

# Connettività a banda larga per le scuole torinesi

## Il Progetto Scuola 2.0

Marcello Maggiora<sup>1</sup>, Calogero Martorana<sup>2</sup>, Sandro Pera<sup>3</sup>,  
Roberto Recchia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politecnico di Torino – Infrastructure IT Division

<sup>2</sup>CSI Piemonte – Direzione Architetture e Innovazione

<sup>3</sup>CSP – Innovazione nelle ICT - Direzione Innovazione



**Abstract.** L'esigenza di intervenire sulle infrastrutture ICT scolastiche è oggi ampiamente sentita, la necessità di un ammodernamento dei servizi IT [1] ha assunto carattere di urgenza per rispondere agli impegni gestionali degli istituti e per supportare adeguatamente l'evoluzione dei modelli didattici. La sempre maggiore diffusione di nuovi setting di aula, genericamente indicati come "classi 2.0" [2] basati sull'accesso ai contenuti digitali disponibili su web, attraverso LIM, tablet e smartphone; l'adozione di modelli didattici di classe capovolta (flipped classroom); la recente tendenza ad introdurre processi formativi basati sul computational thinking [3], nonché la recente introduzione del cosiddetto "registro elettronico" rendono rilevanti due questioni: la prima è quella di un nuovo modello di insegnamento, basato su inquiry based learning e problem posing/solving per rendere gli studenti attivi e partecipi nel processo di costruzione delle loro conoscenze/competenze; la seconda è quella delle infrastrutture, intese come accesso alla rete, navigazione sicura, governo dei dispositivi e, più in generale, ottimizzazione delle risorse. La disponibilità di infrastrutture ICT adeguate è un fattore abilitante per lo sviluppo e l'evoluzione degli attuali modelli didattici. Questo lavoro presenta l'esperienza, maturata nell'arco degli ultimi 15 mesi, nel definire le linee progettuali, le analisi, le strategie di intervento fino alla fase esecutiva per fornire connettività a larga banda alle scuole primarie e secondarie di primo grado interessate dal progetto.

### 1. Il Progetto scuola 2.0

Il progetto nasce dalla volontà del MIUR, del Sindaco della Città di Torino e del Politecnico di Torino che, congiuntamente, hanno ritenuto di interesse strategico avviare un progetto pilota che affrontasse problematiche tecniche e organizzative per fornire un livello (medio) di informatizzazione degli istituti scolastici, non affidato ad iniziative estemporanee e non strutturate.

Il progetto vede coinvolti diversi enti del territorio, CSP-Innovazione nelle ICT (in breve CSP, Organismo di Ricerca accreditato presso il MIUR e soggetto tecnologico sperimentatore per Regione Piemonte rispetto all'innovazione in ambito ICT), CSI Piemonte (in breve CSI, ente attuatore dei servizi della PA sul territorio regionale Piemontese), Politecnico di Torino (in breve PoliTO) e Istituto Superiore Mario Boella (in breve ISMB, centro di ricerca applicata sulle ICT), che hanno collaborato fattivamente ad un progetto fortemente orientato a "fare sistema". Coordinato dalla Città di Torino, è stato istitu-

to un tavolo di lavoro dove sono stati definiti gli elementi progettuali, la ricerca delle risorse economiche a copertura dei costi del progetto e il modello di trasferimento alle scuole coinvolte, sia dei beni strumentali sia delle competenze necessarie alla corretta gestione degli impianti in corso di realizzazione. Per quanto riguarda i finanziamenti, significativo è stato il ruolo della Compagnia di San Paolo e del Comitato ICT, mentre i partecipanti hanno contribuito all'iniziativa non esponendo costi per le attività svolte. Rilevante è stato lo sforzo del gruppo di lavoro di non concentrare l'attenzione su un solo aspetto, anche se fondamentale, come la connettività a banda larga, ma di impostare il lavoro per creare condizioni di fruibilità di tutti i componenti della catena di meta servizi, dal collegamento alla rete GARR fino a raggiungere l'attività di formazione in aula.

Ruoli, responsabilità e competenze sono oggetto di uno specifico Protocollo d'Intesa tra le parti coinvolte, mentre è in via di definizione un

Atto Convenzionale tra Città di Torino e Consortium GARR per la formalizzazione delle modalità di interconnessione delle scuole cittadine alla Rete della Ricerca.

## 2. Sviluppo del progetto

Dati gli obiettivi, il gruppo di progetto ha lavorato all'identificazione di un modello tecnico ed economico sostenibile per consentire alle scuole l'uso di risorse disponibili in rete per attività didattiche, attraverso la fornitura di collegamenti a banda larga.

Caratteristica abilitante è rappresentata dalla presenza del CSP nel gruppo di progetto che, nella sua qualità di ente accreditato dal consorzio GARR per operare a favore dell'integrazione delle scuole nel sistema di networking nazionale, svolge il ruolo di punto di raccolta di tutte le scuole afferenti. Assegnatario del piano di indirizzamento ha attivo un peering BGP con GARR attraverso il quale fornisce connettività Internet alle scuole.

Sono state messe a sistema le risorse tecniche ed infrastrutturali pubbliche già presenti in Piemonte (dal backbone regionale in fibra ottica realizzato dal CSI per conto della Regione Piemonte – programma WI-PIE – e dalla Provincia di Torino – Patti Territoriali – all'infrastruttura HPWNet – High Performance Wireless Network: ciò ha consentito di coinvolgere nel progetto un primo nucleo di 12 scuole. Quattro di queste in fibra ottica con il modello a IRU, con la realizzazione degli sbracci per il collegamento al backbone, e otto in radiofrequenza, con il collegamento alla dorsale wireless.

## 3. Interconnessione Wireless ed in Fibra Ottica

I collegamenti wireless alle scuole saranno realizzati in tecnologia Wi-Fi/Hiperlan, tramite l'impiego di apparati radio ed antenne conformi allo standard 802.11h/n in grado di operare alle frequenze di 2,4 GHz e 5 GHz. I collegamenti punto-punto saranno realizzati a partire dalla già citata dorsale di rete wireless HPWNet di CSP, che connette in banda ultra larga alcuni punti strategici dell'area metropolitana e della collina torinese, a loro volta collegati con decine di nodi di-

istribuiti su tutto il territorio piemontese a distanze che variano dai 500 m agli 80 km. Per la realizzazione e gestione di HPWNet vengono utilizzati devices di diversi produttori e sistemi basati sull'asset Shelob di CSP, una piattaforma aperta che permette di customizzare e ottimizzare i driver del device, accrescendone le performance e consolidando l'affidabilità del sistema. La rete permette, quindi, anche il test di algoritmi e di protocolli innovativi di routing e forwarding e, prossimamente, per l'analisi in tempo reale della banda residua disponibile sulla tratta wireless.

L'interconnessione in fibra ottica seguirà una topologia a stella, il cui centro è localizzato nel nodo WI-PIE di Torino, sito presso la sede principale del CSI.



Fig. 1 Sito di dorsale HPWNet, cerchiato in rosso, visto dal tetto di una delle scuole coinvolte

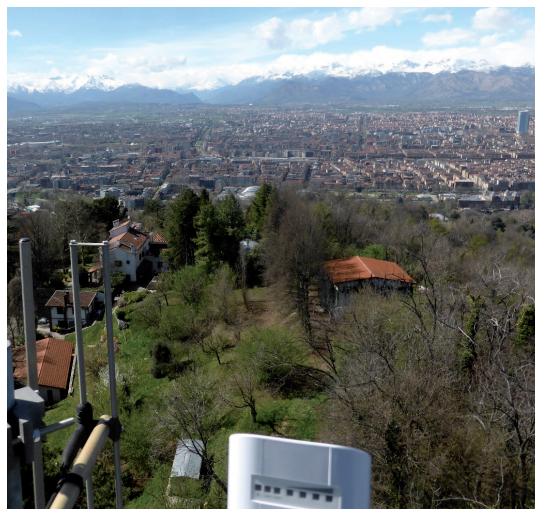


Fig. 2 Porzione di Città di Torino in copertura radio da uno dei siti di dorsale HPWNet sulla collina torinese

Le attività di infrastrutturazione possono essere riassunte nei seguenti punti:

- posa di idonea canalizzazione per l'interconnessione dell'edificio scolastico con la dorsale esistente sul territorio;
- posa di fibra ottica nell'infrastruttura esistente dal punto di interconnessione fino al più vicino pozzetto di spillamento;
- giunzione delle porzioni di fibra ottica spenta presenti nelle dorsali già realizzate sul territorio fino ai cassette ottici di centro stella;
- fornitura in diritto d'uso (IRU) per un periodo di 15 anni di una coppia di fibre spente per le tratte, in serie, tra gli edifici scolastici e il centro stella, comprensiva della manutenzione dell'infrastruttura per tutto il periodo del progetto.

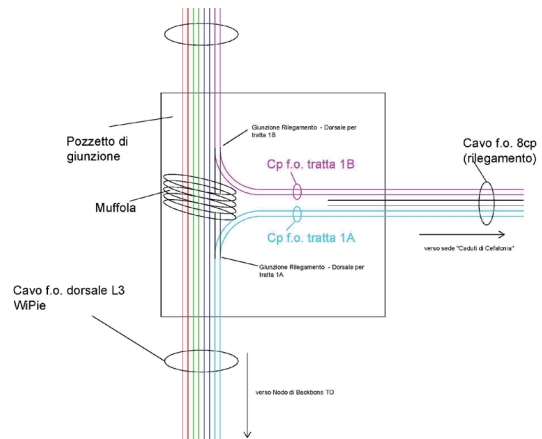


Fig. 3 Schema indicativo di giunzione "rilegamento-dorsale" nel punto di terminazione tratta

La fornitura è comprensiva di tutti gli elementi necessari alla consegna e al collaudo delle coppie di fibre ottiche spente fornite. Saranno forniti in opera tutti i componenti necessari alla realizzazione, manutenzione e gestione delle nuove tratte in fibra ottica spenta quali pozzetti di giunzione, muffole di giunzione, etc..

Le dorsali interessate appartengono al progetto regionale WI-PIE Linea3 e a quello provinciale Patti Territoriali. Esse si snodano lungo 6 direzioni diverse, genericamente rappresentate dalla figura 4.

#### 4. Rete di raccolta

La rete di raccolta, dal punto di vista del networking, prevede un centro stella dual stack IPv4/IPv6 posto presso il CSP. Le tecniche di colle-

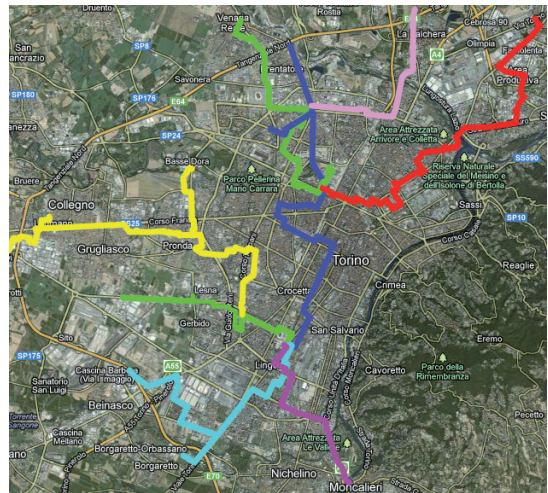


Fig. 4 Schema di generale delle dorsali sul territorio di Torino

gamento prevedono l'utilizzo di tecnologie differenti, a seconda che vi sia o meno la possibilità di trasportare una VLAN 802.1Q dal CSP fino all'apparato installato presso la scuola. Se non è possibile utilizzare il trasporto di livello 2, vengono utilizzate tecniche di trasporto alternative quali le VPN e classico routing con prestazioni elevate garantite dalla presenza di una sessione di peering su collegamento metroethernet tra il CSP e il Politecnico di Torino.

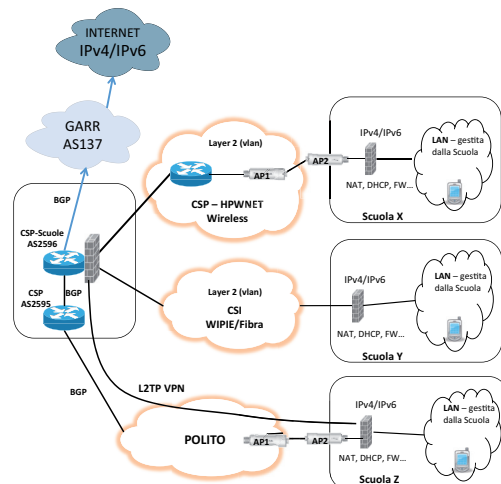


Fig. 5 Modello architetturale della rete, schema generale di interconnessione tra le scuole e la rete GARR

#### 5. Infrastrutture interne

A livello delle singole LAN delle scuole, sono state condotte operazioni di ricognizione puntuale dell'esistente, in modo da definire il fabbisogno minimo per garantire la fruibilità del si-

stema di connettività da tutti i locali dell'edificio scolastico.

In molte delle scuole analizzate le dotazioni tecnologiche sono spesso risultate non adeguate agli standard attuali, limitate a vecchi apparati custoditi in laboratori non sempre collegati ad Internet. Il personale scolastico spesso non è stato in grado di dare risposte sulle modalità con cui la scuola era connessa e, a causa del turnover di dirigenti e tecnici, si sono stratificate soluzioni di connettività differenti. In alcuni casi le scuole risultano cablate per la telefonia (di competenza della Città), ma non per i dati.

MIUR ed Enti locali hanno progettato ed investito sulla connettività per garantire il funzionamento amministrativo della scuola; mentre gli aspetti legati alla didattica sono di competenza della singola scuola, che ha non poche difficoltà ad investire risorse in questa direzione. La carenza di competenze tecnologiche raramente permette alle scuole di negoziare condizioni eque con i fornitori di tecnologie e per questo, spesso, le stesse utilizzano consulenti esterni che fungono da tramite: in molti casi l'esiguità delle risorse impiegate porta ad accettare prestazioni di valore professionale non sempre adeguato. In generale questa frammentazione di interventi e competenze non genera efficienza e spesso penalizza la gestione da parte delle scuole.

In ottica di riuso delle esperienze passate, si è preso spunto dall'esperienza positiva ottenuta con l'Associazione Dschola, che nel 2004 ha realizzato progetti innovativi riconosciuti anche a livello europeo. In particolare ha cercato di colmare il gap tecnologico esistente attraverso il supporto on-site e l'organizzazione di corsi di formazione nelle scuole. Questa esperienza, molto apprezzata, è stata messa a sistema nel progetto Scuola 2.0.

Al termine della fase di indagine, sono state individuate tre linee di intervento orientate a garantire un'infrastruttura funzionante ed affidabile:

1) *Connettività* – comporta interventi sulla connessione della scuola ad Internet, il cablaggio delle dorsali dell'istituto e la distribuzione interna in modalità wired/wireless;

2) *Dotazioni Tecnologiche* – ovvero rinnovamento degli elaboratori, attuabile attraverso il riuso di PC dismessi, oppure con soluzioni innovative, rendendo ad esempio utilizzabili anche dispositivi di proprietà degli studenti/docenti; o ancora utilizzando micro computer [4];

3) *Formazione per i referenti degli Istituti Scolastici* – la predisposizione di un piano formativo di aggiornamento sulle recenti tecnologie e soluzioni architetture ICT, nonché di tecniche adeguate alla diagnosi dei malfunzionamenti dell'infrastruttura di rete in funzione delle soluzioni implementate. Competenze utili per interventi di primo livello e per interfacciare correttamente servizi di help desk e supporto tecnico. Le scuole potranno usufruire di servizi di base con accesso ad Internet per i laboratori informatici e per gli apparati utilizzati per la didattica frontale (LIM, sistemi di videoconferenza, ecc.).

## 6. Sicurezza della rete

Per garantire la sicurezza di primo livello delle connessioni e un utilizzo non improprio della rete, sono state previste policy di sicurezza idonee all'ambito scolastico. In particolare, sarà tenuta traccia delle connessioni effettuate con l'uso di un sistema di logging; mentre la sicurezza sarà gestita in maniera centralizzata su un apparato con funzionalità di firewall, collocato nel centro stella della rete di connessione alle scuole afferenti al progetto, che raccoglierà il traffico di tutte le 12 scuole, interconnettendole al PoP GARR. Qui sarà applicata una soluzione di content filtering già positivamente adottata da altri istituti scolastici di vario ordine e grado, una soluzione Open-Source realizzata dall'Associazione Dschola. La soluzione implementata, trasparente e centralizzata, si trova nel centro stella posto presso il CSP (figura 6). Questa scelta offre diversi vantaggi: non è necessario configurare nulla lato scuola, si garantisce omogeneità nel trattamento del traffico ed è possibile mantenere aggiornato l'elenco dei contenuti bloccati (blacklist) in un unico punto.

Più nel dettaglio il traffico dati delle scuole passa attraverso un bridge trasparente dal quale viene estratto il traffico web (HTTP) tramite ebttables e rediretto sul proxy squid/squidguard

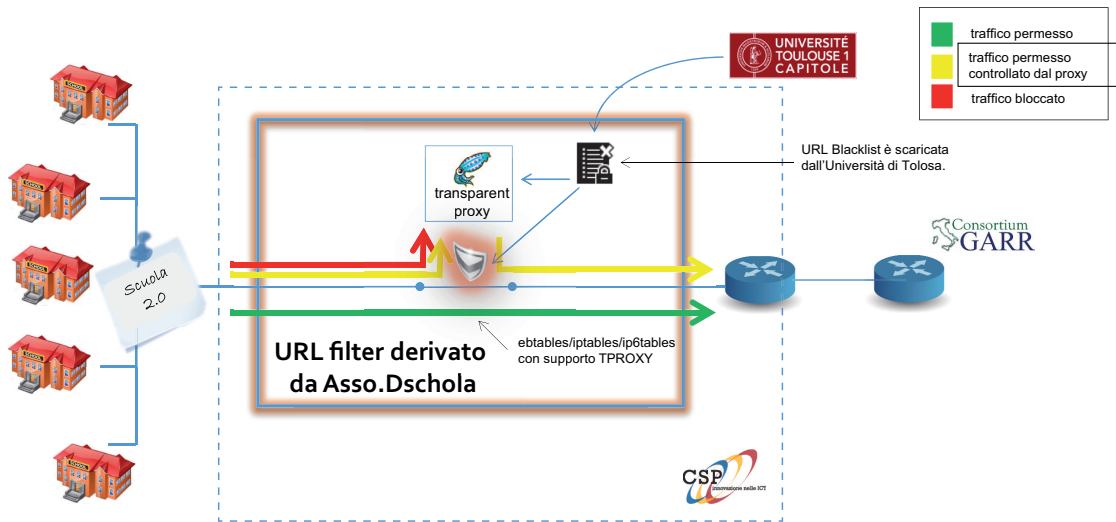


Fig. 6 Schema Content Filtering centralizzato

con iptables per essere analizzato. Sul bridge trasparente può passare un insieme di VLAN (IEEE 802.1q) dal quale si possono selezionare solo quelle di interesse. A livello IP sono supportati IPv4/IPv6 e il traffico che passa dal proxy web preserva le intestazioni IP (TPROXY) in modo che il sito di destinazione riceva i pacchetti con la sorgente IP originale del client e con cadenza giornaliera sono aggiornate le liste dall'Università di Tolosa.

## 7. Conclusioni

Lo sforzo richiesto per intervenire sulle infrastrutture ICT delle scuole, e quindi sugli strumenti di base per una didattica evoluta, è considerevole. Sono molte le componenti che devono essere prese in esame ed armonizzate opportunamente. Realizzare un piano di interconnessione completamente in fibra ottica del parco scolastico di una grande città può presentare costi e tempistiche difficilmente sostenibili. Il modello di interconnessione basato sulla coppia di soluzioni fibra ottica e link wireless offre l'opportunità di prevedere orizzonti temporali progettuali di breve/medio periodo, con costi gestibili e prestazioni adeguate.

Ciò non toglie che la fibra ottica rappresenti il mezzo cui tendere per soluzioni definitive. Tuttavia un'estesa rete in fibra ottica che raggiunga 180-200 edifici scolastici distribuiti sul territorio metropolitano presenta difficoltà di

realizzazione non marginali; questa può invece essere realizzata più facilmente in background con una gestione integrata e coordinata delle attività di scavo e posa con impianti di tipo generale sull'area metropolitana. La rete in fibra ottica realizzata potrebbe per altro soddisfare altre esigenze di connettività che insistono sul territorio metropolitano, come per esempio i molti progetti legati alle Smart City. In questa direzione si è recentemente mossa la Città di Torino, stipulando un accordo con un operatore per la concessione in uso delle infrastrutture civili già esistenti per la posa di fibra ottica spenta, ed un primo blocco di opere di interconnessione con edifici di proprietà comunale ed edifici scolastici.

## Ringraziamenti

Si desidera ringraziare i dirigenti scolastici e tutti i docenti/tecnici che hanno collaborato alla fase di analisi, la Città di Torino e gli assessorati competenti, in particolare l'assessorato all'Istruzione e Università, Politiche educative per l'infanzia e l'adolescenza direttamente coinvolto nelle varie fasi progettuali. Si ringraziano inoltre l'Istituto Superiore Mario Boella, ente strumentale della Compagnia San Paolo, ed il Comitato ICT per aver sostenuto finanziariamente il progetto. Infine, si desidera ringraziare il Prof. Marco Mezzalama per aver fornito il necessario impulso a tutto il progetto.

## Riferimenti Bibliografici

[1] AA. VV., “Survey of Schools: ICT in Education”, Final Study Report, European Commission, 2013

[2] C. E. Marchioro, S. Pera, P. P. Gruero, “La mobilità dei cittadini digitali, tra servizi smart della PA e della scuola del futuro”, Quarto Convegno IDEM – GARR, 2014

[3] J. M. Wing, “Computational Thinking”, Communication of the ACM, Vol.49 (3):33-35, 2006

[4] C. Edwards, “ICT lessons get the raspberry”, IET Journals & Magazines, Engineering & Technology, Vol.7 (4):76-78, 2012



**Marcello Maggiora**

[marcello.maggiora@polito.it](mailto:marcello.maggiora@polito.it)

Ingegnere Informatico, è responsabile delle Infrastrutture IT del Politecnico di Torino, nel suo percorso professionale si è occupato di diverse aree tecnico scientifiche: computer grafica, database multimediali, tecnologie web, piattaforme di calcolo, reti di calcolatori e wsn. È ricercatore associato presso il Computer Engineering and Networks Group del CNR.



**Calogero Martorana**

[calogero.martorana@csi.it](mailto:calogero.martorana@csi.it)

Laureato in Lettere, da 30 anni nell'ICT, prima come responsabile dei Sistemi Informativi dello IACP di Torino e dal 1999 in CSI Piemonte, lavorando su importanti progetti infrastrutturali (scuole, EE.LL., connettività satellitare rifugi alpini). Oggi segue i progetti di wi-fi pubblico della Città di Torino e i servizi ICT di alcune agenzie regionali.



**Sandro Pera**

[sandro.pera@csp.it](mailto:sandro.pera@csp.it)

Lauratosi in Ingegneria delle Telecomunicazioni al Politecnico di Torino, da oltre dodici anni si occupa di reti wireless a banda larga e più recentemente a banda stretta per l'IoT, e di progetti sperimentali sul territorio. Oggi ricopre il ruolo di Wireless Networks Programme Developer in CSP.



**Roberto Recchia**

[roberto.recchia@csp.it](mailto:roberto.recchia@csp.it)

Laureatosi in Ingegneria Elettronica con indirizzo in Telecomunicazioni al Politecnico di Torino, da oltre quindici anni si occupa di progettazione, realizzazione e gestione in ambito networking. Oggi ricopre il ruolo di Network and System Manager & ICT Project Engineer in CSP.