

Università degli Studi di Salerno
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E STATISTICHE

Angela Spagnuolo* - Silvia Keller

LA RETE DI ACCESSO ALL'ULTIMO MIGLIO: UNA
VALUTAZIONE SULLE TECNOLOGIE ALTERNATIVE.

WORKING PAPER 3.156
Dicembre 2004

* Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche – Università degli Studi di Salerno – via Ponte Don Melillo – 84084 Fisciano (Salerno), aspagnuolo@unisa.it

Introduzione	3
1. Il mercato dell'accesso	5
<i>1.1. Gli interventi regolamentari</i>	5
2. Alternative tecnologiche	9
<i>2.1. Unbundling del Local Loop (ULL)</i>	11
<i>2.2. Wireless del Local Loop (WLL)</i>	14
<i>2.3. Power Line Communication (PLC)</i>	16
<i>2.4. Cable Modem</i>	19
<i>2.5. Fibre Ottiche</i>	19
3. Un metodo di valutazione delle tecnologie alternative per l'accesso	21
4. La stima delle caratteristiche delle tecnologie e degli attributi del prodotto	24
<i>4.1. Intensità di capitale degli investimenti</i>	24
<i>4.2. Capacità di supportare innovazioni tecnologiche.</i>	26
<i>4.3. Flessibilità</i>	27
<i>4.4. Affidabilità</i>	28
<i>4.5. Impercettibilità del cambiamento</i>	30
5- La valutazione del set di tecnologie	33
Bibliografia	39

**La rete di accesso all'ultimo miglio: una valutazione sulle
tecnologie alternative^{*}
di Angela Spagnuolo^{**} e Silvia Keller^{***}**

Introduzione

Ad oltre venti anni dall'inizio del processo di privatizzazione e deregolamentazione dell'industria delle telecomunicazioni l'introduzione della concorrenza, per quanto riguarda l'accesso all'ultimo miglio, rimane un problema ancora irrisolto per i regolamentatori dei vari paesi. La concorrenza nell'ultimo miglio è limitata dal fatto che l'infrastruttura della rete fissa di accesso¹, che fornisce i collegamenti alle reti di trasporto ed include tutte le componenti di rete dedicate al cliente non è duplicabile se non a costi molto elevati.

Ad oggi il regolamentatore ha puntato, per quanto riguarda la concorrenza dell'ultimo miglio, sull'*unbundling*. L'*unbundling* consiste nella possibilità di utilizzare, da parte di un operatore, segmenti di una rete appartenenti a un altro operatore, per attivare una propria rete. Un operatore che voglia utilizzare parte della rete dell'operatore dominante per offrire i propri servizi si dovrà interconnettere a tale rete stabilendo più punti di presenza (POP), collegati alla centrale di commutazione. L'*unbundling* del *local loop* (ULL) è obbligatorio da gennaio 2001, a norma del regolamento 2887/2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2000. La disaggregazione della rete locale è stata riconosciuta, dal Consiglio Europeo di Lisbona, come fattore chiave per la diffusione della banda larga. L'idea è quella di garantire la disponibilità di un accesso ad Internet a basso costo per promuovere la

^{*} Il presente lavoro è frutto di una comune riflessione. Tuttavia, ai fini di un'attribuzione, Angela Spagnuolo ha curato la stesura dell'introduzione e dei paragrafi 1-3-4-5-6, mentre il paragrafo 2, la stesura del questionario, nonché l'elaborazione dei risultati, sono attribuibili a Silvia Keller.

^{**} Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche dell'Università di Salerno.

^{***} attualmente lavora presso RCS Mediagroup S.p.A.- Le opinioni riportate nel presente lavoro sono strettamente personali.

¹ La rete dell'operatore ex monopolista (Telecom Italia) è composta da due parti: la rete di accesso locale e la rete di trasporto. La rete di accesso locale fornisce i collegamenti alle reti di trasporto, mentre la rete di trasporto offre servizi di interconnessione interni ed esterni al fine di permettere ai clienti di un operatore di comunicare con clienti dello stesso o di un altro operatore, o di accedere ai servizi offerti da altri operatori. In sintesi, la rete di accesso include tutte le componenti di rete dedicate al cliente, mentre la rete di trasporto include tutte le altre componenti.

società dell'informazione.

Gli argomenti a favore dell'ULL è che esso può stimolare la concorrenza sui servizi locali, evita la duplicazione delle reti e riduce gli effetti negativi sull'ambiente. Vi sono anche argomenti contrari all'ULL. Ad esempio, si sostiene che l'obbligo dell'ULL dà all'entrante un modesto incentivo a costruire una rete alternativa, rende più difficile la modernizzazione della rete da parte dell'operatore notificato (ILEC) e quindi può rallentare lo sviluppo dell'industria. In realtà, l'obbligo dell'ULL da parte dell'operatore notificato è stato sancito in tutti i principali paesi (US Telecommunication Act del 1996) ed è regolamentato dal 2887/2000 del Parlamento europeo.

Nonostante l'*unbundling* sia obbligatorio e le offerte di riferimento per la disaggregazione della rete locale e la co-locazione (la messa a disposizione di uno spazio fisico e di strutture tecniche per consentire di accogliere e collegare le apparecchiature del nuovo operatore) siano state effettuate in tutti gli stati membri, il numero di linee effettivamente disaggregate è abbastanza modesto, pur variando notevolmente a seconda degli stati membri. I risultati ottenuti, relativamente all'*unbundling* del *local loop*, nel complesso non sono soddisfacenti. Anche in Paesi come l'UK e gli USA, che hanno iniziato il processo di deregolamentazione agli inizi degli anni '80, il mercato dei servizi relativi all'ultimo miglio sono dominati da un'unica grande impresa proprietaria della rete .

Le ragioni fornite per spiegare la persistenza della concentrazione del settore sono numerose. Si sostiene, in particolare, che il proprietario della rete attui comportamenti anticoncorrenziali e che i costi da parte di un OLO (un operatore alternativo) per usufruire della disaggregazione della rete sono elevati. Questi costi riguardano la co-locazione, le connessioni alle linee, gli investimenti in apparecchiature o linee di *backbone*. Vi è poi da considerare che la co-locazione delle apparecchiature dei nuovi operatori negli impianti storici, o in base ad accordi di co-locazione "virtuale" o a "distanza", è una questione complessa che richiede tempi lunghi.

Obiettivo di questo lavoro è quello di fornire una metodologia per valutare se, dati i livelli attuali della tecnologia, esiste la possibilità economica di offrire i servizi dell'ultimo miglio con piattaforme alternative. In presenza di una risposta positiva si aprirebbe, sia per il regolamentatore, sia per i governi, l'opportunità di adottare politiche industriali idonee per la diffusione di tecnologie alternative.

1. Il mercato dell'accesso

La rete di accesso fornisce i collegamenti alle reti di trasporto ed include tutte le componenti di rete dedicate al cliente. Lo sviluppo tecnologico e la crescente domanda di servizi innovativi presuppongono una rete tecnologicamente all'avanguardia ed in grado di trasportare ampi volumi di informazioni. L'importanza strategica dell'accesso per l'evoluzione del settore delle telecomunicazioni è dovuta alla capillarità dell'accesso ed alla rilevanza economica che esso riveste in un mercato liberalizzato, dove la maggior parte dei consumatori sono legati alla rete dell'incumbent. Per comprendere la rilevanza e la complessità del tema dell'accesso occorre considerare come esso sia strettamente connesso alle scelte politiche e regolamentari dell'interconnessione, della gestione delle frequenze – se si considera una soluzione wireless - e delle attività di cablaggio.

1.1. Gli interventi regolamentari

Per liberalizzare il mercato dell'accesso si possono prendere in considerazione tre modelli² di entrata nel mercato locale:

a) interconnessione tra reti alternative (*facility-based competition*): l'operatore entrante realizza una propria rete telefonica (su cavo o wireless) alternativa a quella dell'operatore dominante o utilizza una rete che già possiede;

b) accesso a distinti elementi di rete (*unbundled elements*): l'operatore incumbent offre l'accesso agli entranti su specifici elementi di rete;

c) rivendita di servizi (*resale entry*): l'entrante affitta una parte della rete dell'operatore dominante.

L'apertura del mercato dell'accesso attraverso le diverse soluzioni citate presenta costi e benefici³. In termini di *benefici*, (1) le nuove infrastrutture possono impiegare tecnologie alternative che richiedono un limitato impiego di capitale fisso, come nel caso del wireless, e possono sfruttare economie di scopo, laddove sono in grado di offrire più servizi (si veda di seguito nel caso delle Power Line Communications, dove la rete elettrica distribuisce anche i servizi di comunicazione); (2) inoltre, la

² Federal Communication Commission, (1996), *Telecommunications Act*.

³ Si precisa che l'intento di valutare le diverse opportunità di apertura del mercato dell'accesso locale del presente lavoro prescinde dall'analisi di reti integrate alternative realizzate con una tecnologia tradizionale.

creazione di reti alternative determina una competizione effettiva in quanto gli utenti hanno la possibilità di scegliere a quale rete locale affidare i propri servizi. L'operatore che controlla l'accesso dell'utente⁴, in genere, ha un controllo anche su altri servizi, come Internet o i servizi di telefonia a lunga distanza; pertanto ridurre il potere di monopolio nel mercato dell'accesso vuol dire (3) aumentare il grado di competitività anche in altri mercati. (4) Inoltre, la concorrenza tra reti alternative, che impiegano diverse tecnologie, crea i presupposti per una maggiore innovazione tecnologica.

In termini di *costi*, (1) nel caso in cui si realizzasse una rete alternativa, si avrebbe duplicazione di costi fissi e perdita di economie di scala, di scopo e di densità. I sistemi di telecomunicazione, infatti, presentano rendimenti di scala crescenti e la duplicazione di infrastrutture comporta costi aggiuntivi per il sistema e (2) ostacola, in alcuni casi, l'adozione di tecnologie più efficienti sulla rete esistente. Ad esempio, nel caso dell'ULL si evitano i problemi connessi alla duplicazione delle strutture ma si crea un problema di innovazione se, impiegando i tradizionali doppi in rame dell'ex monopolista, si volesse supportare una penetrazione elevata di servizi a larga banda.

I governi europei hanno da tempo individuato nella competitività del mercato della rete di accesso la condizione necessaria per la completa liberalizzazione del settore e per lo sviluppo delle infrastrutture e dei servizi a larga banda. A tal fine, diversi interventi di natura regolamentare, in Italia ed in altri Paesi, sono stati introdotti per assicurare condizioni eque e non discriminatorie agli operatori nuovi entranti ed agli ISP⁵ proprio nel mercato dell'accesso.

I regolatori europei, al fine di accentuare la competizione anche nel mercato dell'accesso, hanno modificato in primo luogo la definizione stessa di accesso. Infatti la Direttiva 2002/19/CE (Direttiva Accesso) relativa all'accesso alle reti di comunicazione elettronica e alle risorse correlate, nonché all'interconnessione alle medesime, offre la seguente definizione di accesso: *“il fatto di rendere accessibili risorse e/o servizi ad un'altra impresa a determinate condizioni, su base esclusiva o non esclusiva, ai fini di fornire servizi di comunicazione elettronica. Il concetto comprende, tra l'altro: l'accesso agli elementi della rete e alle*

⁴È proprio il monopolio di TI (Telecom Italia) sulla rete di accesso che impone il pagamento del canone ai clienti ed ostacola fortemente l'ingresso dei gestori alternativi.

⁵ Internet Service Provider.

risorse correlate, che può comportare la connessione di apparecchiature con mezzi fissi o non fissi (ivi compreso in particolare l'accesso alla rete locale, nonché alle risorse e ai servizi necessari per fornire servizi tramite la rete locale)". La nuova definizione⁶ prescinde dalle tecnologie utilizzate e s'incentra sulla funzionalità a fornire servizi di comunicazione elettronica attraverso l'impiego di risorse e/o servizi altrui. La neutralità tecnologica permette di superare la datata distinzione tra accesso ed accesso speciale ed è coerente con l'obiettivo di affiancare, alla convergenza tecnologica e commerciale, la convergenza della regolamentazione, assoggettando tutte le forme di accesso alle reti di trasmissione ad un unico quadro regolamentare⁷.

I primi passi per la liberalizzazione del mercato dell'accesso locale si sono avuti a partire dalla metà degli anni novanta, (1) negli USA, dove la FCC⁸ ha emanato il Telecommunications Act (1996) con cui ha aperto il mercato locale, gestito fino ad allora dagli operatori regionali (le Baby Bells), anche agli operatori long distance ed (2) in UK, dove gli utenti hanno avuto la possibilità di ricorrere ad operatori alternativi a British Telecom anche per il servizio di telefonia locale.

La normativa europea nella scelta tra la creazione di reti alternative o l'unbundling ha assunto una posizione neutrale. Pertanto, mentre in UK, ad un'iniziale promozione della concorrenza su strutture di reti alternative è seguito un ripensamento ed una nuova fase che punta sull'unbundling, il Regolatore italiano⁹ ha optato sin dal primo momento sulla disaggregazione delle strutture di rete, introducendo nel 2001 "l'Unbundling del Local Loop" (ULL), il caso più frequente di unbundling di elementi di rete.

La complessità della regolamentazione nel settore dell'accesso è stata ed è determinata dai seguenti fattori:

1) la storia del settore. La rete di accesso dell'ex monopolista, costituita dai doppiini rappresenta un patrimonio collettivo considerato "non duplicabile"; pertanto la regolamentazione (e la normativa antitrust) deve tutelare e promuovere la concorrenza anche nei mercati collegati a quello dell'accesso quali quello dell'interconnessione e dell'offerta di

⁶ Precedenti riferimenti erano la Direttiva 97/33/CE e la Direttiva 98/10/CE.

⁷ M. Siragusa, "Il nuovo quadro regolatorio: principali aspetti giuridici", Giornata di studio "Le nuove direttive europee sulle comunicazioni elettroniche", 10 giugno 2002, Roma.

⁸ Federal Communication Commission: Autorità per le Comunicazioni statunitense.

⁹ L'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (di seguito Agcom).

servizi;

2) il modo in cui sono stati condotti i processi di liberalizzazione e di privatizzazione. Si è scelto di aprire il mercato ad una pluralità di operatori senza dar luogo ad una separazione strutturale della rete di accesso dalle altre aree di Telecom Italia (Rete di Trasporto, Attività Commerciale ed Altre Attività). I dati del settore¹⁰ mostrano come l'apertura del mercato abbia prodotto innovazioni e benessere per i consumatori (ad es. l'accesso gratuito ad Internet), ma anche come tali risultati siano l'effetto di un costante controllo da parte delle autorità di competenza (Agcom ed Antitrust) che non può venir meno senza rischiare l'arretramento;

3) la convergenza delle reti e dei servizi. Al fine di supportare l'evoluzione delle telecomunicazioni verso la convergenza, la regolamentazione della rete di accesso e di trasporto deve essere allineata ad una verifica costante dei contenuti, in considerazione sia della posizione di mercato dei fornitori di contenuti (servizi), sia delle concessioni – soprattutto di esclusiva – a favore di operatori di rete dominanti;

4) le politiche di ribilanciamento tariffario. Prima dell'avvio del processo di liberalizzazione¹¹ il canone di attivazione era fissato ad un prezzo inferiore al costo, costo che veniva coperto attraverso i sussidi incrociati¹² delle tariffe per le chiamate. Il venir meno del regime di monopolio ha richiesto un processo di ribilanciamento tariffario e quindi un aumento del canone per il cliente finale. Il ribilanciamento tariffario è importante per i nuovi entranti: infatti, affinché essi possano realizzare modelli di business attraverso offerte competitive, i prezzi di unbundling devono essere orientati al costo ed i prezzi praticati ai clienti finali dell'ex monopolista devono consentire margini di profitto adeguati;

5) lo sviluppo dei servizi innovativi. La diffusione dei servizi Internet ha accelerato l'importanza dell'accesso locale e la tecnologia XDSL ha consentito di convertire la rete in rame dell'incumbent in una linea ad alta velocità. In tale contesto, le offerte XDSL degli incumbent hanno

¹⁰ Si veda la "Relazione annuale" per l'anno 2002.

¹¹ In Italia l'avvio del processo di liberalizzazione può essere datato al 1997 anno in cui è stata istituita l'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni (legge n. 249 del 31 luglio 1997).

¹² I prezzi delle chiamate, fissati al di sopra del costo, davano luogo a ricavi tali da coprire i costi di attivazione del servizio sul tutto il territorio nazionale, consentendo di tenere i canoni di attivazione al di sotto dei costi.

ampliato le opportunità, per i nuovi entranti, di investire in servizi innovativi attraverso l'unbundling, evitandone un impiego limitato alla semplice offerta di servizi voce.

2. Alternative tecnologiche

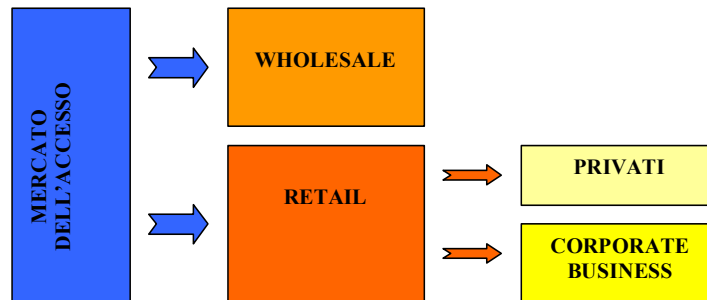
Nonostante i diversi interventi regolamentari il mercato dell'accesso per i servizi voce ed Internet viene percepito ancora come un monopolio naturale, con consistenti barriere all'entrata per i neo entranti. Ad oggi la Commissione Europea, considerando il mercato comunitario, ha sostenuto che, benché esistano alternative tecnologiche alla PSTN¹³ per la fornitura di servizi di comunicazione ad alta velocità a clienti privati, quali fibre ottiche, reti WLL o cable modem, nessuna di esse può essere considerata un sostituto dell'infrastruttura della rete di accesso fissa. Lo scenario si presta ad evoluzioni significative per il settore, relative principalmente alla domanda di innovazioni ed alle alternative tecnologiche, attive e non, che possono presentarsi sul mercato: l'Unbundling del local loop, il Wireless del local loop, la Power line communication, la rete Cable – modem e le fibre ottiche.

La Commissione Europea stabilisce¹⁴ che il mercato dell'accesso comprende tutti i tipi di infrastrutture che possono essere impiegate per la fornitura del servizio enunciando un principio di neutralità tecnologica. Pertanto, un'eventuale suddivisione del mercato delle infrastrutture di rete in più sottomercati distinti che corrispondano alle diverse tipologie di infrastrutture, dovrà essere funzionale al grado di sostituibilità tra le reti alternative e si svilupperà considerando le categorie di utenti ai quali è fornito il servizio di rete. Il mercato dell'accesso potrà essere segmentato, come in figura 1, in mercato della fornitura di infrastrutture ad altri operatori - *wholesale* – e alla clientela finale -*retail*. Il mercato al dettaglio potrà, a sua volta, essere ulteriormente segmentato in clienti privati e corporate/business.

¹³ PSTN, Public Switched Telephone Network.

¹⁴ Si veda paragrafo 1.

Figura 1 Segmentazione del mercato



La scelta tra le diverse alternative tecnologiche dipende, infatti, dal target di riferimento e quindi è indubbiamente legata agli orientamenti strategici e di marketing degli operatori che intendono competere con l'ex monopolista sul mercato dell'ultimo miglio: verso quale segmento di clientela intende attuare le proprie strategie di offerta e per quali servizi? Elevando il livello di complessità dei fabbisogni della clientela cui l'operatore decide di rivolgersi per impostare il proprio business in competizione con il gestore dominante, mutano profondamente i bisogni tecnologici e le scelte di segmentazione della clientela.

1) Se il target di riferimento è un segmento "privati" o "business" legato ai servizi di fonia¹⁵ e di Internet a velocità medio alta¹⁶, l'ULL sarà indubbiamente la soluzione ottimale. Ad esempio, operatori come Tele2 e Wind, prevalentemente orientati ad offerte per il segmento residenziale hanno indirizzato i propri investimenti sull'ULL¹⁷.

2) Se, diversamente, il target di riferimento è una clientela con esigenze più complesse che richiede trasmissioni ad alta velocità e con elevati volumi di dati, l'ULL non sarà più la soluzione ottimale. In tal caso, si richiederanno applicazioni (SW in rete) che necessitano di collegamenti in banda larga. Per questi il supporto ottimale sarebbe il Cable Modem, ma poiché quest'ultimo non è presente in Italia, gli

¹⁵ Traffico telefonico da vendere a prezzi più bassi dell'ex monopolista.

¹⁶ ADSL fino a 640 Kb/sec.

¹⁷ Si precisa che sia Wind che Tele 2 non escludono offerte per la clientela Business e che Tele2 non è proprietaria di rete di distribuzione né telefonica, né elettrica.

operatori dovranno valutare se creare collegamenti terminali alla sede del cliente¹⁸ attraverso il WLL o con fibre ottiche, come nei casi citati più avanti di Albacom e di COLT.

Poiché il nostro lavoro intende valutare – alla luce del nuovo contesto economico e normativo - le diverse alternative tecnologiche e competitive nel mercato dell'accesso e la loro capacità di soddisfare i fabbisogni differenziati dei diversi segmenti di mercato, di seguito si valutano le caratteristiche di ciascuna soluzione con particolare riferimento alla realtà italiana.

2.1. Unbundling del Local Loop (ULL)

L'ULL è l'affitto all'operatore entrante dell'ultimo miglio, ovvero del doppino che collega un utente alla centrale locale. Esso è reso possibile separando il mezzo fisico di accesso dagli apparati di trasporto e commutazione e consentendo all'entrante di connettersi con un proprio sistema di apparati, localizzato nella stessa centrale dell'incumbent.

I vantaggi che l'ULL presenta agli operatori entranti sono:

1. un'agevole acquisizione dell'infrastruttura di rete locale senza richiedere gli investimenti necessari alla realizzazione ex novo di essa. Infatti, tali investimenti, in quanto capital intensive e non pienamente recuperabili, rappresentano la prima barriera all'entrata per gli operatori entranti;

2. un accesso veloce all'utenza finale;

3. la disponibilità di linee XDSL¹⁹, che rende possibile offrire servizi a larga banda attraverso la tradizionale infrastruttura del doppino in rame. Molti operatori italiani sono interessati all'accesso fisico perché consente di offrire servizi a larga banda sfruttando le opportunità date dalla tecnologia XDSL.

L'Agcom ha introdotto l'ULL nel marzo del 2001²⁰, prevedendo

¹⁸ Collegamenti tra la sede del cliente e la sede dove sono ubicate le apparecchiature del gestore.

¹⁹ Il termine XDSL indica un gruppo di tecniche per la trasmissione di canali digitali su doppini telefonici in rame (Raccomandazione ITU-T G.995.1; ITU, *International Telecommunication Union*).

²⁰ Nel Marzo 2000 la Delibera Agcom n. 2/00/CIR stabiliva le "Linee guida per l'implementazione dei servizi di accesso disaggregato a livello di rete locale e disposizioni per la promozione della diffusione dei servizi innovativi". Tra Maggio e Dicembre 2000 veniva pubblicata e verificata l'offerta di Telecom Italia (Delibera Agcom 14/00/CIR). La fase operativa di sperimentazione dell'ULL è iniziata solo nel 2001. A

diverse opzioni tecniche. Infatti, l'ex monopolista ha l'obbligo di offrire l'accesso disaggregato al doppino in rame nonché attraverso fibre e canali digitali. Nonostante non vi siano stati gli effetti dirompenti attesi, tale introduzione ha rappresentato un passo significativo per il mercato dell'accesso. In Italia, gli investimenti più impegnativi da parte degli operatori, per la fornitura dell'accesso al cliente finale - anche per vincoli e tempi regolamentari - sono stati rivolti all'ULL. Le quote di mercato di Telecom Italia, della fonia vocale e delle chiamate verso i mobili, nel 2002/2003 sono state conquistate dai concorrenti soprattutto attraverso l'ULL²¹. A fine 2002, risultavano appena 120 mila linee attivate, mentre nel corso del 2003 le attivazioni in ULL sono andate crescendo raggiungendo 250 mila clienti a fine aprile²².

L'ULL può essere regolamentato con diversi livelli di disaggregazione a cui corrispondono le seguenti modalità: (1) il *Full Unbundling*, attraverso cui l'operatore neo entrante assume il controllo totale dell'ultimo miglio ed ha la possibilità di offrire al cliente finale tutti i servizi, inclusi i servizi voce e l'ADSL. In tal caso l'incumbent resta proprietario dell'ultimo miglio ed, in quanto tale, è responsabile del suo mantenimento; (2) il *Line sharing*, con cui l'incumbent può continuare ad offrire servizi lasciando all'operatore neo entrante l'utilizzo delle frequenze - non voce dell'ultimo miglio; in tal modo il cliente può scegliere tra i servizi dell'uno e/o dell'altro operatore; (3) il *Bitstream access*, con tale modalità l'incumbent mantiene il controllo sulla linea del cliente offrendo agli ISP tecnologia e modem per l'offerta dei servizi Internet; (4) ed il *sub-loop unbundling*, che consente all'operatore neo entrante di ottenere l'accesso alla rete dell'incumbent con un livello di disaggregazione maggiore ovvero in un punto più vicino al cliente rispetto al full unbundling. Tale modalità consente l'offerta di servizi a larga banda che possono essere trasmessi solo ad una breve distanza su un doppino di rame. Occorre precisare che non tutte le tipologie sono

Luglio 2001 l'Autorità introduceva le nuove linee guida (Delibera Agcom 15/01/CIR). A Novembre 2001, con la Delibera Agcom 24/01/CIR si definivano gli aspetti procedurali per il line sharing e il sub loop unbundling. A Febbraio 2002, l'Agcom imponeva ulteriori modifiche all'Offerta di riferimento di Telecom Italia (Delibera Agcom 4/02/CIR).

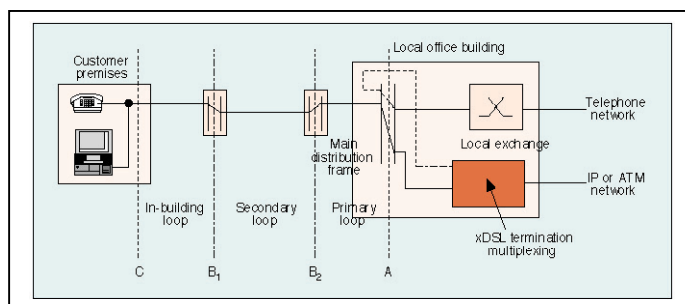
²¹ Wind (con Infostrada) a marzo 2003 risulta avere 434 siti ULL attivi, un bacino di utenza potenziale pari al 26% del mercato.

²² Agcom, giugno 2003, "Relazione Annuale sull'attività svolta e sui programmi di lavoro", parag. 1.1., quadro economico.

ammesse in tutti i paesi²³ e non sempre simultaneamente poiché un sostegno ad oltranza delle politiche dell'unbundling con livelli di disaggregazione "spinti" riduce gli incentivi alla realizzazione di infrastrutture alternative da parte degli operatori nuovi entranti.

In Italia successivi interventi regolamentari hanno introdotto nel 2001 il line sharing ed il sub-loop unbundling. I fattori che, ad oggi, ancora ostacolano la diffusione dell'ULL nel nostro Paese sono i seguenti: (1) le difficoltà operative, in termini di tempo e di investimenti, richiesti soprattutto per la collocazione, ossia l'installazione degli apparati degli operatori entranti nelle centrali dell'ex monopolista (Telecom Italia), (2) le revisioni dei business plan degli operatori, che hanno dovuto tener conto delle ridotte dimensioni della domanda potenziale e (3) la crisi finanziaria del settore e la conseguente scarsa propensione a sostenere investimenti in infrastrutture.

Figura 2 Accesso disaggregato alla rete tramite cavo in rame



Fonte: IEEE Communications Magazine, ottobre 2002

²³ In Europa molti paesi, seppure con successivi interventi regolamentari, consentono tutte le tipologie descritte; tra questi Italia, Spagna, Inghilterra ed in Germania, dove Deutsche Telekom consente un'ampia offerta di accesso in Bitstream. Negli Stati Uniti, invece, non sono ammessi il Line sharing ed il Bitstream access.

2.2. Wireless del Local Loop (WLL)

Il sistema di accesso di tipo WLL²⁴ prevede l'installazione di stazioni radio²⁵, e la loro "connessione" alla centrale di accesso alla rete PSTN, per creare la copertura geografica e la rete. Le stazioni radio forniscono la copertura del territorio e sono connesse alla centrale di accesso alla rete sia in modo cablato che con collegamento a microonde. Tramite il WLL la connessione telefonica non si realizza più tramite una linea fisica - in questo caso l'ultimo miglio non esiste - ma si parla semplicemente di accesso alla rete, pertanto esso rappresenta un'alternativa valida all'unbundling del cavo in rame. Il servizio, voce e dati, è reso disponibile nell'area di copertura della singola stazione e contemporaneamente per qualche migliaio di utenti. Per usufruire del servizio occorre installare sulle abitazioni una piccola parabola dalla quale viene steso un cavo coassiale fino alla presa telefonica (figura 3). A tal riguardo, si precisa che l'attuale tecnologia WLL richiede la "line of sight"²⁶ tra la stazione master ed il ricevitore dell'utente. Ciò limita di molto la capacità di copertura dell'utenza poiché non permette di raggiungere tutti gli edifici che presentano ostacoli frapposti tra essi e la stazione master.

I *vantaggi* che presenta la rete wireless sono i seguenti:

1. fornitura rapida. Il servizio WLL si può realizzare in pochi mesi, a differenza degli anni necessari per creare collegamenti aerei o interrati;
2. minore impatto urbanistico;
3. ridotti costi di esercizio e di ampliamento. L'infrastruttura di tipo wireless riduce i costi operativi di manutenzione, di gestione e di esercizio nelle località soggette agli agenti naturali o geograficamente svantaggiate. Inoltre, il dimensionamento dell'impianto, almeno nei limiti della "line of sight", è relativamente più adattabile alla domanda rispetto alla rete tradizionale, in cui occorre pianificare con cura i futuri ampliamenti;
4. supporto ai servizi a banda larga. Grazie all'ampiezza di banda

²⁴ I sistemi comunemente adottati per realizzare soluzioni di Wireless Local Loop rientrano sotto l'ombrello del LMDS (Local Multipoint Distribution Service): è un sistema locale perché la propagazione dei segnali, nella gamma di frequenze che viene utilizzata, è limitata a una cella il cui raggio varia a seconda delle soluzioni (e che, nelle aree metropolitane, generalmente non supera gli otto chilometri); è un sistema multipunto perché i segnali sono trasmessi in modalità broadcast verso gli utenti, mentre il percorso inverso è una connessione wireless punto-punto.

²⁵ Base station, RFP - Radio Fixed Part.

²⁶ Visibilità diretta tra la stazione master e il ricevitore d'utente.

trasmissiva, il WLL consente servizi voce e dati ad altissima velocità. Potenzialmente può svolgere un ruolo importante nello sviluppo dei sistemi di telecomunicazione a larga banda che si rivolgono principalmente alla clientela affari ed in particolare alle piccole e medie imprese (reti private wireless)²⁷.

Nel Dicembre 2000²⁸ l'Agcom ha reso attive le procedure di assegnazione delle licenze WLL. Malgrado i vantaggi descritti, la crescita del mercato WLL non sta però rispettando le previsioni attese. Seguendo il modello operativo americano, le licenze, in Italia, sono state assegnate su base regionale al fine di agevolare la presenza anche di operatori locali e favorire per questa via lo sviluppo della concorrenza. Ma nel nostro Paese (in realtà anche negli altri paesi europei) la regolamentazione locale non ha incentivato lo sviluppo di "sistemi universali" ed è quindi mancato il fattore trainante che invece c'è stato nel mercato USA²⁹. Inoltre, un ulteriore fattore di ostacolo alla diffusione di tale soluzione è il fatto che per il WLL, come per altri sistemi radio, sussistono i timori legati al rischio di inquinamento elettromagnetico.

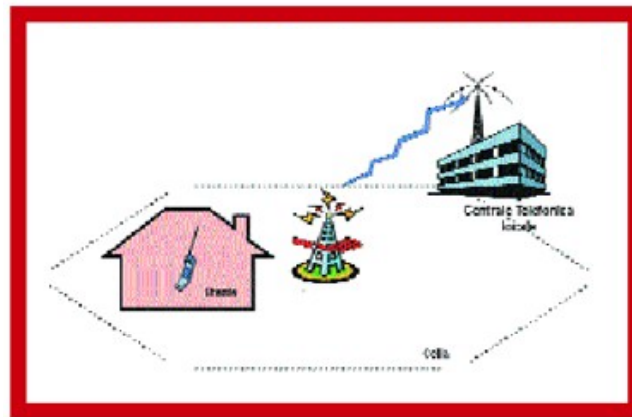
In sintesi, la limitata capacità di copertura - relativa alla "line of sight" - ed il costo complessivo della tecnologia rendono tale alternativa tecnologica poco attraente per gli operatori. Pertanto, ad oggi, l'impiego del WLL è risultato efficiente soprattutto nella raccolta dei siti mobili, o in casi specifici di aree locali particolari.

²⁷ L'offerta di connettività in luoghi pubblici (hot spot) è oggi offerta tramite wi - fi, che come il WLL è una forma di accesso radio ma ha un diverso standard di riferimento e costi molto più bassi. In Italia i primi hot spot sono stati implementati negli aeroporti di Linate e Fiumicino, da Magabeam ed in alberghi e conference centre, da Colt e Tecnosistemi.

²⁸ Delibera n. 822/00/CONS le "Procedure per l'assegnazione di frequenze per reti radio a larga banda punto-multipunto" e per le associate licenze Wireless Local Loop.

²⁹ Negli USA la diffusione degli hot spot è stata favorita dall'assenza di ostacoli normativi e dall'elevata diffusione di Internet.

Figura 3 WLL con stazione radio base connessa via radio



2.3. Power Line Communication (PLC)

La Power Line Communication è una tecnologia sviluppata per la trasmissione digitale di dati e voce attraverso la comune rete di distribuzione dell'energia elettrica. La tecnologia PLC consente dunque la creazione di una rete di accesso a larga banda, utilizzando come mezzo trasmissivo le reti di distribuzione elettrica in media e bassa tensione. Una rete PLC richiede un particolare modem che si collega al computer di casa ed a una presa elettrica. La propagazione del segnale avviene attraverso i cavi dell'impianto elettrico fino ad un altro modem da collocare all'esterno dell'edificio e da qui, lungo le linee di distribuzione a bassa tensione, arriva alle cabine secondarie di trasformazione a cui sono collegate le diverse abitazioni per l'alimentazione elettrica. Attualmente, l'ostacolo operativo ed economico maggiore per tale soluzione è quello relativo al backhauling, ovvero alla raccolta del traffico dai punti di aggregazione di accesso verso la rete dell'operatore che offre il servizio³⁰.

Proviamo ad individuare quali sono i *vantaggi* che presenta la rete PLC:

1. la capillarità e l'economicità derivante dall'impiego di una rete già esistente, che non richiede investimenti in scavi e cablaggi e che si presta

³⁰ Il modo più efficiente sarebbe realizzare il backhauling a livello di cabina elettrica (per esempio di palazzo).

a fornire servizi di trasmissione dati ovunque sia installata una presa elettrica. Tale soluzione permette di realizzare o ampliare punti di accesso rete o Internet in quei siti dove il cablaggio è stato od è ostacolato da vincoli strutturali o ambientali (ad es. edifici storici);

2. la rapida estensione e capillarità di tale soluzione potrebbe essere un valido strumento per la riduzione del *digital divide*, ovvero il gap tecnologico tra nord e sud nell'attuale processo di diffusione della banda larga in Italia;

3. la velocità potenziale. Infatti, anche se l'attuale velocità della tecnologia PLC va da 2 a 10 Mbit/s³¹, gli sviluppi futuri promettono velocità superiori ai 20 Mbit/s, necessari per fornire ulteriori servizi come la telefonia e la trasmissione di streaming video³². In particolare saranno possibili offerte integrate con diversi servizi/applicazioni: (a) accesso ad Internet ad alta velocità attraverso una modalità alternativa di accesso a banda larga di tipo simmetrico ed always-on; (b) servizi che sfruttano come mezzo trasmissivo la rete elettrica, come i servizi di lettura dei consumi sul contatore e la "home automation", ovvero la gestione a distanza delle apparecchiature domestiche; (c) sviluppo di reti locali, con attenzione peculiare alla domanda pubblica di scuole, ospedali ed uffici pubblici, per cui il sistema PLC permetterebbe di realizzare servizi di video assistenza, medicina, sicurezza, tele-lavoro, ed in generale servizi di pubblica utilità.

La PLC è stata già implementata in fase sperimentale a Firenze e Bologna dall'Enel. Al fine di verificare la sostenibilità tecnica dell'accesso PLC su larga scala, l'ENEL ha deciso di avviare una sperimentazione più ampia, ed ha realizzato un progetto in collaborazione con il Comune di Grosseto dal 2001 al 2002. La disponibilità di un accesso alternativo a banda larga ha consentito di veicolare verso le case dei cittadini di Grosseto diversi servizi, che coinvolgono il mondo dell'istruzione, della salute e dei rapporti con le istituzioni locali³³.

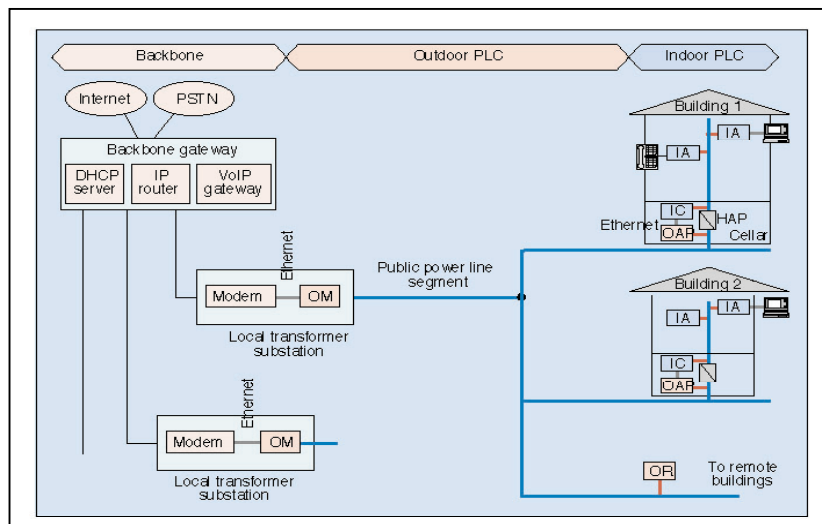
³¹ Una velocità enorme se confrontata con i 56 kbit/s del modem analogico ed i 640 Kbit/s delle linee digitali.

³² Tecnologia che permette la diffusione di audiovisivi via Internet. A differenza del classico download (dove è necessario attendere lo scaricamento completo di un file prima di poter vedere il video), lo streaming permette la fruizione in tempo reale dell'audiovisivo.

³³ Ad esempio, servizi che vanno dalla semplice connessione ad Internet a servizi innovativi per la casa e la famiglia, come ad esempio la video sorveglianza di ambienti e servizi per la comunità. Comunicato stampa Enel (<http://www.gol.grosseto.it/plc.html>).

Ad oggi, gli ostacoli maggiori alla diffusione di tale tecnologia sono rappresentati dall'insufficiente livello di standardizzazione e di maturità tecnologica dei prodotti, e dagli elevati costi di backhauling per il raggiungimento delle cabine secondarie di distribuzione della rete elettrica. In sintesi, resta da valutare se è possibile (1) estendere ad una popolazione significativa la tecnologia - finora sperimentata solo su una clientela limitata; (2) verificarne la maturità tecnologica e (3) consentirle l'assoluta compatibilità con le esigenze prioritarie di consegna dell'energia elettrica ai consumatori finali.

Figura 4 accesso all'ultimo miglio con architettura e componenti di una PLC



Fonte: IEEE Communications Magazine, maggio 2003

Più recentemente (giugno 2003) Siosistemi ed iLight33 hanno concluso il primo accordo per la distribuzione e la commercializzazione del servizio connesso alla tecnologia PLC. L'accordo consentirà a "Siosistemi"- impresa fornitrice di soluzioni per la sicurezza informatica in Internet e nell'e-Business – e "iLight" - società inglese che opera nel mercato dell'energia - la trasmissione di dati tramite la rete elettrica.

2.4. Cable Modem

Poiché il peso dei servizi di connessione ad Internet assume sempre maggior rilievo sui servizi voce, si è ritenuto opportuno, nella valutazione delle alternative tecnologiche di accesso, comprendere il cable modem. La rete cable modem è la rete cavo dei segnali televisivi alla quale vengono apportati degli adeguamenti tecnologici perché diventi una rete bidirezionale in grado di fornire accesso ad Internet ed ai servizi avanzati. In particolare la rete viene digitalizzata e dotata di protocollo IP, connessione al Backbone Internet, routers, server ed opportuni sistemi di gestione.

La tecnologia cable modem offre come principale *vantaggio* la possibilità di proporre offerte combinate di servizi videotelevisivi, telefonici ed Internet (strategia “triple play”), ed è sicuramente una tecnologia che presenta elevate potenzialità per i servizi ad alto valore aggiunto nonché ai fini della convergenza tra i settori delle telecomunicazioni, dell'audiovisivo e delle tecnologie dell'informazione.

Ora, nel nostro Paese, vi sono molteplici difficoltà nella diffusione della tecnologia cable – modem:

1. l'assenza totale dell'infrastruttura, in Italia, come in alcuni altri paesi³⁴. In più, anche laddove è presente, la copertura è a macchia di leopardo e si concentra soprattutto nelle aree metropolitane;

2. il costo di adeguamento della rete è mediamente elevato. Infatti, anche nei paesi dove la rete cavo televisiva è diffusa (Belgio, Germania e UK) gli operatori hanno rallentato gli investimenti anche a causa delle difficoltà finanziarie in cui si sono trovati;

3. le difficoltà operative legate alla segmentazione della rete cavo che, spesso, è gestita da più operatori, i quali devono necessariamente coordinarsi per procedere ai suddetti adeguamenti.

2.5. Fibre Ottiche

Le fibre ottiche sono impiegate dagli operatori di telecomunicazione prevalentemente per offrire servizi a larga banda in quanto accrescono notevolmente la capacità e la velocità del trasporto voce/dati. L'elevata capacità trasmissiva è di gran lunga superiore alle alternative tecnologiche presentate sinora e rendono le fibre ottiche paragonabili (in termini di velocità) soltanto alla rete Cable Modem. Tuttavia, l'impiego

³⁴ L'infrastruttura della rete cavo televisiva è completamente assente in Italia e Grecia. In Belgio e Germania rappresenta la principale forma di accesso alla televisione. In Francia è presente solo nelle aree metropolitane.

delle fibre come alternativa di accesso (FTTH – Fibre To The Home) richiede investimenti significativi sia per le operazioni di cablaggio, sia per l'adeguamento delle terminazioni di rete; pertanto in Italia si preferisce l'impiego delle fibre fino all'armadio di distribuzione nella strada utilizzando per l'ultimo miglio il doppino in rame (FTTC – Fibre To The Curb).

Gli operatori di telecomunicazioni che ad oggi hanno adoperato le fibre ottiche sono i seguenti: (1) Albacom che ha orientato le sue iniziative strategiche - di contrasto all'ex monopolista – prevalentemente verso la clientela Business e quindi sulla vendita di servizi a larga banda che necessitano di collegamenti ad alta velocità a cui non si addice l'ULL; (2) COLT³⁵, che insieme con altri operatori, ha avviato da tempo iniziative di cablaggio in fibre ottiche per fornire servizi evoluti nelle più grandi città italiane come Milano, Torino, Bologna; (3) Fastweb, che con l'utilizzo sia di propri cavi, sia in affitto, sta diffondendo i servizi Internet a larga banda e streaming video, in aggiunta alla "commodity" della fonia di base, a categorie di clienti business ed anche a clienti residenziali "alto consumatori". Tali iniziative hanno determinato, negli ultimi anni, un discreto incremento delle reti in fibre ottiche incentivando l'affitto delle terminazioni in fibre agli operatori di telecomunicazioni. Le valutazioni che seguono, relative all'analisi delle caratteristiche delle tecnologie, considerano il caso della FTTH, ovvero delle fibre ottiche come alternativa tecnologica all'accesso del cavo in rame fino alla sede del cliente.

³⁵ La COLT (City of London Telecommunication) fu uno dei primi competitor di British Telecom che cablò con fibre ottiche la City di Londra per fornire alle banche (principali Clienti Business ivi presenti) servizi evoluti su fibre ottiche.

3. Un metodo di valutazione delle tecnologie alternative per l'accesso

In questo paragrafo proveremo a sviluppare una metodologia che ci consenta di valutare la capacità delle diverse tecnologie di offrire un'adeguata soluzione tecnico economica ai problemi dell'accesso³⁶.

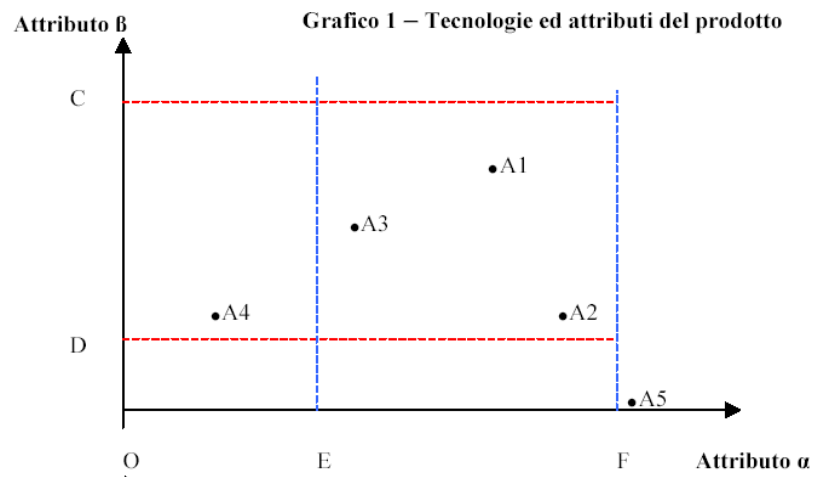
Partiamo dal presupposto che ogni tecnologia si differenzia dalle altre per il fatto che determina un prodotto con attributi diversi da quelli ottenibili con altre tecnologie. Se una tecnologia D può determinare un prodotto i cui attributi sono tali che ciascun attributo presenta un valore peggiore rispetto a quello di un prodotto ottenibile con un'altra tecnologia T, diciamo che D è dominata da T.

Il primo passo per valutare le diverse tecnologie è quello di scartare le tecnologie dominate, cioè quelle tecnologie che determinano attributi del prodotto sempre peggiori rispetto a quelli ottenibili con altre tecnologie. In tal modo si individua l'insieme delle tecnologie efficienti. Tra le tecnologie efficienti la domanda del mercato, relativa ai vari attributi del prodotto, determinerà quali sono quelle che il mercato è disposto ad accettare. Assumiamo che un prodotto possa essere individuabile con due soli attributi: α e β , e assumiamo che vi siano cinque tecnologie e che ognuna di esse dia luogo ad un prodotto diverso dagli altri. Questo permette di dare una rappresentazione grafica della nostra metodologia. Nel grafico 1 abbiamo indicato rispettivamente sull'asse delle ascisse l'attributo α e su quello delle ordinate l'attributo β . Abbiamo poi rappresentato con i punti A1, A2, A3, A4, A5 la combinazione di attributi che individua il prodotto realizzato da ciascuna tecnologia. Assumiamo che, come nel grafico 1, la distribuzione dei gusti del consumatore è tale che l'attributo β del prodotto richiesto dal mercato deve essere compreso fra D e C e l'attributo α fra E ed F. Si vede che due tecnologie, che danno luogo ad un prodotto individuato rispettivamente dai punti A4 ed A5, vengono di fatto escluse in quanto non permettono di offrire prodotti che

³⁶ Questa metodologia si rifà sostanzialmente all'analisi costi/benefici. Un'alternativa metodologica particolarmente significativa riguarda l'analisi dei criteri multipli dovuta, tra gli altri, a due insigni studiosi: Keeney e Raiffa. Tale analisi consente un confronto multidimensionale che rispetta pienamente la struttura del problema del decisore evitando un confronto unidimensionale, necessariamente arbitrario ed artificioso in cui i vari elementi del sistema vengono valutati sulla base dello stesso, inadeguato metro monetario. Si veda: Ralph L. Keeney and Howard Raiffa: *Decision with multiple objectives: preferences and value trade off*, Cambridge University Press, 1993. Si veda anche J.Zeleny: "Multiple criteria decision making", Mc Graw-Hill, Book Company, 1982.

abbiano entrambi gli attributi nei livelli richiesti dal mercato. In più notiamo, per quanto riguarda gli altri prodotti, che A3 ha entrambi gli attributi inferiori rispetto ad A1, mentre A3 ed A1 hanno entrambi un valore inferiore per quanto riguarda l'attributo α .

A1, A2, A3 individuano prodotti che hanno, comunque, gli attributi richiesti dal mercato. Il fatto che tali prodotti vengano scelti e quindi le relative tecnologie implementate dipenderà dai prezzi relativi dei prodotti. In un grafico a due dimensioni uno degli attributi non potrà essere che il prezzo del prodotto.



Al fine di valutare gli scenari della liberalizzazione nel mercato dell'accesso, attraverso le opportunità tecnologiche prima descritte, occorre stabilire alcune caratteristiche che le contraddistinguono, considerando da un lato la crescente domanda di servizi innovativi - che presuppongono reti tecnologicamente all'avanguardia in grado di trasportare ampi volumi d'informazioni in tempo reale garantendo qualità di servizio differenziate - e dall'altro, le difficoltà economiche ed operative che gli operatori italiani hanno incontrato nell'ultimo biennio per l'introduzione dell'ULL e del WLL.

Costruiamo ipoteticamente, con una data tecnologia, una rete che serva N abbonati. Le caratteristiche della rete sono l'intensità di capitale, il grado di affidabilità, il grado di innovazione etc. A queste caratteristiche della rete corrispondono precisi attributi dei prodotti. Vediamo, con maggior dettaglio e con riferimento all'Italia le seguenti caratteristiche di una rete:

(1) l'intensità di capitale richiesta dagli investimenti, considerando che molti operatori hanno rallentato lo sviluppo dell'ULL e del WLL proprio per le minori disponibilità finanziarie³⁷;

(2) la capacità di supportare l'innovazione tecnologica, intendendo la capacità di indurre più innovazione e servizi a valore aggiunto e/o integrati;

(3) la flessibilità, intesa come la possibilità di espandere la rete per valori marginali;

(4) l'affidabilità, intesa come la probabilità che la modalità di accesso si realizzi senza disfunzioni, cioè con il minore tasso di guasto possibile (dal punto di vista tecnologico) e con maggiore/più veloce capacità d'intervento in caso di guasto (dal punto di vista organizzativo);

(5) l'impercettibilità del cambiamento da parte del cliente finale, inteso sia in termini di incidenza di apparati aggiuntivi introdotti dalle nuove tecnologie (modem, piastre di terminazione) sia in termini di nuove modalità d'uso in carico al cliente (user id, password, codici etc...).

³⁷ Agcom, giugno 2003, "Relazione Annuale sull'attività svolta e sui programmi di lavoro", parag. 1.1., Quadro economico.

4. La stima delle caratteristiche delle tecnologie e degli attributi del prodotto

Al fine di valutare ciascuna soluzione tecnologica alla luce delle suddette caratteristiche e con riferimento al settore italiano dell'accesso abbiamo sottoposto un questionario all'attenzione di un gruppo di esperti del settore. Il questionario è stato inviato ad esponenti dell'Agcom, dell'Accademia e degli Operatori di telefonia. Le risposte, in forma assolutamente anonima, sono presentate in forma sintetica nella tabella 1. Gli interlocutori privilegiati che hanno risposto al questionario hanno, su nostra espressa richiesta, attribuito un peso³⁸ a ciascuna delle caratteristiche individuate: *Intensità di capitale degli investimenti*, *Capacità di supportare innovazioni tecnologiche*, *Flessibilità*, *Affidabilità ed Impercettibilità del cambiamento*. In secondo luogo, per ciascuna caratteristica, è stato loro chiesto di assegnare un valore da 1 a 5 per ogni soluzione tecnologica sottoposta. Al crescere del valore aumenta il giudizio positivo.

Se escludiamo possibili interazioni tra le caratteristiche o assumiamo che esse siano trascurabili, è possibile formulare - moltiplicando il valore attribuito ad ogni caratteristica per il peso assegnato alla stessa - un primo giudizio sintetico (cioè quanto "vale" nel giudizio degli intervistati quella caratteristica per ogni tecnologia esaminata). Sommando i dati (così ponderati) delle 5 caratteristiche per ciascuna tecnologia esaminata, abbiamo ottenuto un giudizio sintetico per ciascuna soluzione tecnologica.

Di seguito si riportano le stime ed i conseguenti giudizi sintetici, ottenuti dall'elaborazione delle risposte ai questionari. Per ogni approfondimento relativo alla metodologia seguita e per una lettura più particolareggiata dei dati si rinvia, rispettivamente all'Allegato 1 ed all'Allegato 2 al presente lavoro.

4.1. Intensità di capitale degli investimenti

La creazione, totale o parziale, di nuove infrastrutture di rete può richiedere investimenti notevoli, anche se, come abbiamo visto, alcune delle tecnologie presentate prevedono un limitato impiego di capitale fisso (il caso del wireless) e consentono di sfruttare economie di scopo (il

³⁸I pesi sono stati attribuiti dai nostri interlocutori in base a considerazioni "ragionevoli", pur sapendo che tali pesi, come peraltro ogni tipo di stima, non possono essere esenti da considerazioni di natura anche soggettiva. Ciascun peso attribuito a ciascuna caratteristica doveva avere un valore < 1 e la somma dei pesi essere ovviamente pari ad 1.

caso della PLC, laddove la stessa rete distribuirebbe congiuntamente il servizio di energia elettrica e di comunicazione). Pur tuttavia, poiché essa è comunque un elemento importante dell'attivazione di ciascuna alternativa, è opportuno considerare quale prima caratteristica, per la valutazione delle diverse tecnologie di accesso, l'intensità di capitale richiesta da ciascun tipo d'investimento. Ad essa è stato attribuito un peso relativo maggiore rispetto ad altre caratteristiche.

Si riportano di seguito i commenti relativi ai valori presentati nel successivo schema di valutazione:

1. ULL: l'operatore entrante impiega l'ultimo miglio dell'operatore incumbent evitando la duplicazione delle infrastrutture. I costi maggiori, in tal caso, sono quelli relativi al costo di affitto del doppino di rame (canone) ed alla collocazione, ovvero l'installazione degli apparati nelle centrali dell'ex monopolista che comporta notevoli difficoltà operative. La prima tipologia di costi è proporzionale al numero di utenti acquisiti, infatti il canone di locazione dipende dal numero di apparati di raccolta (DSLAM) co-locati. Il costo dei DSLAM è a carico dell'operatore entrante;

2. WLL: pur eliminando la connessione fisica all'ultimo miglio, ad oggi, gli investimenti richiesti per il WLL sono maggiori di quelli per l'ULL, a parità di utenza coperta e servizi offerti, per le limitazioni di copertura dovute al problema della "line of sight"³⁹;

3. PLC⁴⁰: gli investimenti richiesti per l'adeguamento delle infrastrutture sono piuttosto bassi. In più, il costo del "backhauling", prima descritto, potrebbe essere temporaneo e trovare in breve tempo soluzioni regolamentari⁴¹;

4. Cable – Modem: avendo come riferimento il mercato italiano, tale rete risulta completamente assente e dovrebbe essere implementata *ex novo*;

5. Fibre Ottiche: richiede investimenti significativi sia per le operazioni di cablaggio, sia per l'adeguamento delle terminazioni di rete.

³⁹ Nel WLL non ci sono canoni mensili ma occorre considerare il costo della licenza per il diritto d'uso dello spettro. Il costo di una stazione radio base (antenna, ricetrasmittitore, apparati di banda base) va suddiviso sugli utenti di un'area che copre un raggio di circa 4 Km. Quindi il costo per utente dipende molto dal numero di clienti che l'operatore riesce ad acquisire in tale area.

⁴⁰ Le risposte al questionario riferite alla PLC sono da considerarsi come indicazioni di massima essendo, tale infrastruttura, ancora in fase sperimentale.

⁴¹ Consentendo appunto la raccolta in accesso a livello di cabina elettrica.

4.2. Capacità di supportare innovazioni tecnologiche.

Nel biennio 2001/2002 gli operatori incumbent europei hanno razionalizzato gli investimenti allocandoli verso settori a maggior valore aggiunto, e, in generale, tutti gli operatori di rete fissa hanno attuato strategie di difesa e di ampliamento della propria quota di mercato attraverso il sostegno ai servizi Internet a banda larga e con offerte di connettività per i servizi Internet a valore aggiunto⁴². Si è ritenuto, dunque, opportuno considerare quale caratteristica delle diverse tecnologie di accesso la capacità di supportare innovazioni tecnologiche, quali servizi a larga banda⁴³, servizi a valore aggiunto nonché servizi integrati che includono servizi video, voce ed Internet.

Anche qui si riportano sinteticamente i commenti relativi ai valori presentati nel successivo schema di valutazione:

1. ULL: nonostante i doppiini telefonici (l'ultimo miglio) dell'operatore storico ex monopolista siano prevalentemente in rame e non idonei per il trasporto di ampi volumi di informazioni, le evoluzioni dell'XDSL permettono di aumentare la capacità di trasmissione di questa soluzione. L'ULL consente la fornitura di servizi a larga banda con velocità da alcune centinaia di Kbit/s fino ad una decina di Mb/s in funzione della tecnologia XDSL adottata e della distanza dell'utente dalla centrale locale. In particolare, l'ULL si presta in modo ottimale alla diffusione dei servizi asimmetrici ma presenta limiti per lo sviluppo dei servizi simmetrici⁴⁴;

2. WLL: grazie alla disponibilità di banda nella gamma 24-26GHz, 27-29 GHz. permette di offrire al singolo utente servizi con velocità trasmissive fino a diverse decine di Mb/s. Si ritiene che il WLL abbia una capacità di supportare l'innovazione tecnologica superiore all'ULL e si presta bene a sviluppare soprattutto servizi per piccole e medie imprese;

⁴² Agcom, giugno 2003, "Relazione Annuale sull'attività svolta e sui programmi di lavoro", parag. 1.1., Quadro economico.

⁴³ Si intendono per servizi di comunicazione a larga banda, i servizi che impiegano comunicazioni che passano attraverso un ampio spettro di frequenze, permettendo di spedire informazioni diverse (voce, dati, video, televisione) su frequenze o canali diversi, contemporaneamente.

⁴⁴ Si parla di servizi simmetrici riferendosi a servizi che impiegano una connessione simmetrica, in cui il flusso di dati cioè è uguale in entrambe le direzioni. Ad esempio, un utente corporate che necessita di un elevato bit-rate in ambo i sensi per fare download ed upload di file, potrebbe avere difficoltà con l'ULL.

3. PLC: gli sviluppi futuri di tale tecnologia potrebbero permettere velocità superiori ai 20 Mbit/s necessari per fornire servizi come la telefonia e la trasmissione di streaming video (e quindi superiori all'ULL), ma al momento la sperimentazione non ha prodotto risultati di eccellenza per le difficoltà legate al sistema di accesso condiviso ed al sopra citato problema del backhauling;

4. Cable – modem: utilizzando come mezzo trasmissivo il cavo coassiale ha una capacità di banda dell'ordine delle centinaia di MHz e quindi sicuramente superiore al doppino in rame e confrontabile con il WLL. Questa è sicuramente una tecnologia con elevatissime potenzialità per i servizi a valore aggiunto e per la realizzazione dell'obiettivo della convergenza, ma pur funzionando bene per i servizi asimmetrici non è adatto ai servizi simmetrici⁴⁵. Il principale vantaggio di tale soluzione è la possibilità di proporre offerte combinate di servizi video-televisivi, telefonici ed Internet (strategia “triple play”);

5. Fibre Ottiche: l'alternativa tecnologica ideale per il supporto dei servizi a larga banda e per l'evoluzione dei servizi innovativi legati alla convergenza.

4.3. Flessibilità

Per flessibilità deve intendersi la possibilità di ampliare la rete per valori marginali. Pertanto, si valuteranno le diverse soluzioni di accesso in base alla capacità di ampliare più o meno velocemente il numero di utenti che impiegano una determinata tecnologia di accesso.

Per tale caratteristica tecnologica i commenti dei nostri interlocutori possono così riassumersi:

1. ULL: è un “sistema a risorse dedicate”; per ogni nuovo utente l'operatore deve incrementare le risorse in termini di doppino e nuova card. In sostanza, per ampliare la rete in ULL alla richiesta di nuove coppie in *unbundling*, nel caso peggiore, si richiede l'aggiunta di un ulteriore apparato di raccolta (DSLAM) e spazio di co-locazione;

2. WLL: è un “sistema a risorse condivise”, ovvero il dimensionamento dell'impianto è adattabile alla domanda con maggiore

⁴⁵ Nei Paesi in cui il cable – modem è operativo viene gestito in una modalità di tipo diffusivo: una elevata banda dalla centrale (head-end) verso gli utenti per il trasporto di un elevato numero di canali video in modalità diffusiva oltre a canali a pagamento e, una banda ridotta dall'utente verso la centrale. Quindi le potenzialità sono elevate ma la gestione della banda è di tipo asimmetrico, tipica di servizi televisivi, il che non consente bande elevate dall'utente verso la rete.

flessibilità della rete tradizionale in cui occorre pianificare con cura i futuri ampliamenti. Tuttavia, come “sistema a risorse condivise”, richiede un più accurato sistema di traffic engineering – per verificare utilizzo e numero di utenti -, presenta minori garanzie e non è, in ogni caso, a risorse infinite. Inoltre, il WLL presenta i limiti di ampliamento dovuti alla problematica della “line of sight”;

3. PLC: la rete PLC è un “sistema a risorse condivise”, per cui è piuttosto flessibile, richiede un accurato sistema di traffic engineering, ma, rispetto al WLL, presenta il vantaggio di non avere i limiti di ampliamento relativi alla “line of sight”;

4. Cable – modem: nel territorio di riferimento della nostra analisi, il mercato italiano, tale rete risulta completamente assente e dovrebbe essere implementata ex novo;

5. Fibre Ottiche: oltre ad eseguire le operazioni di cablaggio, per ogni nuovo utente l’operatore deve predisporre l’adeguamento delle terminazioni di rete.

Riguardo alla flessibilità⁴⁶, le fibre ottiche e il cavo coassiale (*cable modem*) mostrano il punteggio minimo in quanto un incremento dell’utenza comporta generalmente la posa di nuove fibre (o cavi coassiali) il che comporta nuovi scavi, richieste di autorizzazione, vincoli architettonici, ecc..

4.4. Affidabilità

Per affidabilità⁴⁷ deve intendersi la probabilità che la modalità di accesso si realizzi senza disfunzioni, cioè con il minore tasso di guasto

⁴⁶ E’ opportuno precisare in merito a tale caratteristica che le valutazioni di coloro che hanno risposto al questionario sono state talvolta discordi. In particolare mentre più di un partecipante ha sottolineato la più elevata flessibilità del WLL, in quanto “*un aumento del numero di clienti in un’area già servita da una stazione radio base non comporta alcun costo in termini di rete se non gestionale*”, un altro ha indicato “*come massimamente flessibile la tecnologia PLC che essendo del tipo a mezzo condiviso su un portante estremamente diffuso permette una rapida attivazione della nuova clientela*” e non ha ritenuto “*ugualmente flessibile la tecnologia WLL in quanto richiede per ogni cliente una indagine di visibilità*”.

⁴⁷ Secondo uno dei soggetti rispondenti al questionario non sarebbe possibile “legare l’affidabilità alla tecnologia di accesso. Alla tecnologia è abbinabile solo l’MTBF (Mean Time Between Failure) legato fondamentalmente alla ingegnerizzazione del prodotto e dipendente oltre che dal tipo di accesso anche dal fornitore. L’affidabilità risulterebbe invece legata all’architettura implementata, al tipo di servizio offerto e in particolare allo SLA (Service Level Agreement) richiesto dal cliente. Si può genericamente affermare che sono più affidabili i sistemi su Fibre e WLL perché rivolti a

possibile (dal punto di vista tecnologico) e con maggiore/più veloce capacità d'intervento in caso di guasto (dal punto di vista organizzativo). Pertanto, valuteremo le diverse soluzioni di accesso in base alla capacità di risultare affidabili per la clientela finale.

Si riportano di seguito i commenti relativi a tale caratteristica tecnologica:

1. ULL: l'operatore entrante impiega la rete già esistente dell'incumbent con un servizio che il cliente percepisce simile a quello dell'accesso tradizionale, ma va anche detto che l'ULL presenta oggi un tasso di guasto, per servizi a larga banda, medio, con disfunzioni non sempre legate alla rete, ma spesso gestionali o legate agli apparati utilizzati dall'utente e che la rete in rame è molto estesa e, in alcune sue parti, risale a qualche decina di anni⁴⁸;

2. WLL: non presenta particolari complessità nella gestione dei guasti ed è abbastanza immune da disturbi, è impiegato per le piccole e medie imprese con un discreto grado di affidabilità. Tuttavia risulta meno affidabile nel caso di abitazioni ad uso residenziale dove l'elevata densità enfatizza le problematiche legate alla "line of sight";

3. PLC: tale tecnologia utilizza una rete già esistente, ma l'accesso condiviso alle due diverse tipologie di flussi (energia elettrica e telecomunicazioni) riduce il grado di affidabilità della PLC;

4. Cable – modem: come nel caso della PLC nasce per gestire una diversa tipologia di flussi ed inoltre, il valore espresso ha come riferimento il mercato italiano, dove tale rete risulta ad oggi completamente assente;

clientela Business (con SLA stringenti e quindi un apposito Customer Care) e perché le componenti di rete (tranne il CPE- Customer Premises Equipment. Apparecchi utilizzatori quali terminali, telefoni e modem, forniti dalla compagnia telefonica) sono nella sede dell'operatore". Un altro degli esperti che hanno risposto al questionario, afferma che non è possibile valutare "in modo puntuale l'affidabilità di PLC e cable modem, poiché la PLC è ancora in fase sperimentale e il cable modem – pur essendo considerata una tecnologia affidabile - in Italia non è praticamente presente".

⁴⁸ Uno dei soggetti che hanno risposto al questionario sottolinea con riferimento all'ULL che "Il tasso di guasto della rete è accettabile (anche se superiore a quello che abbiamo per la telefonia). Le capacità di intervento sono quelle tipiche dei servizi telefonici e possono essere inficiate da lentezze gestionali della rete telefonica da parte dell'operatore storico. Normalmente il guasto viene localizzato e riparato, sebbene sui tempi ci sia una certa incertezza, data la complessità della rete. Le comunicazioni sono soggette a disturbi interferenziali di vario genere".

5. Fibre Ottiche: la percezione e l'attesa che il cliente finale ha di tale alternativa tecnologica è migliore rispetto all'accesso tradizionale considerata anche l'elevata capacità trasmissiva. Le fibre ottiche, sia per le caratteristiche intrinseche, sia per il fatto che è una tecnologia relativamente nuova, è considerata dai più molto affidabile e priva di interferenze.

4.5. Impercettibilità del cambiamento

Per impercettibilità del cambiamento da parte del cliente finale, deve intendersi sia l'incidenza di apparati aggiuntivi introdotti dalle nuove tecnologie (modem, piastre di terminazione) sia l'impatto delle nuove modalità d'uso sul cliente (user id, password, codici etc...)⁴⁹.

Anche questa volta rendiamo conto delle argomentazioni espresse dai nostri interlocutori rispetto a tale caratteristica tecnologica:

1. ULL: l'operatore entrante impiega la rete già esistente dell'incumbent ed è già in fase operativa. L'ULL dovrebbe comportare la minore impercettibilità del cambiamento in quanto l'utente continua a connettersi alla rete telefonica e ad interloquire con un operatore telefonico;

2. WLL: tale soluzione è rivolta prevalentemente al segmento della clientela affari e in particolare alle piccole e medie imprese. Il WLL comporta un maggiore cambiamento rispetto all'ULL per la necessità di dotarsi di un'antenna da installare sul tetto o terrazzo di casa. Inoltre dall'antenna deve essere steso un cavo da connettere ad un *set top box* (anche questo è un apparato aggiuntivo) che consente all'utente di usufruire di vari servizi (telefonia, dati, video). Probabilmente, per la

⁴⁹ Secondo uno dei soggetti che hanno risposto al questionario "L'adozione di apparati aggiuntivi è funzione sia della modalità di accesso che dei servizi a cui accede il cliente finale. Ad esempio, se un cliente viene servito con una linea in unbundling e richiede il solo servizio voce, ciò non richiede alcun apparato in casa/ufficio e l'impatto è pressoché inesistente. Invece se vuole servizi DSL dovrà installare un apparato (modem, router, ecc.) con un moderato maggiore impatto. Nel caso di modalità di accesso più evolute, come le fibre ottiche, l'impatto dipende dalla complessità del cliente e dei servizi richiesti". Secondo un altro dei soggetti che hanno risposto al questionario "l'utilizzo del cavetto per prestazioni aggiuntive rispetto a quella della semplice comunicazione telefonica, introduce quasi sempre elementi aggiuntivi anche presso la sede del Cliente. Già il semplice utilizzo di connessioni telefoniche in tecnica ISDN ha determinato l'esigenza di inserire - a fianco della presa telefonica - uno "scatolotto" che non sempre è risultato "gradito" dal punto di vista estetico. Analoga esigenza si determina per l'utilizzo della fibre ottiche.

gestione di tali servizi, l'utente dovrà abituarsi a modalità e interfacce diverse da quelle tradizionali;

3. PLC: tale tecnologia usufruisce di una rete già esistente impiegata finora per la trasmissione dell'energia elettrica. Le sperimentazioni condotte ad oggi non escludono con certezza l'assenza di problemi inerenti alla distribuzione congiunta delle diverse tipologie di flussi;

4. Cable – Modem: avendo come riferimento il mercato italiano tale rete risulta completamente assente;

5. Fibre Ottiche: è una tecnologia che supporta al meglio sia i servizi voce sia i servizi a larga banda.

Le argomentazioni di cui sopra concernono le risposte ai questionari. Le valutazioni espresse nelle risposte sono invece riportate sinteticamente nella tabella 1. Il giudizio sintetico per ogni soluzione è: 3,16 per l'ULL, 2,98 per il WLL, 3,06 per la PLC, 2,28 per il Cable Modem e 3,13 per le Fibre Ottiche (v. tab. 1).

I risultati mostrano uno scenario complesso in cui non esiste la soluzione ottima proprio perché, come anticipato, diverse sono le esigenze dei consumatori e del mercato. In base alle nostre elaborazioni comunque, si dovrebbe giudicare preferibile, tra le alternative tecnologiche presentate, l'ULL e le Fibre Ottiche, in quanto presentano valori di eccellenza, con un giudizio sintetico rispettivamente pari a 3,16 e 3,13. Sembra evidente che la performance elevata delle Fibre Ottiche sia prevalentemente attribuibile agli elevati contributi che tale tecnologia può dare in termini di innovazione. Ad un livello intermedio si colloca il Wireless del Local Loop (WLL), che sembra destinato più al mercato delle piccole e medie imprese che alle esigenze del mass market. Risultano invece penalizzate la rete Cable – Modem e la rete PLC, la prima presa in considerazione per dovere di completezza (dal momento che tale rete è del tutto assente in Italia) e la seconda perché è in realtà in fase di sperimentazione. I valori attribuiti alla PLC, soprattutto in termini di *Affidabilità* ed *Impercettibilità del cambiamento*, sono dovuti alla scarsa maturità tecnologica relativa alla gestione di una rete che è stata realizzata per il business dell'energia elettrica.

Tabella 1* Valutazione delle alternative tecnologiche nel mercato dell'accesso

		TECNOLOGIE										
		ULL		WLL		PLC		CAVO		FIBRE		
		<i>a</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>b</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>c</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>d</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>e</i>	<i>Indicatori parziali</i>	
CARATTERISTICHE	Intensità di capitale degli investimenti	0,33	2,81	0,93	2,50	0,83	3,13	1,03	2,00	0,66	2,13	0,70
	Capacità di supportare innovazioni tecnologiche	0,23	2,50	0,58	3,13	0,72	2,38	0,55	3,13	0,72	4,88	1,12
	Flessibilità	0,17	3,60	0,61	3,56	0,61	3,33	0,57	2,00	0,34	1,87	0,32
	Affidabilità	0,15	3,60	0,54	3,00	0,45	2,13	0,32	2,00	0,30	4,27	0,64
	Impercettibilità del cambiamento	0,12	4,25	0,51	3,13	0,38	3,00	0,36	2,13	0,26	2,88	0,35
	Giudizio sintetico			3,16		2,98		3,06		2,28		3,13

**Nostre elaborazioni su dati di risposta al questionario*

La tabella 1 è stata realizzata nel seguente modo:

- Le colonne *a*, *b*, *c*, *d* ed *e* presentano i valori medi attribuiti ad ogni caratteristica per ciascuna tecnologia da coloro che hanno risposto al questionario.
- I pesi delle caratteristiche indicati nella tabella 1 sono ottenuti come media dei pesi assegnati dagli intervistati nelle loro risposte.
- Gli indicatori parziali sono i valori ponderati ottenuti moltiplicando i valori delle colonne *a*, *b*, *c*, *d* ed *e* per il peso di ciascuna caratteristica.
- Il giudizio sintetico è ottenuto sommando gli indicatori parziali delle caratteristiche di ciascuna tecnologia (vedi per il dettaglio gli ALLEGATI 1 e 2).

5- La valutazione del set di tecnologie

Applichiamo ora la metodologia illustrata nel paragrafo 3 e le valutazioni ottenute nel paragrafo 4.

Le cinque caratteristiche associate alle tecnologie considerate individuano una serie di attributi del prodotto che possiamo sintetizzare in due macroattributi: costo e qualità. In realtà, non potendo avere accesso a dati di costo oggettivi per tutti i prodotti, valuteremo le risposte degli interlocutori sulle caratteristiche tecnologiche come indicatori rilevanti di costo e di qualità.

Ipotizziamo che l'intensità di capitale degli investimenti e la flessibilità determinino una sorta di costo implicito per utente. Un più alto valore attribuito dagli intervistati alla voce "intensità di capitale degli investimenti" implica un giudizio sul fatto che i costi fissi relativi a quella tecnologia sono più bassi⁵⁰, ed un più alto valore attribuito dagli intervistati alla voce "flessibilità" implica, fra l'altro, minor aumento dei costi variabili per un dato aumento della produzione. Se facciamo una media ponderata abbiamo un indice che è tanto maggiore quanto minori sono i costi. Nel caso specifico abbiamo usato, come peso, quello indicato dai nostri intervistati.

Ipotizziamo inoltre che la capacità di supportare innovazioni tecnologiche, l'affidabilità e l'impercettibilità del cambiamento determinino la qualità del prodotto per ciascuna tecnologia. Applicando la stessa procedura illustrata sopra possiamo costruire un indice ottenuto come media ponderata dei valori attribuiti alle caratteristiche di qualità. Questo indice cresce al crescere della qualità. Allora, utilizzando i dati della tabella 1, abbiamo calcolato gli indici di valutazione relativi al costo ed alla qualità per ciascuna tecnologia. I risultati sono presentati rispettivamente nella prima e nella seconda riga della tabella 2.

⁵⁰ È opportuno ricordare che il valore del costo è influenzato dal modo con cui i nostri interlocutori dovevano esprimere le loro valutazioni sulla specifica caratteristica. Ad esempio l'intensità di capitale maggiore è valutata dagli intervistati come un segno di costosa implementazione della tecnologia; 3.08 significa allora che l'ULL è una tecnologia meno costosa rispetto alle Fibre, che ha un valore pari a 2,04.

Tabella 2* -La valutazione del costo e della qualità del prodotto ottenibile con le varie tecnologie di accesso all'ultimo miglio.

** Nostre elaborazioni sui dati di risposta al questionario.*

	ULL	WLL	PLC	CAVO	FIBRE
Indici di valutazione del costo del prodotto⁵¹	3,08	2,86	3,20	2,00	2,04
Indici di valutazione della qualità del prodotto⁵²	3,25	3,09	2,45	2,55	4,22

Dall'esame della tabella 2 risulta che la tecnologia Cavo con un valore di 2 e 2,55, rispettivamente per l'indice di valutazione del costo e della qualità, è dominata da ULL, Fibre e WLL poiché queste ultime hanno tutte valori superiori sia per la qualità che per il costo. Risulta quindi che la tecnologia Cavo è meno conveniente - in base agli indici considerati - delle tecnologie ULL, Fibre e WLL. Analogo discorso vale per la tecnologia WLL rispetto all'ULL; quest'ultimo, infatti, si caratterizza per valori dell'indice di costo e di qualità superiori al WLL. In sostanza le tecnologie Cavo e WLL, in base alle nostre valutazioni, possono escludersi dal set delle tecnologie efficienti.

Nell'ambito delle tre tecnologie rimaste ULL, Fibre, PLC la scelta dipenderà dalle preferenze del mercato. La nostra analisi è stata condotta in termini di costi e qualità, ma se si vuole esplicitare più chiaramente il ruolo del mercato conviene effettuarla in termini di prezzo e qualità. Il passaggio dall'indice in termini di costo ad un indice in termini di prezzo può essere fatto, con ipotesi alquanto restrittive. Si deve assumere infatti

⁵¹ L'indice di valutazione del costo del prodotto è stato ottenuto dalla somma del prodotto dei valori assegnati alle singole caratteristiche relative a ciascuna tecnologia (i valori delle colonne *a, b, c, d, e*) per i nuovi pesi ad esse associabili.

I nuovi pesi sono: 0,66 per l' Intensità di capitale degli investimenti, da: $(0,33 : 0,50 = X: 1)$ e 0,34 per la Flessibilità, da: $(0,17 : 0,50 = X: 1)$.

⁵² Analogamente si è proceduto per l'indice di valutazione della qualità del prodotto. Questa volta i pesi sono rispettivamente:

per la Capacità di supportare innovazioni tecnologiche: 0,46 così ottenuto: $(0,23 : (0,23+0,15+0,12) = X: 1)$

per l'Affidabilità: 0,30 da $:(0,15 : 0,50 = X: 1)$

per l'Impercettibilità del cambiamento: 0,24 da $(0,12 : 0,50 = X: 1)$

che le imprese una volta calcolati i costi del prodotto in base alle varie tecnologie, determinino i prezzi fissando un mark-up uguale per tutte le tecnologie. Partendo da tale ipotesi, che implica una stretta proporzionalità prezzi - costi, possiamo calcolare gli indici di prezzo della tabella 2, prendendo l'inverso del valore calcolato per i costi⁵³. In tal modo prezzi più alti si associano a costi più alti. In base all'assunzione di proporzionalità prezzi – costi possiamo allora provare a rappresentare la relazione qualità-prezzo del prodotto delle varie tecnologie. Nel grafico 2.a abbiamo rappresentato tutte le tecnologie, mentre nel grafico 2.b abbiamo rappresentato solo le tecnologie efficienti. Con riferimento a quest'ultimo le fibre ottiche implicano prezzi più alti ma permetteranno di offrire una qualità migliore. L'unbundling del local loop si trova in una posizione intermedia, mentre la tecnologia PLC è compatibile con prezzi più bassi ma con una qualità peggiore. Il grafico 2 mostra che, allo stato attuale della conoscenza, la possibilità di utilizzare tecnologie alternative per l'accesso esiste. Questo non significa che il mercato sia disposto a sostenere le tecnologie alternative all'ULL. La scelta dipenderà da come il mercato valuta il trade-off fra qualità e prezzo. E' probabile che i prezzi che dovrebbero essere posti per recuperare l'investimento nelle fibre ottiche siano troppo elevati rispetto alla qualità del servizio. In questo caso per qualità del servizio s'intende la tipologia di servizi offerti, non solo voce e dati, ma anche video on demand ecc... In altre parole, al livello dei servizi e relativi contenuti offerti, il consumatore non è disposto a sopportare i prezzi necessari per rendere remunerativi gli investimenti nelle fibre ottiche. L'opposto accade per la tecnologia PLC, che allo stato attuale offrirebbe un servizio di qualità non accettabile anche con costi più bassi. Tutto ciò evidenzia l'opportunità di adeguate politiche industriali e non solo regolamentari se si vogliono aumentare le tecnologie disponibili per l'accesso e quindi la concorrenza nel mercato delle telecomunicazioni.

⁵³ Per poter rappresentare i prezzi usiamo l'inverso dell'indice di costo espresso dalla tabella 2. In tal modo prezzi più alti corrispondono a costi più alti, come nella tabella seguente.

<i>Tabella di conversione (1/c)</i>	ULL	WLL	PLC	CAVO	FIBRE
	0,32	0,35	0,31	0,50	0,49

Grafico 2 . Relazione qualità- prezzo del prodotto nelle varie tecnologie

Grafico 2.a – tutte le tecnologie

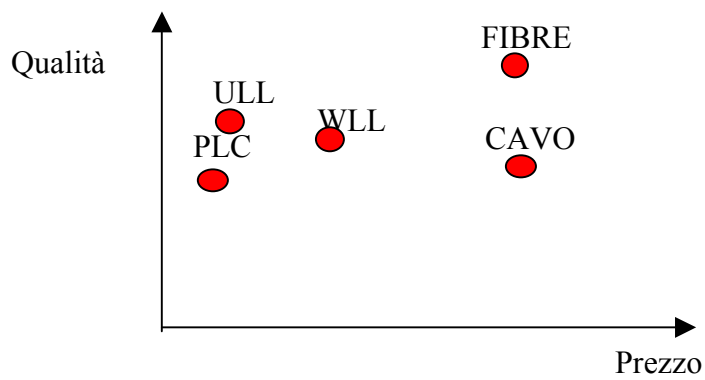
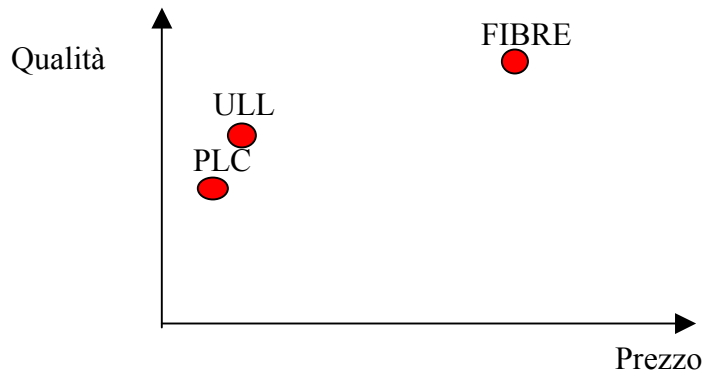


Grafico 2.b – tecnologie efficienti



6. Alcune possibili conclusioni

Il mercato dell'accesso per i servizi voce ed Internet viene percepito ancora oggi, nonostante i diversi interventi regolamentari, come un monopolio naturale, con consistenti barriere all'entrata per i neo entranti. La Commissione Europea, considerando il mercato comunitario, ha sostenuto che benché esistano alternative tecnologiche alla PSTN (Public Switched Telephone Network) per la fornitura di servizi di comunicazione ad alta velocità a clienti privati, quali le fibre ottiche, reti WLL o i cable modem, nessuna di esse può essere considerata un sostituto dell'infrastruttura della rete di accesso fissa. Allo stadio attuale le fibre ottiche sono competitive nei mercati della trasmissione a monte e le reti WLL, quando saranno completamente operative, saranno destinate prevalentemente ad una clientela di professionisti e clienti privati con peculiari esigenze di comunicazione. Le reti cable modem, anche nei paesi dove sono presenti, necessitano di costosi adeguamenti per fornire servizi di telecomunicazione bidirezionali a larga banda, e, rispetto alla tecnologia XDSL non garantiscono la larghezza di banda perché i clienti condividono lo stesso canale sul cavo. Lo schema di valutazione mostrato delinea uno scenario complesso e non definito, in cui tuttavia il mercato dovrebbe giudicare preferibile, tra le alternative tecnologiche presentate, l'ULL e le Fibre Ottiche, in quanto presentano valori di eccellenza rispetto alle altre soluzioni. La scelta tra le alternative presentate può, tuttavia, dipendere anche da fattori differenti dalle caratteristiche delle tecnologie. Nel processo di scelta tra le alternative tecnologiche del mercato dell'accesso possono diventare determinanti oltre alle caratteristiche considerate, i tempi di introduzione di ciascuna soluzione. Se le tecnologie dell'ULL e delle Fibre Ottiche, in base allo schema di valutazione presentato, mostravano entrambe buone opportunità di diffusione, l'ULL presenta oggi maggiori opportunità di diffusione nel lungo periodo a causa di ulteriori ragioni: a) la presenza di switching cost da parte del consumatore che possono non orientarlo al cambiamento: i servizi offerti dall'alternativa tecnologica potrebbero non indurlo a sopportare il prezzo più alto che ne deriverebbe; b) i sunk costs per gli operatori già presenti sul mercato che dovrebbero disinvestire nella tecnologia in uso. E' da notare inoltre che nel caso prevalesse un'unica tecnologia nel lungo periodo, si profilerebbe una struttura di mercato con la presenza di pochi soggetti in grado di offrire il "servizio di accesso". Un rischio consistente è quello di passare da un monopolio dell'ultimo miglio ad un duopolio. La presenza di esternalità e di economie di scala

spinge verso una concentrazione sempre maggiore del settore. Ampliando, infatti, la nostra analisi all'osservazione della domanda e delle esigenze dei consumatori si delinea un mercato con bisogni altamente differenziati, che inducono a ritenere che è meno probabile che prevalga l'orientamento verso un'unica tecnologia⁵⁴. Infatti i bisogni dell'utenza domestica o di attività minori non sono gli stessi delle piccole e medie imprese né dei clienti business (studi professionali, esercizi commerciali).

E' ragionevole ritenere che la struttura del mercato dipenderà, allora, oltre che dalle dimensioni che le reti assumeranno, dalle strategie che i soggetti interessati attueranno, impiegando tecnologie diverse nel rispondere a specifiche esigenze della domanda. È chiaro che le valutazioni fatte oggi potrebbero modificarsi alla luce delle future evoluzioni tecnologiche e di mercato, ma la competitività nel settore dell'accesso non è un obiettivo raggiungibile solo attraverso la creazione di infrastrutture alternative, perché alcune delle alternative tecnologiche analizzate non consentono una duplicazione della rete di accesso *tout court*⁵⁵. Si pensi a tal proposito al costo ed all'onerosità di un accesso in Fibre Ottiche di massa.

Nell'attuale struttura di mercato, prima fase di diffusione delle nuove tecnologie, è ragionevole supporre di trovarsi di fronte a delle *asimmetrie dimensionali tra le imprese*. L'ex monopolista ha dimensioni notevolmente maggiori degli operatori neo entranti ed è poco incentivato a rendere compatibili le proprie strutture di rete con quelle di questi ultimi. E' nostra convinzione che la concorrenza nel settore della telefonia fissa e di Internet necessiti perciò ancora di un attento intervento regolamentare ex ante e che le Autorità (Agcom e Agcm) debbano vigilare sulla sostenibilità delle offerte di Telecom Italia nonché sulla replicabilità delle stesse da parte degli altri operatori⁵⁶.

⁵⁴ C. Shapiro, H. R. Varian, (1998), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press.

⁵⁵ C. Leporelli (2004), *Il nuovo assetto dei mercati delle comunicazioni elettroniche: un contributo al dibattito sul ruolo della regolamentazione*, in: *Economia e Politica Industriale*, n. 122, FrancoAngeli, Mi.

⁵⁶ Si fa riferimento in tal caso alle offerte retail relative a servizi innovativi ed alle offerte di accesso attraverso gli hot spot in modalità wi-fi.

Bibliografia

- Autorità per le garanzie nelle telecomunicazioni, giugno 2003, “*Relazione Annuale sull’attività svolta e sui programmi di lavoro*”, Roma.
- Autorità per le garanzie nelle telecomunicazioni, giugno 2004, “*Relazione Annuale sull’attività svolta e sui programmi di lavoro*”, Roma.
- M. Armstrong, S. Cowan, J. Vickers. (1994), *Regulatory Reform: Economic Analysis and British Experience*, The Mit Press, Cambridge.
- W. E. Arthur, (1988), “*Competing Technologies: an Overview*”; in G. Dosi, P. Preeman, C. Nelson, G. Silveberg, L. Soete (a cura di), *Technological Change and Economic Theory*, (1988), P. Pinter, Londra.
- S. Bregni, R. Melen, (2002), “*Local Loop Unbundling in the Italian Network*”, IEE Communications Magazine.
- C. Cambini, P. Ravazzi, T. Valletti, (2000), *Regolamentazione e mercato nelle telecomunicazioni*, Carocci, Roma.
- Federal Communication Commission, (1996), “*Telecommunications Act*”.
- M. L. Katz, C. Shapiro, (1992), “*Product Introduction with Network Externalities*”, *Journal of Industrial Economics*, vol. 40, no. 1.
- M. L. Katz, C. Shapiro, (1994), “*Systems Competition and Network Effects*”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 2.
- J. J. Laffont, J. Tirole, (2000), *Competition in Telecommunications*, The Mit Press, Cambridge.
- W. Liu, H. Widmer, P. Raffin, (2003), “*Broadband PLC Access System and Field Development in European Power Line Networks*”, IEE Communications Magazine.
- P. Odling, B. Mayr, S. Palm, (2000), “*The technical impact of the Unbundling Process an Regulatory Action*”, IEE Communications Magazine.
- OECD, (1996) “*Alternative Local Loop Technologies: a Review*”, Parigi.
- OECD, (2002), Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Information, computer and Communications Policy, “*Development in local loop unbundling*”, Parigi.
- Ovum, (2003), “*Broadband service in Europe: in Italy*”.
- M. Siragusa, (2002), “*Il nuovo quadro regolatorio: principali aspetti giuridici*”, Giornata di studio “Le nuove direttive europee sulle

comunicazioni elettroniche”, 10 giugno, Roma.

— C. Shapiro, H. R. Varian, (1998), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press.

— L. D. Taylor, (2002), “*Customer Demand Analysis*” in M.E. Cave, S. J. Majumdar, I. Vogelsand, (2002), *Handbook of Telecommunications and Economics: Sector Characteristics, Regulation and Competition*, Elsevier Science Publishing Co, Netherlands.

— W. K. Viscusi, J. M. Vernon, J. E. Harrington Jr., (2000), *Economics of Regulation and Antitrust*, Third Edition, The MIT Press, Cambridge.

— R. L. Keeney, H. Raiffa, (1993), *Decision with multiple objectives: preferences and value trade off*, Cambridge University Press.

— J. Zeleny, (1982), *Multiple criteria decision making*”, Mc Graw-Hill, Book Company.

ALLEGATO 1

QUESTIONARIO

“LA RETE DI ACCESSO ALL’ULTIMO MIGLIO: UNA VALUTAZIONE SULLE TECNOLOGIE ALTERNATIVE.”

- Prof.ssa Angela Spagnuolo, Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche dell’Università degli Studi di Salerno;
- Dott.ssa Silvia Keller.

**QUESTIONARIO : “IL MONOPOLIO DELL’ULTIMO MIGLIO:
UNA VALUTAZIONE SULLE TECNOLOGIE ALTERNATIVE
ALLA RETE DI ACCESSO”.**

Il presente questionario è finalizzato all’analisi delle alternative tecnologiche alla rete di accesso tradizionale dell’operatore ex monopolista, nell’ambito del Working Paper “La rete di accesso all’ultimo miglio: una valutazione sulle tecnologie alternative”, realizzato dalla Prof.ssa Angela Spagnuolo, - Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche dell’Università degli Studi di Salerno – e dalla Dott.ssa Silvia Keller.

INTRODUZIONE

La rete di accesso fornisce i collegamenti alle reti di trasporto ed include tutte le componenti di rete dedicate al cliente. Lo sviluppo tecnologico e la crescente domanda di servizi innovativi presuppongono una rete tecnologicamente all’avanguardia ed in grado di trasportare ampi volumi d’informazioni. L’importanza strategica dell’accesso per l’evoluzione del settore delle telecomunicazioni è dovuta alla capillarità dell’accesso ed alla rilevanza economica che esso riveste in un mercato liberalizzato, dove la maggior parte dei consumatori sono legati alla rete dell’incumbent. Per comprendere la rilevanza e la complessità del tema dell’accesso occorre considerare come esso sia strettamente connesso alle scelte politiche e regolamentari dell’interconnessione, della gestione delle frequenze e delle attività di cablaggio.

Nonostante i diversi interventi regolamentari il mercato dell’accesso per i servizi voce ed Internet viene percepito ancora come un monopolio naturale con consistenti barriere all’entrata per i neo entranti. Ad oggi la Commissione Europea, considerando il mercato comunitario, ha sostenuto che benché esistano alternative tecnologiche alla PSTN per la fornitura di servizi di comunicazione ad alta velocità a clienti privati, quali fibre ottiche, reti WLL o cable modem, nessuna di esse può essere considerata un sostituto dell’infrastruttura della rete di accesso fissa. Lo

scenario si presta ad evoluzioni significative per il settore, relative principalmente alla domanda di innovazioni ed alle alternative tecnologiche, attive e non, che potrebbero presentarsi sul mercato: **l'Unbundling del Local Loop (ULL), il Wireless del Local Loop (WLL), la Power Line Communication (PLC), la rete Cable – Modem (in Italia assente) e le Fibre Ottiche.**

ANALISI DELLE ALTERNATIVE TECNOLOGICHE

Al fine di valutare gli scenari della liberalizzazione nel mercato dell'accesso, attraverso le diverse opportunità tecnologiche, occorre individuare delle caratteristiche delle tecnologie, considerando da un lato la crescente domanda di servizi innovativi che presuppongono reti tecnologicamente all'avanguardia ed in grado di trasportare ampi volumi d'informazioni, e dall'altro le difficoltà economiche ed operative che gli operatori italiani hanno incontrato nell'ultimo biennio nell'introduzione dell'ULL e del WLL.

In tale ottica sono stati individuate le seguenti caratteristiche delle tecnologie:

- (1) l'intensità di capitale richiesta dagli investimenti, considerando che molti operatori hanno rallentato lo sviluppo dell'ULL e del WLL proprio per le minori disponibilità finanziarie;
- (2) la capacità di supportare innovazioni tecnologiche, ovvero la capacità di supportare la domanda d'innovazione e servizi a valore aggiunto e/o integrati;
- (3) la flessibilità, intesa come la possibilità di espandere la rete per valori marginali;
- (4) l'affidabilità, intesa come la probabilità che la modalità di accesso si realizzi senza disfunzioni, cioè con il minore tasso di guasto possibile (dal punto di vista tecnologico) e con maggiore/più veloce capacità d'intervento in caso di guasto (dal punto di vista organizzativo);
- (5) l'impercettibilità del cambiamento da parte del cliente finale, inteso sia in termini di incidenza di apparati aggiuntivi introdotti dalle nuove tecnologie (modem, piastre di terminazione) sia in termini di nuove modalità d'uso in carico al cliente (user id, password, codici etc...).

Con riferimento al settore italiano dell'accesso, si richiede di valutare ogni soluzione tecnologica alla luce delle suddette caratteristiche. Al fine di realizzare lo schema di valutazione si chiede cortesemente di procedere nel seguente modo:

- si attribuisca un peso a ciascuna caratteristica. Ciascun peso deve essere rappresentato da un valore < 1 e la somma dei pesi¹ di tutte le caratteristiche deve essere pari ad 1;
- per ogni soluzione tecnologica, si assegni una stima a ciascuna caratteristica, confortandola con eventuali argomentazioni razionali nello spazio destinato alle note. La scala di valori impiegata presenta cinque livelli: *alto (5)*, *medio/alto (4)*, *medio (3)*, *medio/basso (2)* e *basso (1)*. Pertanto si assegni un valore *alto* nel caso in cui la soluzione in esame si presenti ottimale (rispetto alle altre) per la caratteristica tecnologica in esame, e viceversa, si assegni un valore *basso* nel caso in cui la soluzione in esame si presenti pessima (rispetto alle altre).

Nella Tabella di sintesi (Tab. 1), per ciascuna soluzione moltiplicando la stima numerica attribuita ad ogni caratteristica per il peso assegnato alla stessa, si otterrà il giudizio di sintesi di ogni soluzione.

PESI

1. Intensità di capitale richiesta dagli investimenti – *peso*: 0,
2. Capacità di supportare innovazioni tecnologiche – *peso*: 0,
3. Flessibilità – *peso*: 0,
4. Affidabilità – *peso*: 0,
5. Impercettibilità del cambiamento – *peso*: 0,

¹ Esempio: 0,30 per l'Intensità di capitale degli investimenti e l'Capacità di supportare innovazioni tecnologiche tecnologica, 0,20 per la Flessibilità e 0,10 per l'Affidabilità ed l'Impercettibilità del cambiamento).

STIMA - Intensità di capitale degli investimenti

Il giudizio ed i corrispondenti valori (da 1 a 5) dovranno essere assegnati in ordine decrescente rispetto al capitale richiesto per gli investimenti. Pertanto si assegnerà un giudizio “alto” (pari a 5) alla tecnologia che si ritiene richieda minori investimenti.

1. ULL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

2. WLL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

3. PLC

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

4. CABLE MODEM

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

5. FIBRE OTTICHE

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

Note:

2. Capacità di supportare innovazioni tecnologiche

Per “capacità di supportare innovazioni tecnologiche” deve intendersi la capacità di ciascuna tecnologia di supportare innovazioni tecnologiche, quali servizi a larga banda, servizi a valore aggiunto nonché servizi integrati che includono servizi video, voce ed Internet. Si ritiene, dunque, opportuno considerare, la capacità di supportare innovazioni tecnologiche di ciascuna tecnologia.

La stima della caratteristica in esame (Capacità di supportare innovazioni tecnologiche) avverrà in ordine crescente rispetto al contenuto di innovazione che potenzialmente le diverse soluzioni supportano; pertanto si assegnerà un giudizio “alto” qualora si consideri la soluzione esaminata in grado di supportare appieno il processo di innovazione tecnologica.

1. ULL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

2. WLL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

3. PLC

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

4. CABLE MODEM

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

5. FIBRE OTTICHE

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

Note:

3. Flessibilità

Per flessibilità deve intendersi la possibilità di ampliare la rete per valori marginali.

Si valutino le diverse soluzioni di accesso in base alla capacità di ampliare più o meno velocemente il numero di utenti che impiegano una determinata tecnologia di accesso, assegnando i valori in ordine di flessibilità crescente.

1. ULL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

2. WLL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

3. PLC

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

4. CABLE MODEM

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

5. FIBRE OTTICHE

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

Note:

4. Affidabilità

Per affidabilità deve intendersi la probabilità che la modalità di accesso si realizzi senza disfunzioni, cioè con il minore tasso di guasto possibile (dal punto di vista tecnologico) e con maggiore/più veloce capacità d'intervento in caso di guasto (dal punto di vista organizzativo);

Si valutino le diverse soluzioni di accesso in base alla capacità di risultare affidabili, assegnando un giudizio “alto” alla soluzione che si ritiene più affidabile.

1. ULL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

2. WLL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

3. PLC

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

4. CABLE MODEM

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

5. FIBRE OTTICHE

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

Note:

5. Impercettibilità del cambiamento

L'impercettibilità del cambiamento da parte del cliente finale, deve intendersi sia in termini di incidenza di apparati aggiuntivi introdotti dalle nuove tecnologie (modem, piastre di terminazione) sia in termini di nuove modalità d'uso in carico al cliente (user id, password, codici etc...).

Si valutino le alternative tecnologiche presentate in ordine decrescente di impercettibilità del cambiamento che le diverse soluzioni presentano, assegnando un giudizio "alto" alla soluzione che si considera abbia un impatto minore per il cliente finale. In particolare, si chiede di indicare nello spazio destinato alle *note*, se le diverse modalità d'accesso comportano l'adozione di elementi aggiuntivi o modalità di utilizzo più complicate da parte del cliente finale.

1. ULL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

2. WLL

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

3. PLC

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

4. CABLE MODEM

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

5. FIBRE OTTICHE

Alto Medio/Alto Medio Medio/Basso Basso

Note:

TABELLA 1 SINTESI DELL'ANALISI

		TECNOLOGIE									
		ULL		WLL		PLC		CAVO		FIBRE	
		<i>Pesi</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
		<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>Indicatori parziali</i>	
CARATTERISTICHE	Intensità di capitale degli investimenti										
	Capacità di supportare innovazioni tecnologiche										
	Flessibilità										
	Affidabilità										
	Impercettibilità al cambiamento										
	Giudizio sintetico										

La compilazione della tabella non è obbligatoria. Può essere dedotta dalle risposte del questionario e da noi compilata ex post. Viene però presentata al fine di riferire la logica sottostante.

Si ringrazia anticipatamente per la collaborazione, garantendo sin d'ora a coloro che parteciperanno all'indagine che in nessun caso saranno resi noti i nominativi e l'appartenenza aziendale degli stessi. Per eventuali chiarimenti e/o approfondimenti si chiede di contattarci.

- Prof.ssa Angela Spagnuolo, Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche dell'Università degli Studi di Salerno. Telefono ufficio: 089/962161; fax: 089/962949; e-mail: aspagnuolo@unisa.it

- Dott.ssa Silvia Keller: Tel. mobile: 380/3242979; fax 081/8632351; e-mail silvia.keller@libero.it

ALLEGATO 2

RISPOSTE AL QUESTIONARIO “LA RETE DI ACCESSO ALL’ULTIMO MIGLIO: UNA VALUTAZIONE SULLE TECNOLOGIE ALTERNATIVE.”

- Prof.ssa Angela Spagnuolo, Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche dell’Università degli Studi di Salerno;
- Dott.ssa Silvia Keller.

Alternative tecnologiche

Le alternative tecnologiche, attive e non, che potrebbero presentarsi sul mercato e che sono state prese in considerazione sono:

1. **l'Unbundling del Local Loop (ULL);**
2. **il Wireless del Local Loop (WLL);**
3. **la Power Line Communication (PLC);**
4. **la rete Cable – Modem;**
5. **le Fibre Ottiche.**

Caratteristiche considerate

- (1) l'intensità di capitale richiesta dagli investimenti, considerando che molti operatori hanno rallentato lo sviluppo dell'ULL e del WLL proprio per le minori disponibilità finanziarie;
- (2) la capacità di supportare innovazioni tecnologiche, ovvero la capacità di supportare la domanda d'innovazione e servizi a valore aggiunto e/o integrati;
- (3) la flessibilità, intesa come la possibilità di espandere la rete per valori marginali;
- (4) l'affidabilità, intesa come la probabilità che la modalità di accesso si realizzi senza disfunzioni, cioè con il minore tasso di guasto possibile (dal punto di vista tecnologico) e con maggiore/più veloce capacità d'intervento in caso di guasto (dal punto di vista organizzativo);
- (5) l'impercettibilità del cambiamento da parte del cliente finale, inteso sia in termini di incidenza di apparati aggiuntivi introdotti dalle nuove tecnologie (modem, piastre di terminazione) sia in termini di nuove modalità d'uso in carico al cliente (user id, password, codici etc...).

Pesi attribuiti alle caratteristiche

	1. intensità di capitale		2. Capacità di supportare innovazioni tecnologiche		3. Flessibilità		4. Affidabilità		5. Impercettibilità del Cambiamento	
Pesi										
0,1		0,00		0,00	3	0,30	5	0,40	8	0,80
0,2	2	0,40	7	1,40	7	1,40	5	1,00	2	0,40
0,3	3	0,90	3	0,90		0,00		0,00		0,00
0,4	5	2,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,5		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,6		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,7		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,8		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
0,9		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
N risposte	10	3,30	10	2,30	10	1,70	10	1,40	10	1,20
PESI PONDERATI	0,33		0,23		0,17		0,15		0,12	

INTENSITA' DI CAPITALE DEGLI INVESTIMENTI

		ULL	%	WLL	%	PLC	%	CAVO	%	FIBRE	%
Alto (5)	5	4	25,00%		0,00%		0,00%	2	13,33%	2	12,50%
Medio/Alto (4)	4		0,00%	3	18,75%	5	31,25%		0,00%	2	12,50%
Medio (3)	3	4	25,00%	5	31,25%	8	50,00%	2	13,33%		0,00%
Medio/Basso (2)	2	5	31,25%	5	31,25%	3	18,75%	3	20,00%	4	25,00%
Basso (1)	1	3	18,75%	3	18,75%		0,00%	8	53,33%	8	50,00%
N° Risposte		16	100,00%	16	100,00%	16	100,00%	15	100,00%	16	100,00%
STIMA		2,81		2,50		3,13		2,00		2,13	

CAPACITA' DI SUPPORTARE INNOVAZIONI TECNOLOGICHE

		ULL	%	WLL	%	PLC	%	CAVO	%	FIBRE	%
Alto (5)	5		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	14	87,50%
Medio/Alto (4)	4	3	18,75%	6	37,50%	3	18,75%	8	53,33%	2	12,50%
Medio (3)	3	5	31,25%	8	50,00%	5	31,25%	4	26,67%		0,00%
Medio/Basso (2)	2	5	31,25%		0,00%	3	18,75%		0,00%		0,00%
Basso (1)	1	3	18,75%	2	12,50%	5	31,25%	3	20,00%		0,00%
N° Risposte		16	100,00%	16	100,00%	16	100,00%	15	100,00%	16	100,00%
STIMA		2,50		3,13		2,38		3,13		4,88	

FLESSIBILITA'

		ULL	%	WLL	%	PLC	%	CAVO	%	FIBRE	%
Alto (5)	5	2	13,33%	4	25,00%	3	20,00%	0	0,00%	0	0,00%
Medio/Alto (4)	4	5	33,33%	5	31,25%	2	13,33%	0	0,00%	0	0,00%
Medio (3)	3	8	53,33%	3	18,75%	7	46,67%	7	50,00%	3	20,00%
Medio/Basso (2)	2	0	0,00%	4	25,00%	3	20,00%	0	0,00%	7	46,67%
Basso (1)	1	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	7	50,00%	5	33,33%
N° Risposte		15	100,00%	16	100,00%	15	100,00%	14	100,00%	15	100,00%
STIMA		3,60		3,56		3,33		2,00		1,87	

AFFIDABILITA'

		ULL	%	WLL	%	PLC	%	CAVO	%	FIBRE	%
Alto (5)	5	3	20,00%		0,00%		0,00%		0,00%	8	53,33%
Medio/Alto (4)	4	5	33,33%	5	33,33%		0,00%	2	13,33%	3	20,00%
Medio (3)	3	5	33,33%	7	46,67%	4	26,67%	2	13,33%	4	26,67%
Medio/Basso (2)	2	2	13,33%	1	6,67%	9	60,00%	5	33,33%		0,00%
Basso (1)	1		0,00%	2	13,33%	2	13,33%	6	40,00%		0,00%
N° Risposte		15	100,00%	15	100,00%	15	100,00%	15	100,00%	15	100,00%
STIMA		3,60		3,00		2,13		2,00		4,27	

IMPERCETTIBILITA' DEL CAMBIAMENTO

		ULL	%	WLL	%	PLC	%	CAVO	%	FIBRE	%
Alto (5)	5	8	50,00%	0	0,00%	3	18,75%	0	0,00%	2	12,50%
Medio/Alto (4)	4	4	25,00%	6	37,50%	0	0,00%	2	13,33%	4	25,00%
Medio (3)	3	4	25,00%	6	37,50%	7	43,75%	2	13,33%	2	12,50%
Medio/Basso (2)	2	0	0,00%	4	25,00%	6	37,50%	7	46,67%	6	37,50%
Basso (1)	1	0	0,00%		0,00%		0,00%	4	26,67%	2	12,50%
N° Risposte		16	100,00%	16	100,00%	16	100,00%	15	100,00%	16	100,00%
STIMA		4,25		3,13		3,00		2,13		2,88	

GIUDIZIO SINTETICO

		TECNOLOGIE										
		ULL		WLL		PLC		CAVO		FIBRE		
		<i>Pesi</i>	<i>a</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>b</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>c</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>d</i>	<i>Indicatori parziali</i>	<i>e</i>	<i>Indicatori parziali</i>
CARATTERISTICHE	Intensità di capitale degli investimenti	0,33	2,81	0,93	2,50	0,83	3,13	1,03	2,00	0,66	2,13	0,70
	Capacità di supportare innovazioni tecnologiche	0,23	2,50	0,58	3,13	0,72	2,38	0,55	3,13	0,72	4,88	1,12
	Flessibilità	0,17	3,60	0,61	3,56	0,61	3,33	0,57	2,00	0,34	1,87	0,32
	Affidabilità	0,15	3,60	0,54	3,00	0,45	2,13	0,32	2,00	0,30	4,27	0,64
	Impercettibilità al cambiamento	0,12	4,25	0,51	3,13	0,38	3,00	0,36	2,13	0,26	2,88	0,35
	Giudizio sintetico			3,16		2,98		3,06		2,28		3,13