici che si studiano a livello molecolare, cellulare e perfino i sistemi ecologici evidenziano come questi possano essere interpretati come sistemi di elaborazione delle informazioni in cui le interazioni fisico-chimiche non siano altro che scambio di informazioni. L'informatica ha affrontato con successo i problemi legati alla complessità delle reti di interazione (siano esse a livello HW come le reti o a livello SW come i servizi sul WEB). Le similitudini a livello di astrazione che si usano in informatica e nella nascente biologia dei sistemi sono tali per cui l'informatica è il naturale candidato ad essere un fondamento scientifico per la biologia del nuovo millennio, una biologia che punta a diventare una scienza quantitativa. La conseguenza è che l'informatica non è più un servizio per la biologia, ma un fattore abilitante, come lo è negli altri settori affrontati in questo documento.

I problemi

I problemi aperti riguardano la definizione e lo sviluppo di metodologie e tecnologie informatiche che rendano possibile la scoperta di conoscenza biologica mediante la rappresentazione, la simulazione e

l'analisi di sistemi biologici. I problemi nascono da domande di tipo biologico alle quali le tecniche bioinformatiche rispondono sfruttando la presenza e disponibilità di dati, banche dati, conoscenza strutturata e strumenti informatici spesso pubblici. Tipiche aree di provenienza dei problemi e quindi di applicazione dei risultati della ricerca bioinformatica sono l'analisi di specifiche sequenze genomiche, l'analisi a livello genomico, la comparazione fra genomi (filogenetica), l'analisi dell'espressione genica, la predizione di proprietà strutturali di proteine, le tecniche di analisi della genetica delle popolazioni. Una tematica assolutamente di punta e recentissima è la dinamica dei sistemi, dove l'Italia può giocare un ruolo da primo attore. Le tipiche sfide che si devono affrontare, e che possono avere un reale impatto sul futuro, riguardano principalmente la comprensione delle connessioni che esistono tra le informazioni statico-strutturali prodotte dalle discipline omiche (genomi, proteomi, metabolomi, etc.) e i fenotipi, i comportamenti dei sistemi considerati. Questi studi hanno impatto sulla salute pubblica, sull'agro-alimentare, e sull'ambiente.

Le attività specifiche descritte di seguito devono contribuire al futuro della scienza attraverso la connessione tra modelli e esperimenti per mezzo di nuovi strumenti concettuali e computazionali integrati in un ambiente user-friendly dotato di modelli dei maggiori componenti biologici per la modellazione di organismi (artificiali) o di popolazioni e usati da una gran parte di biologi per predire il comportamento di sistemi biologici multi-livello e multi-scala in modo modulare, compositivo, scalabile ed eseguibile.

Le aree di ricerca

Informatica e biologia hanno iniziato a convergere nel corso degli ultimi due decenni. In un primo momento la ricerca biologica si è avvicinata all'informatica sotto la spinta di esigenze tecnologiche, portando allo sviluppo della bioinformatica. Più di recente, le intriganti relazioni tra gli aspetti filosofici della teoria della calcolabilità e la natura digitale del trattamento dell'informazione nei sistemi biologici hanno favorito uno scambio paritario tra le due scienze, includendo l'informatica, assieme alla matematica, la chimica e la fisica, tra i pilastri fondamentali della biologia dei sistemi. E' quindi necessario definire adeguate astrazioni dei sistemi viventi, in modo da catturare la loro intrinseca concorrenza, causalità e natura probabilistica e tradurle in rappresentazioni algoritmiche che possono essere eseguite, analizzate e simulate da un calcolatore. Questo approccio è noto come **Algorithmic Systems Biology**, conformemente a quanto affermato dal Premio Nobel Sidney Brenner. La biologia necessita di una teoria in grado di evidenziare la causalità e trasformare i dati in conoscenza così da chiarire l'architettura della complessità biologica. L'Algorithmic Systems Biology sembra essere in grado di rispondere a questa sfida. L'approccio algoritmico richiede ai biologi e a coloro che si occupano dei modelli di focalizzarsi sui meccanismi che governano il comportamento del sistema studiato, favorendo il pensiero computazionale. Gli algoritmi possono contribuire ad una coerente sistematizzazione dei principi biologici generali alla base delle enormi quantità di dati prodotti dalle tecnologie *high-throughput*.

Le metodologie e le piattaforme che ne derivano devono essere integrate con obiettivi applicativi chiari quali la scoperta di nuovi farmaci, lo sviluppo della nutri-genomica e dell'agro-alimentare, la comprensione dell'evoluzione delle malattie. I criteri di selezione sono stati quelli di individuare aree importanti nel tessuto produttivo italiano come quella farmaceutica e agro-alimentare, la necessità di acquisire un vantaggio competitivo in ambito di biologia dei sistemi facendo leva su settori avanzati e la necessità di supportare il processo per velocizzare in generale l'attività di ricerca con lo scopo di arrivare a supportare la medicina predittiva, preventiva e personalizzata.

Obiettivo 7.8.1 Piattaforma per la biologia dei sistemi algoritmica per la modellazione, simulazione, analisi e predizione. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Strumenti e tecnologie (breve/medio periodo)*, *analisi e servizi web (Workflows applicati all'analisi post-genomica) (breve/medio periodo)*, *Integrazione di tecniche di simulazione e dati biologici (medio periodo)*, *Basi dati e Ontologie (medio periodo)*, *Validazione and applicazione a casi di studio (medio/lungo periodo)*.

Obiettivo 7.8.2 Piattaforma per la bioinformatica per l'analisi di genomi di specie di interesse economico. Si intende sviluppare una piattaforma tecnologica aperta per l'analisi di genomi che permetta di accelerare e semplificare le procedure di analisi dei genomi di interesse agro-alimentare. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Analisi filogenetica (medio/ lungo periodo)*, *Analisi genomica (breve/ medio periodo)*, ed *Analisi di sequenza (breve/ medio periodo)*.

Obiettivo 7.8.3 Biologia dei sistemi algoritmica e bioinformatica per la scoperta di farmaci e lo studio di malattie. Si intendono utilizzare le piattaforme aperte dei precedenti due obiettivi basate su tecniche, algoritmi, risorse e strumenti informatici volti alla scoperta di nuovi farmaci e lo studio di malattie integrando modelli e dati post-genomici. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: *Tecniche di*

Individuazione di target di farmaci e di set di geni rilevanti (medio/ lungo periodo), Sistemi di predizione di efficacia o tossicità di sostanze da dati disponibili pubblicamente (breve/medio periodo), Scoperta di funzionalità e ruolo di proteine e small non encoding RNAs (medio/lungo periodo).

Obiettivo 7.8.4 Integrazione della piattaforma per la bionformatica e per la biologia dei sistemi algoritmica. Nello specifico si individuano le seguenti problematiche: Infrastruttura tecnologica e concettuale per la creazione di un laboratorio artificiale per lo studio dei sistemi biologici (medio/lungo periodo), Qualità dei dati nelle predizioni diagnostiche o prognostiche (breve/medio periodo) e Tecnologie per medicina post-genomica personalizzata (lungo periodo).