

# SISTEMA INFORMATIVO INTEGRATO DEL SOTTOSUOLO

## CONTENUTI

---

- 1. PREMESSA**
  - 1.1 I contenuti delle linee guida
- 2. PROGETTO REGIONALE DI INTEROPERABILITÀ**
  - 2.1 Le iniziative della Regione Lombardia
  - 2.2 L'interoperabilità dei dati territoriali: dai principi all'attuazione
- 3. L'INTEROPERABILITÀ PER I DATI RELATIVI ALLE RETI TECNOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO**
  - 3.1 Il laboratorio sottosuolo: il verificarsi di un'azione
  - 3.2 Elementi distintivi rispetto al progetto regionale
  - 3.3 Principali obiettivi
- 4. LINEE GUIDA SEMPLIFICATE PER REALIZZARE SISTEMI DI INTEROPERABILITÀ DELLE RETI**
  - 4.1 Motivazioni di un Comune
  - 4.2 Obiettivi di base del sistema di interoperabilità sottosuolo
  - 4.3 Implicazioni tecnico organizzative
  - 4.4 L'architettura generale del sistema di interoperabilità
  - 4.5 La realizzazione del sistema di interoperabilità
  - 4.6 I pre-requisiti che il comune deve soddisfare
  - 4.7 Cosa devono richiedere i Comuni ai gestori
  - 4.8 Indicazioni relative ai costi
- 5. MAPPA DEI PERCORSI**
  - 5.1 Comuni che non soddisfano i pre-requisiti
  - 5.2 Comuni che soddisfano i pre-requisiti
- 6. ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA DI INTEROPERABILITÀ**
  - 6.1 Premessa
  - 6.2 Il sistema informativo integrato del sottosuolo (SIIS)
  - 6.3 I dati all'interno del SIIS
  - 6.4 L'applicazione per la replicazione dei dati

## 1. PREMESSA

Premesso che:

1. il lavoro è stato diretto a produrre elaborati cartografici che possano risultare uno strumento di facile consultazione e impiego da parte degli uffici comunali ed essere aggiornabili e confrontabili in ogni momento nel loro formato digitale; a tale scopo i dati verranno trattati mediante l'utilizzo del *software ArcView GIS*, prodotto dalla società americana ESRI;
2. la tecnologia di tipo GIS (*Geographical Information System*) è stata infatti concepita e strutturata allo scopo di fornire un valido supporto tecnico e di permettere di gestire in modo dinamico e rapido tutte le informazioni ed i dati raccolti; essa consente di creare veri e propri Sistemi Informativi Territoriali in grado di relazionare tra loro le nuove informazioni prodotte, pertanto non è solamente uno strumento per l'analisi del territorio, ma anche un supporto da utilizzare per la pianificazione, in sintonia con gli standard del Sistema Informativo Geografico Regionale;
3. il *software ArcView GIS* permette in primo luogo di rappresentare gli elementi del territorio sotto forma di "temi": ciascuna tipologia è visualizzabile su di uno specifico *layer* o *shapefile*, in modo da poterla sovrapporre alle altre con un criterio che rispecchi la reale posizione reciproca delle forme sul terreno; i files in formato *shape (\*.shp)* contengono non solo le informazioni spaziali che descrivono la localizzazione e la forma dei *layers* rappresentati, ma anche gli attributi che raccolgono le informazioni e le caratteristiche relative ai singoli *layers*; un sistema informatizzato GIS consente pertanto di combinare i dati cartografici con altre tipologie di informazioni (es. dati tabellari o dati numerici);

nel caso specifico del PUGSS di Treviglio, cui si riferisce la presente Appendice:

4. innanzitutto si sono individuate le diverse tipologie di informazioni utili in funzione degli obiettivi prefissati; alcune di queste sono state direttamente importate nel GIS sottoforma di immagini oppure di *shapefiles*, mentre altre, non fornite in formati *shp*, sono state inserite all'interno dell'applicativo mediante apposita digitalizzazione manuale, opportunamente georeferenziate e correlate alle altre direttamente inserite nel GIS;
5. per la rappresentazione bidimensionale di ogni forma, è stato necessario scegliere un adatto *feature type*, valutando la più idonea visualizzazione sotto forma di elemento puntiforme, lineare o areale;
6. ogni tematismo rappresentato è stato poi associato ad una Tabella degli Attributi per poter essere restituita e visualizzata da un qualsiasi utente tecnico come sorgente dati indipendente in formato Foglio di Lavoro *Excel (\*.xls)*; in questo modo il Committente avrà a disposizione uno strumento utile per completare la lettura delle informazioni riportate nella cartografia cartacea, per disporre di dati ed informazioni successivamente riutilizzabili al di là di quanto rappresentato nella documentazione finale, per rendere inoltre possibile, nel caso lo si ritenesse utile, creare grafici o linee di tendenza partendo dai dati presenti in mappa o in tabella, nonché esportarli in molti differenti formati leggibili da chiunque su piattaforma *Windows*; le basi informative territoriali così create, siano esse vettoriali o di tipo raster, attraverso l'utilizzo dell'interfaccia *ArcCatalog* sono organizzate in banche dati e geodatabase relazionali, in modo da velocizzare e semplificare l'accesso e la ricerca dei dati più frequentemente utilizzati;
7. il file *geodatabase* è restituito al Committente come una cartella che contiene tutti i files di archiviazione dei dati, ovvero una sorta di "contenitore" di informazioni geograficamente coerenti (geometrie, tabelle ed immagini) a cui corrispondono i vari livelli informativi utilizzati con i relativi attributi, il sistema di coordinate ed un eventuale dominio di validità sugli assi x, y, z dello spazio geografico; una delle utilità principali del sistema GIS è infatti, come prima accennato, la possibilità di localizzare sul territorio (georeferenziare) e conseguentemente poter reperire e analizzare in termini geografico-spaziali tutta l'informazione gestita dal sistema;
8. attraverso l'utilizzo dell'applicativo *Toolbar Georeferencing* si sono proiettati i livelli informativi

assegnando entrambi i seguenti riferimenti geografici predefiniti:

- Sistema di coordinate Gauss Boaga – Fuso Ovest (“Monte Mario Italy 1”);
- Sistema di coordinate U.T.M. (*Universal Transverse Mercator Projection*) – Fuso 32 (“WGS 1984 – UTM Zone 32N”);

agli *shapefiles*, inoltre, sarà sempre possibile impostare un cambio del sistema di riferimento per convertirli dal loro formato nativo ad altri sistemi di coordinate;

9. la base topografica comprende informazioni raster o vettoriali di riferimento ufficiali, quali CTR in scala 1:10.000, ortofoto, aerofotogrammetrico comunale;
10. mediante *ArcGIS* sarà inoltre possibile mosaicare più immagini raster a dare un unico e più “snello” *dataset raster* generato dalla fusione delle singole immagini, così da poterle visualizzarle in modo veloce e senza “cuciture”.

### **1.1. I contenuti delle linee guida**

*I contenuti che seguono nel presente documento sono stati redatti sulla base delle “Linee Guida per la costruzione del Sistema Informativo Integrato del Sottosuolo (SIIS)”, realizzate a cura del Laboratorio Sottosuolo della Regione Lombardia, Direzione Generale Reti e Servizi di Pubblica Utilità - Unità Organizzativa Regolazione del Mercato e Programmazione, Struttura Qualità dei Servizi e Osservatorio - in collaborazione con il Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione (D.E.I.).*

Il citato documento regionale si propone di fornire indicazioni e linee guida che rendano possibile lo scambio di informazioni relative alle reti tecnologiche del sottosuolo e la collaborazione applicativa tra i sistemi delle Pubbliche Amministrazioni lombarde, sia di quelle locali (Comuni, Comunità Montane, Unioni di Comuni, ecc.) con i gestori delle reti, sia tra queste e i livelli istituzionali sovraordinati (Province e Regione). L’obiettivo perseguito, dunque, è quello di far sì che, pur ai differenti livelli, sia possibile disporre delle informazioni di interesse per scopi gestionali, di programmazione e operativi, accedendo in tal modo ad una base di conoscenze particolarmente utile laddove si debbano affrontare attività di pianificazione e gestione del sottosuolo urbano. Si tratta di un problema che interessa ogni singola amministrazione e alla base del quale sta la possibilità di far parte di una rete di relazioni che, assicurando la disponibilità e la diffusione delle informazioni, mira a garantire la vera governance per attuare la quale è infatti necessario possedere la conoscenza della realtà oggetto di interesse. Naturalmente non tutte le realtà locali possiedono gli stessi requisiti di base; si rende quindi necessario prendere in considerazione modalità differenti sul piano tecnico ma soprattutto organizzativo, modalità che vengono illustrate nella sezione “mappe dei percorsi”.

## 2. PROGETTO REGIONALE DI INTEROPERABILITÀ

### 2.1. Le iniziative della Regione Lombardia

Il tema che riguarda lo scambio informativo tra i vari soggetti della Pubblica Amministrazione è oggetto di studio nell'ambito di un progetto nazionale denominato **SISTEMA PUBBLICO DI CONNETTIVITÀ E COOPERAZIONE (SPCOOP)** inteso come "*l'insieme di strutture organizzative, infrastrutture tecnologiche e regole tecniche, per la condivisione del patrimonio informativo della pubblica amministrazione, necessarie per assicurare l'INTEROPERABILITÀ e la COOPERAZIONE APPLICATIVA dei sistemi informatici e dei flussi informativi*", così come indicato nel D.Lgs. 7 marzo 2005 n. 82 "Codice dell'Amministrazione Digitale" aggiornato dal D.Lgs. 4 aprile 2006 n. 159 "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82, recante codice dell'amministrazione digitale".

Con i termini di **INTEROPERABILITÀ** e **COOPERAZIONE APPLICATIVA** ci si riferisce alla capacità di due o più sistemi informativi connessi in rete "*di disporre automaticamente dei dati che sono producibili e/o acquisibili solo attraverso il processo elaborativo delle applicazioni operanti negli altri sistemi informativi*". L'**INTEROPERABILITÀ**, in particolare, indica, la capacità di due o più sistemi informativi di scambiarsi informazioni e di attivare, a suddetto scopo, processi elaborativi nelle rispettive applicazioni: essa costituisce, dunque, un prerequisito essenziale per la cooperazione applicativa.

Garantire l'interoperabilità e la cooperazione applicativa tra i sistemi informativi delle Pubbliche Amministrazioni (PPAA), operanti a livello centrale, regionale e locale, è diventato quindi un requisito di primaria importanza al fine di realizzare il pieno ed efficace sviluppo dell'e-government.

Con l'obiettivo di realizzare un primo insieme di applicazioni cooperative in rete a livello interregionale, la Regione Lombardia ha aderito, unitamente ad altre 15 Regioni e ad una Provincia autonoma, al progetto denominato **ICAR** [Interoperabilità e Cooperazione Applicativa in rete tra le Regioni] che, sviluppandosi attraverso alcune tappe che si concluderanno nel 2009, persegue i seguenti obiettivi:

- realizzare l'**interconnessione** sicura delle reti regionali;
- **garantire lo scambio di flussi informativi** e la cooperazione applicativa tra tutte le amministrazioni e gli enti dei diversi contesti regionali;
- implementare e sperimentare **protocolli e formati di interscambio standard**, al fine di fornire servizi efficienti agli utenti finali;
- **promuovere la convenienza economica** basandosi sui principi di economia di scala e di riuso delle soluzioni tecnologiche ed organizzative e, dal punto di vista tecnico, sulla definizione di servizi infrastrutturali, estensibili con costi relativamente minimi rispetto a soluzioni ad hoc;
- **promuovere la cooperazione con altre PPAA** (PAC e PAL), aderendo ai processi di standardizzazione in contesti extraregionali.

### 2.2. L'interoperabilità dei dati territoriali: dai principi all'attuazione

I principi a partire dai quali è possibile individuare le caratteristiche e quindi i requisiti che un Sistema Informativo Territoriale [SIT] Integrato deve possedere sono chiaramente definiti da INSPIRE [Infrastructure for Spatial Information in Europe], la Direttiva Europea approvata il 15 maggio 2007 che prevede la realizzazione di un'infrastruttura di dati territoriali a scala europea, con essa intendendo "*l'insieme di tecnologie, metodi, politiche ed accordi istituzionali tesi a facilitare la disponibilità,*

*l'omogeneità e l'accesso a dati geospaziali"*..Per individuare le soluzioni tecnologiche e organizzative alla implementazione del sistema, sono state analizzate le principali criticità che devono essere affrontate per realizzare l'infrastruttura. Infatti, affinché il SIT Integrato si configuri come un sistema coerente, aggiornato ed efficiente, dovrà essere progettata un'infrastruttura che, integrando in maniera coerente l'informazione territoriale, renda disponibili le informazioni richieste in un database centrale che attinge i dati dai singoli database locali, realizzati presso i vari enti che cooperano alla realizzazione del sistema. Tali database locali, peraltro, risultano realizzati con applicativi GIS (Geographic Information System) e strutture logiche dei dati (tracciati record) non omogenei tra loro, neanche per analoghi temi trattati. La possibilità di colloquiare con le banche dati generate secondo formati e strutture differenti, presuppone un'attività di trasformazione e normalizzazione che deve precedere la fase di integrazione dei dati nel sistema centrale.

### **3. L'INTEROPERABILITÀ PER I DATI RELATIVI ALLE RETI TECNOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO**

#### **3.1. Il laboratorio sottosuolo: il verificarsi di un'azione**

La DG Reti e Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile ha ritenuto di approfondire, a complemento dello studio più generale riguardante la realizzazione di un'Infrastruttura di Dati Territoriali, le problematiche relative alle modalità per uno scambio informativo riguardante le reti tecnologiche del sottosuolo.

Questa necessità, del resto, era già stata messa in evidenza dall'attività del Laboratorio Sottosuolo<sup>1</sup> che nelle sue Raccomandazioni<sup>2</sup> (reperibili sul sito web [www.ors.regioni.lombardia.it](http://www.ors.regioni.lombardia.it) alla voce [sottosuolo/l@boratorio](mailto:sottosuolo/l@boratorio)) auspicava la creazione di un sistema informativo delle reti dei sottoservizi condiviso, integrato ed interoperabile (**S.I.I.S.**).

La creazione di tale sistema informativo si configura, peraltro, come un processo aperto cui partecipano più soggetti collocati a diversi livelli istituzionali al cui interno l'adozione di strutture e regole Comuni rende possibile lo scambio programmato di dati e informazioni.

#### **3.2. Elementi distintivi rispetto al progetto regionale**

Nonostante i requisiti siano gli stessi, affrontare il tema dei dati relativi al sottosuolo comporta elementi distintivi e specifici che vanno analizzati e presi in considerazione separatamente. Questi elementi di distinzione sono da ricercarsi soprattutto sul piano organizzativo.

Le modalità per lo scambio di informazioni tra differenti livelli istituzionali, la struttura dei flussi informativi e i ruoli, infatti, potranno essere attuate sulla base di un modello che assegna ai Comuni e ai Gestori un ruolo di rilievo garantendo una flessibilità operativa e funzionale al sistema.

Ciò richiede da parte di entrambi una serie di azioni e di adeguamenti sul piano tecnico-organizzativo che si possono così riassumere:

- I Gestori, in quanto titolari e responsabili della produzione e dell'aggiornamento delle informazioni di maggiore dettaglio, provvedono al trasferimento di sottoinsiemi predefiniti di dati relativi ai tracciati delle reti di loro competenza ai Comuni secondo uno schema logico di modello dati concordato, finalizzato ad alimentare un flusso informativo basato su presupposti di efficacia ed efficienza, di riservatezza e sicurezza del dato.
- I Comuni acquisiscono ed integrano le informazioni rese disponibili dai Gestori che erogano servizi sul territorio comunale e provvedono, anche in forma aggregata:
  - a trasferire le informazioni, ancorché di sintesi, ai livelli provinciale e regionale, in rapporto ai fabbisogni informativi di tali livelli;
  - a rendere disponibile ai Gestori la base cartografica vettoriale georeferenziata rappresentativa del territorio comunale, comprensiva almeno di viario e numeri civici degli

---

<sup>1</sup> progetto infraistituzionale e infraregionale a cui partecipano soggetti pubblici e privati attraverso la sottoscrizione di una dichiarazione che li impegna a trovare e sperimentare soluzioni e individuare tecnologie, prassi e modelli organizzativi innovativi per una più razionale gestione del sottosuolo urbano.

<sup>2</sup> Indicazioni per la pianificazione, il governo e la gestione del sottosuolo urbano fornite al decisore politico quale supporto guidato per le azioni da intraprendere e per un più efficace coordinamento degli interventi.

immobili armonizzato con l'anagrafe comunale;

Il modello concordato, basato sulla disponibilità di risorse professionali adeguate e sull'efficienza ed economicità di gestione, dovrà prevedere modalità di scambio informativo coerenti con le disposizioni contenute nelle normative regionali di riferimento e congruenti con gli specifici assetti tecnico-organizzativi delle singole realtà istituzionali.

### **3.3. Principali obiettivi**

Per realizzare il S.I.I.S è stato intrapreso uno studio con l'obiettivo di definire linee guida e indicazioni metodologiche per la realizzazione di un sistema di interoperabilità tra i gestori/operatori dei servizi di pubblica utilità e i Comuni e tra questi ultimi e il livello Regionale.

Per quanto riguarda i meccanismi di interoperabilità, in particolare, lo studio approfondisce gli aspetti relativi ai requisiti che un sistema di interoperabilità tra enti esige rispetto ai servizi che vengono resi disponibili.

Al contempo, vengono indagati i meccanismi fondamentali che potrebbero essere adottati per adeguare l'approccio generale della IIT alle specificità delle reti e giungere, infine, ad una proposta di architettura generale del sistema di interoperabilità che si pone come obiettivo principale quello di minimizzare gli sforzi richiesti al singolo ente che intende partecipare alla sua realizzazione e quello di massimizzarne l'autonomia operativa.

## 4. LINEE GUIDA SEMPLIFICATE PER REALIZZARE SISTEMI DI INTEROPERABILITÀ DELLE RETI

### 4.1. Motivazioni di un comune

Il sistema di interoperabilità permette al Comune di dotarsi di uno strumento immediato per il trasferimento periodico dei dati dettagliati del sottosuolo dai gestori e di quelli del soprasuolo verso i gestori, nell'ottica di soddisfare gli obblighi previsti dalla L.R. 12 dicembre 2003, n. 26, che richiede la mappatura delle reti ai fini della pianificazione del sottosuolo (PUGSS) e del trasferimento di tali dati verso altri enti quali la Regione.

La disponibilità dei dati delle reti permette anche di valorizzare immediatamente il proprio sottosuolo, ad esempio, attraverso la determinazione della consistenza patrimoniale e della potenzialità strategica dei manufatti esistenti nel sottosuolo.

Inoltre, le funzionalità del sistema di interoperabilità, di scambio continuo degli aggiornamenti, di fusione dei dati di diversi soggetti durante il trasferimento, di definizione di regole condivise per l'interpretazione dei dati trasferiti permettono un allineamento in tempo reale tra il Comune e i gestori che offre al Comune la possibilità di migliorare sia l'efficacia dei propri servizi interni, sia quella di servizi che coinvolgono i gestori.

I benefici che si possono ottenere possono essere valutati in termini di riduzioni dei costi, dei ritardi organizzativi, dei tempi di intervento, dell'impatto sui cittadini.

A titolo di esempio è possibile:

- migliorare il coordinamento negli interventi nel sottosuolo con i gestori e con altri uffici comunali; ad esempio, evitare interventi ripetuti in una stessa area, o interventi in aree dove sono state già programmate altre attività conflittuali con quelle nel sottosuolo;
- ridurre tempi e costi ed eventuali danni negli scavi durante gli interventi sul verde pubblico, in quelli edilizi o stradali.

### 4.2. Obiettivi di base del sistema di interoperabilità sottosuolo

Il Sistema di Interoperabilità deve garantire sia il trasferimento dati e sia il supporto per realizzare la cooperazione applicativa e quindi deve garantire che i dati del sottosuolo siano:

1. **aggiornati continuamente** affinché i dati disponibili al Comune siano sempre il più possibile allineati con lo stato di fatto del sottosuolo;
2. **armonizzati** tra loro (ad es., che due reti non si accavallino erroneamente) e con i dati del soprasuolo (ad es., che una rete non sia posizionata sotto un edificio) al fine di garantire la qualità metrico topologica dei dati.
3. **comprensibili**, secondo un modello ben strutturato e condiviso (cioè in primo luogo omogeneo tra le diverse reti e i diversi gestori) al fine di garantire una sola interpretazione non ambigua dei dati;
4. **sempre disponibili** presso il Comune in modo che sia possibile accedere ai dati indipendentemente dalle modalità di funzionamento del gestore (autonomia) e sia possibile collegarli in modo stabile ai dati di altre banche dati comunali (ad esempio, l'aggancio delle tratte alla toponomastica e ai numeri civici).



#### 4.3. Implicazioni tecnico organizzative

Gli obiettivi determinano un impatto sui comportamenti dei Comuni e dei gestori e sulle caratteristiche del sistema che permettono di valutare quali siano le funzionalità che si perdono in caso di soluzioni semplificate.

1. l'**aggiornamento continuo** richiede che il gestore aggiorni i dati del sottosuolo e che tutti gli aggiornamenti vengano:
  - a. individuati automaticamente (questo può essere un problema difficile se il gestore non utilizza un database moderno);
  - b. trasferiti al Comune. Per questo motivo il sistema richiede un **collegamento permanente** tra Gestore e Comune per evitare una degradazione del livello di aggiornamento dei dati.
2. l'**armonizzazione** impone che:
  - a. il Comune trasferisca, in modo continuo e aggiornato, al Gestore i dati del soprasuolo e degli altri gestori;
  - b. il Gestore rappresenti i dati del sottosuolo utilizzando i dati più recenti forniti dal Comune come base di riferimento;
3. la **comprensibilità della struttura** richiede che i dati provenienti da diversi Gestori siano organizzati (o organizzabili) secondo un **modello comprensibile e condiviso**, al fine di poter applicare le trasformazioni sui dati locali.
4. la **disponibilità dei dati** richiede al Comune di gestire una propria **copia** dei dati del sottosuolo e la capacità di gestire l'integrazione degli aggiornamenti ricevuti in continuo dal gestore.

#### 4.4. L'architettura generale del sistema di interoperabilità

Il sistema di interoperabilità è stato progettato come un sistema distribuito federato che permette l'interscambio di dati all'interno di una Comunità di soggetti con il minimo impatto sui sistemi locali e senza l'uso di intermediatori e garantendo l'indipendenza dei sistemi locali.

I componenti fondamentali del sistema sono quindi:

- un componente di esportazione che, nel caso del Comune, preleva i dati del soprasuolo e gli aggiornamenti dal sistema locale e li traduce nel linguaggio condiviso del sistema;
- un componente di importazione che, nel caso del Comune, permette di creare e aggiornare la copia dei dati delle reti sul sistema locale del Comune;
- l'infrastruttura generale che trasforma i dati esportati da un sistema locale nel formato del modello condiviso, li integra, li armonizza e li predispone per il componente di importazione.

La struttura di questo componente è indipendente dal numero di soggetti che partecipano al sistema; ogni soggetto che espone i propri dati non fa altro che arricchire la quantità di dati disponibile, senza alterare il modello condiviso e il sistema. I componenti di importazione/esportazione dipendono dalla tecnologia adottata e dalla strutturazione dei dati a livello locale e vanno quindi adattati alle specificità del singolo Comune. Entrambi i componenti minimizzano sia lo sforzo per la loro configurazione sul sistema locale, sia il loro impatto sul sistema locale. L'infrastruttura generale richiede ad ogni Comune solo le regole di corrispondenza necessarie alla trasformazione dei dati locali nel modello condiviso.

#### 4.5. La realizzazione del sistema di interoperabilità

La realizzazione del sistema richiede:

- che tutti i soggetti siano in grado di soddisfare dei **prerequisiti iniziali** tecnologici e organizzativi senza i quali non è possibile partecipare al sistema;

- l'**implementazione** e la configurazione delle componenti generali e specifiche del sistema di interoperabilità;
- **un'operazione iniziale** nella quale il Comune trasferisce al gestore i dati del soprasuolo e il gestore trasferisce al Comune i dati del sottosuolo armonizzati con quelli del soprasuolo; in questa fase sono create le relative copie dei dati presso il Comune e presso il gestore;
- **un funzionamento a regime**: gli aggiornamenti apportati dal Comune ai dati del soprasuolo vengono trasferiti al gestore e inseriti nella sua copia; il gestore aggiorna i dati del sottosuolo in maniera armonizzata con i dati del soprasuolo e trasferisce tali aggiornamenti al Comune, che li inserisce nella propria copia.

Il trasferimento dei dati di sintesi verso enti sovraordinati può essere attivata dopo l'operazione di caricamento iniziale.

#### 4.6. I pre-requisiti che il Comune deve soddisfare

Le condizioni preliminari che devono essere soddisfatte dal Comune per poter aderire al sistema di interoperabilità sono:

- possedere un sistema informatico centrale, collegabile in rete, in grado di memorizzare i dati territoriali del soprasuolo e la copia dei dati del sottosuolo;
- avere uno staff tecnico che integri competenze informatiche generali e specifiche sui dati geografici per partecipare alla realizzazione e configurazione del sistema e per poi gestire il funzionamento a regime;
- essere in grado di realizzare un servizio trasversale per la gestione operativa del sistema di interoperabilità, rispetto agli uffici del Comune che, ad esempio, fornisce i dati del sottosuolo ai vari uffici e riceve dai competenti uffici gli aggiornamenti di quelli del soprasuolo;
- essere in grado di realizzare un'organizzazione integrata dei servizi che permetta l'aggiornamento dei dati del soprasuolo.

#### 4.7. Cosa devono richiedere i Comuni ai gestori

Un Comune partecipa al sistema di interoperabilità se i gestori presenti sul proprio territorio sono in grado a loro volta di garantire dei requisiti analoghi a quelli del Comune per quanto attiene i sistemi informatici, le risorse, le competenze e gli aspetti organizzativi.

Per i gestori nazionali (enel, telecom) si dovranno prevedere azioni a livelli sovracomunali al fine di coinvolgerli nel sistema.

Altri requisiti specifici sono:

- la garanzia di armonizzare i propri dati con quelli del soprasuolo;
- la necessità di fornire una (meta) informazione che qualifichi il livello di completezza dei dati: questo requisito è importante perché il recupero dei dati delle reti preesistenti all'informatizzazione richiede un processo lungo e quindi esisterà un transitorio nel quale è necessario conoscere il livello di qualità dei dati disponibili;
- la necessità che il gestore utilizzi gli as-built al fine di ricondurre nel sistema gli stati di fatto e non i dati di progetto.

L'assenza parziale o totale dei requisiti o i tempi richiesti per un loro soddisfacimento influenzano la scelta dei tempi e delle modalità con le quali il Comune può decidere la partecipazione al sistema.

#### 4.8. Indicazioni relative ai costi

I costi per realizzare il sistema sono:

- i costi di realizzazione della struttura tecnico/organizzativo/informatica che permetta di soddisfare i pre-requisiti; questi costi non sono peculiari al sistema di interoperabilità, ma alla necessità che i Comuni si dotino delle capacità per poter affrontare le nuove competenze come la gestione del catasto, i database topografici, ecc ...;
- i costi di realizzazione dell'infrastruttura generale e dei componenti di esportazione/importazione del sistema che rappresentano un costo fisso che richiede di formare Comunità di interoperabilità e non singole coppie Comune-gestore. Si noti che nel contesto del SIIS complessivo della Regione Lombardia il sistema di interoperabilità coinvolgerebbe tutti i Comuni e i gestori della Lombardia, oltre che la stessa Regione ed altri organismi come le AATO.
- i costi iniziali di configurazione dei componenti importazione/esportazione e dei dati di supporto alle trasformazioni nel modello condiviso che sono a carico di ogni Comune e gestore partecipante. Possono essere molto contenuti (dell'ordine di poche giornate di configurazione) se il partecipante ha la conoscenza adeguata del formato e della semantica dei propri dati. Una gestione integrata del sistema comunale facilita questa competenza.
- i costi di armonizzazione iniziale esistono dove non è mantenuta almeno una cartografia comunale aggiornata. In tal caso il Comune dovrà dotarsi dei dati del soprasuolo aggiornati e i gestori dovranno armonizzare i propri dati su quelli ricevuti.
- i costi tecnologici di esercizio del sistema di interoperabilità sono quelli di un'applicazione informatica. Si noti che non sono imputabili al sistema di interoperabilità i costi interni organizzativi per mantenere aggiornati i dati del soprasuolo poiché l'aggiornamento dovrebbe costituire un prerequisito per tutte le attività del Comune.

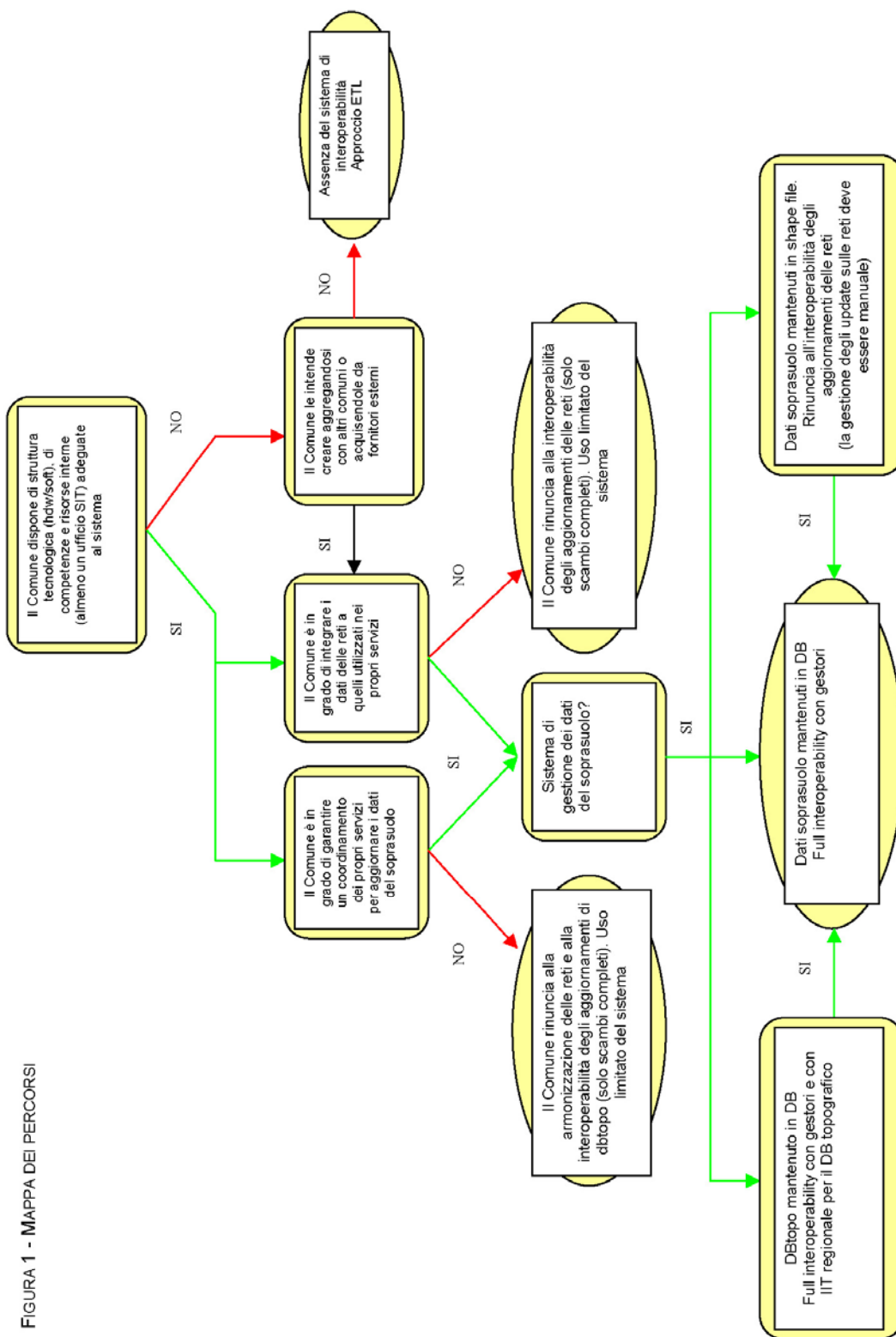
## 5. MAPPA DEI PERCORSI

Il percorso che il Comune deve seguire per partecipare ad un sistema di interoperabilità dipende in prima istanza dalla sua capacità di soddisfare i pre-requisiti richiesti; quelli che non hanno i mezzi devono seguire un percorso più complesso rispetto a quelli che hanno già tutti i presupposti per operare.

La distinzione tra i due percorsi non può essere considerata una conseguenza automatica della dimensione del Comune, anche se è plausibile che i Comuni che non arrivano alla soglia indicativa dei 30.000 abitanti, non abbiano i mezzi, in generale, per affrontare la partecipazione diretta al sistema di interoperabilità.

In *Figura 1* è riportato il flow-chart che illustra le possibili strade che un Comune può percorrere in relazione al soddisfacimento o meno dei pre-requisiti di base che sono il presupposto per la partecipazione al sistema di interoperabilità.

Nelle pagine a seguire viene proposta una serie di raccomandazioni mirate a ottenere le condizioni necessarie all'interoperabilità in assenza dei requisiti richiesti.



### 5.1. Comuni che non soddisfano i pre-requisiti

In questa categoria rientrano quei Comuni che non hanno le risorse economiche, tecniche e le competenze necessarie per affrontare la realizzazione del sistema e la successiva gestione in termini informatici e organizzativi.

Elenchiamo una serie di raccomandazioni mirate a ottenere le condizioni necessarie all'interoperabilità:

- il Comune deve associarsi secondo forme opportune ad altri Comuni, in modo da raggiungere un bacino d'utenza che renda efficiente e funzionale l'erogazione dei servizi di interoperabilità; tali aggregazioni sono suggerite ai Comuni nell'action plan dell'ANCI sul tema del Catasto e sono già una realtà, ad esempio, nelle aggregazioni che partecipano ai bandi per la realizzazione dei database topografici del soprasuolo della Regione Lombardia;
- è utile che l'aggregazione avvenga tra Comuni limitrofi perché permette di gestire con maggiore facilità i problemi di continuità territoriale del dato geografico e perché rende i gestori di reti, in genere intercomunali, più interessati al sistema;
- il Comune (o l'aggregazione) deve creare una struttura con le risorse e le competenze tecniche necessarie alla realizzazione e gestione della base dati locale dei dati del soprasuolo e alla realizzazione, configurazione e gestione del sistema di interoperabilità;
- la struttura creata deve avere l'obiettivo di servire l'aggregazione e non deve essere un fornitore privato di servizi o soluzioni informatiche che persegue altri fini economici. Si sconsiglia pertanto la delega in outsourcing a fornitori esterni, che sebbene evitino gli iniziali problemi finanziari e organizzativi, creano inevitabilmente condizioni di dipendenza dal fornitore che nel lungo periodo si ripercuotono sui costi complessivi del sistema;
- prevedere che questa struttura possa assumere in prospettiva l'onere di una gestione centralizzata delle procedure amministrative di tutti i servizi comunali al fine di aumentare l'efficacia del sistema complessivo, la sostenibilità della gestione complessiva e il contenimento dei costi associati. Si noti che questo è un presupposto per garantire sia l'aggiornamento dei dati del soprasuolo, sia un uso efficace di quelli delle reti all'interno del Comune;
- nella fase di costituzione dell'aggregazione e della struttura tecnica il Comune può comunque prevedere scambi periodici di dati con i gestori, utilizzando formati standard, quali lo shape file, previsto dal bando regionale dei database topografici e classici strumenti ETL (export, transfer and load) per trasferire e trasformare i dati.

### 5.2. Comuni che soddisfano i pre-requisiti

Le seguenti raccomandazioni suggeriscono i principi che i Comuni/aggregazioni devono adottare per realizzare un sistema di interoperabilità. Si delineano inoltre le possibili conseguenze negative sull'efficacia del sistema di interoperabilità a causa del non rispetto di tali raccomandazioni.

#### Raccomandazioni organizzative

- Il Comune deve organizzare i propri servizi per garantire che i cambiamenti sul territorio si trasformino in aggiornamenti dei dati del soprasuolo presenti nel sistema informativo comunale; questa raccomandazione è in linea con l'indirizzo strategico della Regione Lombardia sui database topografici e con la direttiva UE INSPIRE. In assenza dei dati comunali aggiornati i gestori posizioneranno le reti su proprie cartografie senza garantire l'armonizzazione delle reti con i dati comunali.
- Il Comune deve concordare con i gestori di propria competenza la tempistica di aggiornamento dei dati in modo che sia compatibile con i processi gestionali dei soggetti coinvolti; l'eccessivo

ritardo tra mutamento della realtà e aggiornamento del relativo database impedisce ai gestori un'efficace armonizzazione delle reti con il soprasuolo e al Comune un uso affidabile dei dati delle reti negli interventi sul territorio. La diminuita importanza degli aggiornamenti eseguiti rende peraltro meno importante la funzionalità di trasferimento continuo degli aggiornamenti del sistema di interoperabilità.

- Il Comune deve garantire il flusso continuo dei dati delle reti e degli aggiornamenti successivi anche verso i propri uffici che li utilizzano per i servizi gestiti. Se gli uffici ricevono i dati ad intervalli di tempo troppo lunghi rispetto alle proprie esigenze si vanifica l'efficacia del trasferimento continuo degli aggiornamenti dai gestori verso il Comune.
- Il Comune deve integrare i dati delle reti memorizzati sul proprio sistema (copia replicata) con quelli delle altre banche dati comunali all'atto del caricamento iniziale dei dati e deve stabilire meccanismi per l'integrazione dei successivi aggiornamenti durante la fase di esercizio. L'assenza dell'integrazione oltre a rendere meno fruibili i dati delle reti nelle procedure proprie del Comune, rende meno significativo ricevere i singoli aggiornamenti poiché non si attivano conseguenti procedure comunali di integrazione, ma servono solo per allineare la copia replicata. Ne consegue che la copia replicata sarebbe usata per accedere ai dati quando il gestore non è disponibile o per averli disponibili quando vanno trasferiti alla regione e non per mantenere l'aggancio ai dati comunali necessario per procedure cooperative.
- Il Comune deve concordare con i gestori uno schema globale condiviso delle reti del proprio territorio, utilizzando come base quello proposto dal Laboratorio Sottosuolo. Lo schema condiviso garantisce un'interpretazione Comune dei dati delle reti che rende più facile la trasformazione e l'integrazione dei dati dei vari gestori effettuata dal sistema di interoperabilità;
- inoltre un unico schema semplifica l'accesso ai dati delle reti da parte delle applicazioni comunali. L'assenza di un modello condiviso significherebbe non sfruttare la capacità di trasformazione e integrazione del sistema di interoperabilità, lasciando al sistema locale comunale l'onere di tale lavoro; il Comune dovrebbe concordare con ogni gestore formato e semantica dei dati trasferiti e poi provvedere al lavoro di integrazione nel proprio sistema locale con un impatto negativo sui costi;
- Il Comune deve concordare con altri Comuni un modello condiviso dei dati del soprasuolo al fine di permettere l'integrazione dei dati di diversi Comuni e di fornire una visione coerente ai gestori, facilitandone la partecipazione al sistema; un possibile modello di riferimento potrebbe essere quello definito nelle specifiche del database topografico della Regione Lombardia.

### **Raccomandazioni tecniche**

- L'approccio adottato per la gestione dei dati del soprasuolo deve enfatizzare modelli dei dati orientati alla nozione di oggetto come evidenziato nelle specifiche IntesaGIS e in quelle della Regione Lombardia. Non sono quindi accettabili rappresentazioni CAD dei dati orientate alla sola rappresentazione cartografica; l'approccio cartografico potrebbe essere considerato in fasi transitorie.
- Utilizzare tecnologie moderne basate su sistemi di gestione di basi di dati per la memorizzazione sia dei dati geografici che descrittivi. Ciò permette in generale una migliore integrazione dei dati delle reti con quelli di altre applicazioni comunali e una più facile interconnessione al sistema di interoperabilità. La rinuncia a queste tecnologie limita la cooperazione applicativa, complica la cattura e il trasferimento degli aggiornamenti dei dati del soprasuolo e può rendere impossibile l'applicazione degli aggiornamenti dei dati delle reti sulla propria copia replicata.
- Definire una politica di identificazione dei dati del Comune dei gestori che sia stabile nel tempo e condivisa ai fini di garantire il trasferimento degli aggiornamenti. A titolo di esempio, si richiamano alcune regole di base:
  - il sistema locale deve associare ad uno stesso dato sempre lo stesso identificatore;
  - il sistema locale non deve riutilizzare gli identificatori di dati eliminati;
  - i fornitori di uno stesso tipo di dato (ad esempio i Comuni per i dati del soprasuolo) devono

coordinare la propria politica di identificazione per evitare sinonimi (ad esempio, una stessa strada che attraversa Comuni adiacenti codificata in modo diverso nei Comuni) o omonimi (stesso codice assegnato a oggetti diversi).

- Utilizzare componenti e interfacce conformi con gli standard OpenGeospatial e ISO/TC211 nello sviluppo del sistema di interoperabilità e non adottare tecnologie proprietarie o tecnologie dipendenti dal proprio sistema locale; in particolare si consigliano il linguaggio GML come riferimento per il sistema di interoperabilità e lo standard WFS nei componenti di importazione ed esportazione.
- Adottare tecnologie open-source non solo per ridurre i costi delle licenze, ma soprattutto per creare un sistema aperto: le diverse aggregazioni e/o Comuni che sviluppano analoghi progetti di interoperabilità potrebbero realizzare delle sinergie nello sviluppo delle proprie soluzioni.
- L'infrastruttura generale del sistema deve essere progettata in modo da essere parametrica rispetto ai modelli dei dati condivisi che si utilizzano come riferimento in un dato istante; la modifica dei dati condivisi deve comportare solo il cambiamento delle regole di conversione dai sistemi locali a quello globale. Il sistema non deve essere quindi realizzato per uno specifico modello, altrimenti ogni modifica dei dati richiederebbe di re-implementare l'intero sistema di interoperabilità.



## **6. ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA DI INTEROPERABILITÀ**

### **6.1. Premessa**

Questo capitolo delinea il modello di riferimento da utilizzare nella progettazione, realizzazione ed evoluzione del Sistema Informativo Integrato del Sottosuolo (SIIS) e del sistema di interoperabilità che lo supporta.

La descrizione viene effettuata in base a differenti punti di vista: da quello “enterprise”, che cerca di identificare le finalità del sistema, a quello che focalizza l’attenzione sui dati e sui servizi in termini generali, all’ingegnerizzazione del sistema in termini di architettura a livelli, di allocazione fisica sui calcolatori dei diversi componenti software e di standard e tecnologie adottate.

La definizione del SIIS e dell’architettura di interoperabilità ha cercato di mediare tra:

1. la necessità di adottare una visione strategica del SIIS che sia generale, innovativa e coerente con l’evoluzione delle architetture di interoperabilità proposte dagli standard internazionali;
2. il mantenimento della congruenza col modello della IIT regionale che peraltro è tuttora in una fase evolutiva molto dinamica e sperimentale, cercando di approfondire aspetti peculiari del SIIS che risultassero ortogonali a quelli specificatamente indirizzati nella IIT regionale allo scopo sia di evitare inutili ridondanze e sia di fornire un primo esempio di sottosistema della IIT stessa;
3. il progettare un’architettura che permettesse, anche nel breve periodo, di realizzare un prototipo sperimentale indirizzato a supportare il trasferimento dei dati e degli aggiornamenti.

Per questi motivi lo studio è stato indirizzato contemporaneamente ad analizzare il modello di riferimento in termini generali e ad identificare un modello semplificato, ma congruente con quello generale, al fine di focalizzare l’infrastruttura di base da sperimentare.

### **6.2. Il Sistema Informativo Integrato del Sottosuolo (Siis)**

Il Sistema Informativo Integrato del Sottosuolo (SIIS) è definito come un sistema informativo in grado di supportare le attività degli enti pubblici, sia a livello locale che a livello sovraordinato e dei gestori delle infrastrutture, i quali producono e utilizzano informazioni relative al sottosuolo, sia per scopi di gestione che di pianificazione, basandosi sulla condivisione delle informazioni prodotte dai vari soggetti coinvolti.

Il SIIS è importante per migliorare l’interoperabilità a livello operativo tra i diversi gestori e tra gestori e Comune (ad esempio, per la predisposizione dei Piani Urbani Generali dei Servizi del Sottosuolo - PUGSS), ma anche per supportare altri soggetti (ad esempio, la Protezione Civile per le emergenze) o la stessa Regione che deve censire le reti (artt. 4, 37 L.R. 26/2003), derivare indicatori di qualità (art. 4 L.R. 26/2003) e realizzare un sistema informativo per la diffusione dei dati (art. 44 L.R. 26/2003).

Il SIIS deve dunque supportare l’interoperabilità dei soggetti:

- primari, ossia gestori e Comuni, che svolgono il ruolo di fornitori dei dati del sistema (chiamati nel seguito PROVIDER) e quindi responsabili del loro aggiornamento; essi sono contemporaneamente anche consumatori dei dati del sistema (chiamati nel seguito REQUESTOR) per supportare processi locali (ad esempio, il PUGSS) o cooperativi tra soggetti diversi (ad esempio, il precordinamento per nuovi impianti, interventi urbanistici);
- secondari che consumano i dati a fini pianificatori, di valutazione, erogazione di fondi e di

controllo (ad esempio, la Regione, le AATO, le Authority, la Protezione Civile).

L'architettura del SIIS, che chiameremo nel seguito architettura di interoperabilità, deve peraltro tenere presente i seguenti criteri nella sua realizzazione:

- minimizzare lo sforzo richiesto dal singolo ente che intende integrarsi nel S.I.I.S.;
- supportare il recupero dei dati preesistenti presso gli Enti Territoriali;
- massimizzare l'autonomia operativa dei singoli Enti Territoriali nell'accesso ai dati del sistema;
- massimizzare l'indipendenza del singolo ente nell'implementazione del proprio sistema in base alle esigenze delle proprie applicazioni e delle tecnologie adottate;
- supportare l'integrazione orizzontale tra ambiti territoriali diversi e quella verticale con gli Enti Territoriali sovraordinati (ad esempio, la Regione);
- supportare la replicazione dei dati nei casi in cui questa viene ritenuta utile e la propagazione degli aggiornamenti locali;
- tener conto del modello dei dati delle reti già sviluppato dal "Laboratorio Sottosuolo" e di eventuali sue evoluzioni.

Questi criteri ipotizzano, pertanto, la realizzazione di un sistema che non sia invasivo rispetto ai soggetti partecipanti; ciò implica che l'infrastruttura realizzata sia vista localmente come una nuova applicazione che si affianca alle altre esistenti senza imporre cambiamenti a quelle preesistenti.

Sebbene il SIIS si basi su un sistema di interoperabilità non invasivo, esso richiede la condivisione degli obiettivi e la partecipazione attiva dei soggetti partecipanti (in particolare ai fornitori dei dati) che sono necessari affinché il sistema raggiunga il proprio scopo. Ad esempio:

- l'accettazione di avere un unico schema dei dati condiviso e di garantire opportuni livelli di qualità all'interno della Comunità di interoperabilità,
- l'impegno dei fornitori a mantenere i dati di propria competenza disponibili al sistema e aggiornati.

L'architettura di interoperabilità deve quindi essere in grado di supportare il mantenimento della base dati distribuita congruente con lo schema condiviso e di materializzarla per gli utenti che ne richiedono l'accesso.

Il SIIS deve garantire che i dati disponibili siano aggiornati e per questo motivo coinvolge tutti i soggetti responsabili della gestione operativa degli oggetti reali descritti nella base dati complessiva in modo che essa contenga i dati utili per gli obiettivi gestionali dei provider coinvolti, cercando di ottenere in questo modo l'incentivo a mantenere aggiornati i dati. Accanto a questi provider primari, che svolgono contestualmente anche il ruolo di requestor, ci sono anche requestor secondari che accedono al sistema per derivare l'informazione utile ad esempio per i processi pianificatori o di controllo (ad esempio la Regione).

Il coinvolgimento di molti soggetti e l'evoluzione delle necessità richiedono che il SIIS non sia un sistema statico che configura una volta per tutte un insieme di funzionalità predefinite, ma viceversa deve essere interpretato come un sistema dinamico che soddisfa inizialmente alcuni requisiti di base e si evolve nel tempo arricchendo le proprie funzionalità e connettendo Comunità dinamiche di soggetti.

Il SIIS deve essere pensato come un sistema da costruire in un'ottica di medio/lungo periodo come peraltro evidenziato anche nel progetto della IIT regionale. Il modello di sviluppo del SIIS deve essere quindi evolutivo, flessibile e a partecipazione incrementale.

**Evolutivo:** lo schema condiviso e le funzionalità offerte dal sistema devono evolvere nel tempo attraverso arricchimenti successivi. Dal punto di vista normativo le evoluzioni continue del sistema

possono essere discretizzate in distinti livelli di conformance. Un dato livello potrebbe obbligare un provider a garantire che le reti fornite ricoprano l'intero territorio, seppur incomplete nei dati descrittivi per impianti esistenti e viceversa complete per nuovi impianti. Un livello è determinato dai dati e funzionalità disponibili (ad esempio, completezza, qualità e aggiornamento dei dati) e dai vincoli tecnologici.

**Flessibile:** un livello di conformance caratterizza dati, funzioni e vincoli; pertanto, a parità di dati forniti, deve essere possibile che due livelli si differenzino solo nelle funzionalità offerte che potrebbero però imporre vincoli diversi ai provider; ad es. le copie replicate dovrebbero imporre più vincoli rispetto alle copie virtuali senza aggiornamento e senza armonizzazione.

**A partecipazione incrementale:** un provider deve poter partecipare al sistema al livello di conformance che è in grado di sostenere; ciò implica che ci siano provider che partecipano al livello minimo di conformance (entry level) in parallelo ad altri che si attestano al livello più avanzato definito per il sistema.

In questo modo le potenzialità del SIIS possono evolvere in modo indipendente dalle attuali capacità dei partecipanti, ma generando un effetto di trascinamento verso questi ultimi e non limitandosi viceversa alla convergenza del sistema verso il minimo offerto da tutti.

Ad esempio, lo schema condiviso dei dati (e conseguentemente il database associato) può essere considerato come lo schema di riferimento a cui tendere come suggerito dal Laboratorio sottosuolo; ogni provider è quindi libero di partire con i dati che ha allo stato iniziale e arricchirli nel tempo nell'ottica suggerita dallo schema condiviso.

Il sistema di meta-informazione assumerà quindi un ruolo importante per capire quale porzione di schema è associata ad ogni provider e quale livello di completezza sui dati può essere offerto dai provider nelle varie aree.

Si noti che, in particolare nelle fasi iniziali, ci saranno aree nelle quali i provider non riescono a partecipare al sistema neanche al livello minimo richiesto; eventualmente sono da verificare l'utilità e le conseguenze di inserire nel sistema provider "surrogatori" che temporaneamente garantiscono il livello minimo nelle aree non supportate dai provider primari.

### 6.3. I dati all'interno del SIIS

All'interno del SIIS assume particolare rilevanza il patrimonio informativo costituito dai dati del sistema.

Trattare i dati del SIIS significa:

- descrivere i dati veri e propri in uno schema dei dati condiviso (chiamato nel seguito application schema), il quale definisce la struttura, le relazioni e i vincoli dei dati condivisi e che rappresenta il modo col quale interpretano i dati tutti i provider (per fornire i dati di propria competenza) e i requestor (per indicare i dati di proprio interesse) del sistema;
- definire la rappresentazione del contesto che corrisponde a classificare lo schema dei dati in base a tassonomie e ontologie allo scopo di collegare tali dati alle esigenze delle utenze; questo aspetto è importante nelle IIT ad accesso generalizzato e meno nel SIIS dove i soggetti hanno una maggior conoscenza del significato applicativo dei dati;
- definire i servizi di data sharing offerti dal sistema; questi aspetti sono considerati nel capitolo successivo inerente i servizi offerti dal SIIS.

Il SIIS ha la necessità di memorizzare anche informazioni di supporto che chiameremo genericamente metadati. Accanto ai metadati tradizionalmente gestiti nei portali cartografici il SIIS deve identificare anche quelli che devono garantire la qualità dei dati nel sistema di interoperabilità, ossia quelle informazioni che possono rendere significativi i dati rispetto ai processi di cui si avvalgono per operare sul territorio (ad esempio, il ritardo col quale i dati sono aggiornati può costituire un parametro importante).

Esistono specifici riferimenti per il generico tema dei metadati nello standard ISO 19115 del quale il CNIPA (Centro Nazionale per Informatica nella Pubblica Amministrazione) ha fornito il profilo italiano; inoltre, si dovranno tenere presenti le indicazioni provenienti dal progetto della IIT regionale, individuare la struttura concettuale e procedere a definire i servizi associati come per i dati.

Dati, metadati e servizi dovranno poi essere descritti nel sistema in modo congruente con l'OGC registry model [specializzazione di ebXML registry model (eBRIM)], messi a disposizione dei registry service di accesso e memorizzati nell'opportuno repository; questi ultimi aspetti riguardano l'architettura dei servizi generale della IIT regionale.

### *Lo schema dei dati e il database condiviso del SIIS*

In linea di principio l'Application Schema del SIIS definisce lo schema dei dati delle reti per il quale esiste una proposta elaborata dal Laboratorio Sottosuolo e lo schema dei dati comunali che non sono stati invece considerati dal Laboratorio Sottosuolo; entrambi i dati sono utili ai Comuni e ai gestori per la gestione dei processi propri e cooperativi. Accanto a questi soggetti si possono aggiungere altri esterni, ad esempio la Regione, che accedono al dato per altri processi, quali ad esempio quelli pianificatori; gli schemi delle reti e quelli relativi alle basi dati comunali in questo caso potrebbero essere di eccessivo dettaglio o mancare di alcuni dati ed è pertanto importante studiare come questi dati possano essere inclusi nell'application schema in modo efficace o verificare se essi richiedano un'interpretazione più complessa.

L' Application Schema definisce la parte intensionale della base dati condivisa, ossia definisce la struttura e le proprietà dei dati indipendentemente da dove siano allocate le istanze che lo materializzano; non si affronta in questo documento il problema della definizione corretta dell'application schema, ma si considera la proposta di schema condiviso delle sole reti anche se progettato per i soli gestori.

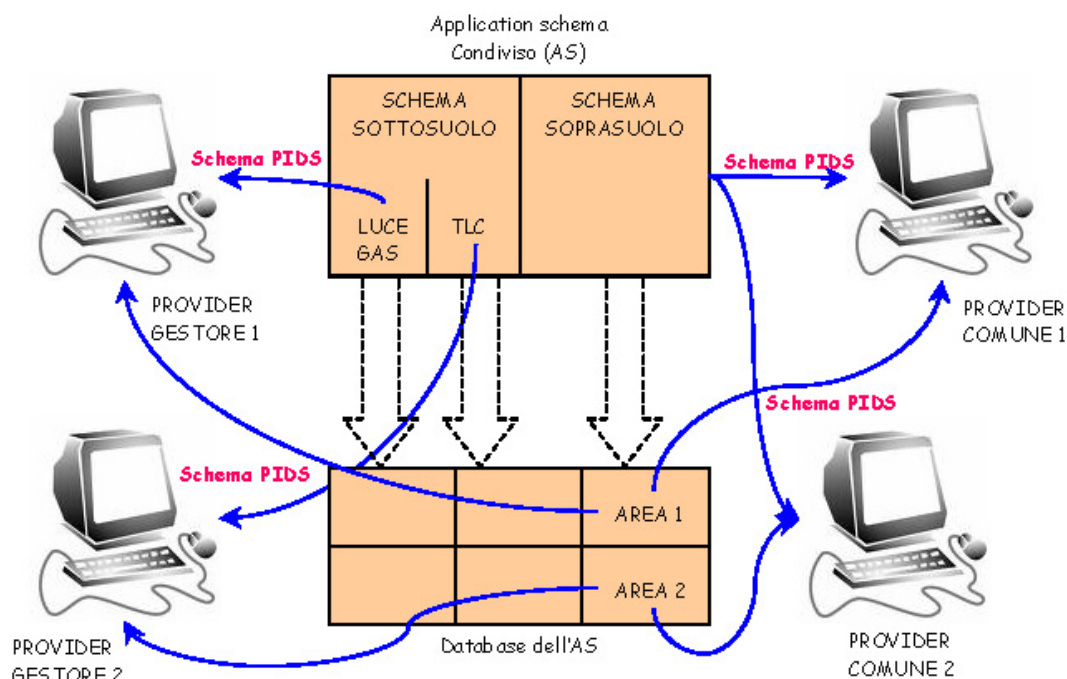
Il database che contiene i dati descritti nell'application schema (chiamato database tematico "DBT" in accordo con la terminologia della IIT regionale) può essere virtuale o materializzato su un mediatore.

Il DBT è quindi partizionato tra un insieme di soggetti (chiamati nel seguito provider) che sono ciascuno responsabile della memorizzazione e dell'aggiornamento di una parte del DBT, chiamata Provider Interoperability DataSet (PIDS). La **Figura 2** mostra un possibile rapporto tra l'Application Schema complessivo e i vari PIDS nell'esempio del SIIS.

L' Application Schema della figura definisce le due tipologie di dati delle reti e dei dati comunali. La porzione di Application Schema che descrive i dati comunali condivisi (grafo strade, vestizione strade, civici, ...) corrisponde, in generale, con la porzione di schema di pertinenza di ogni provider comunale; i singoli Comuni si differenzieranno ovviamente nei dati gestiti che si riferiscono solo al proprio territorio.

I provider possono differenziarsi nello schema, sia perché si occupano di tematismi diversi, come

accade ad esempio tra Comuni e gestori o tra gestori di tecnologie differenti.; nella **Figura 2** lo schema del PIDS del provider gestore1 descrive le reti dell'elettricità e del gas e viceversa lo schema del PIDS del provider gestore2 tratta solo la rete TLC. I singoli gestori possono fornire i PIDS di aree territoriali diverse (come nel caso dei Comuni e per i gestori di **Figura 2**), oppure ricoprirsi, parzialmente o totalmente, come nel caso di gestori operanti parzialmente sullo stesso territorio.

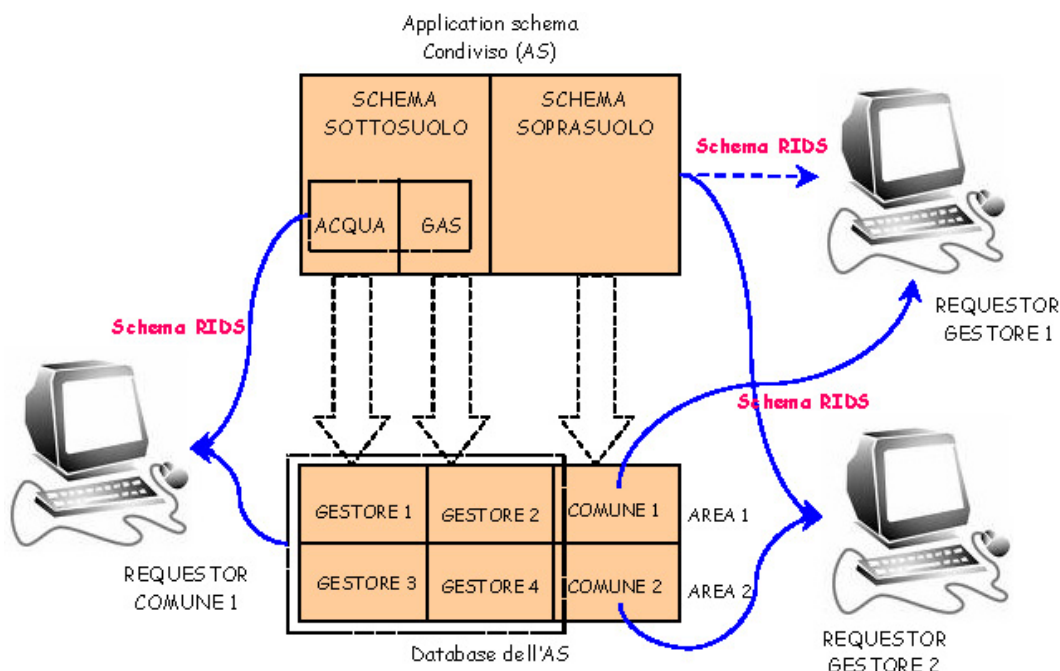


**Figura 2**

Lo schema di **Figura 2** è quindi indicativo e riferimento strategico per la convergenza, ma non corrisponderà, soprattutto nella fase iniziale, al sistema realizzabile; infatti, dato che il sistema di interoperabilità ammette diversi livelli di partecipazione da parte dei provider, è possibile che un provider responsabile della gestione di una parte dei dati dell'Application Schema non sia in grado nella realtà di supportare lo schema PIDS corrispondente (ad esempio, un gestore delle reti che non memorizza attributi informativi previsti nell'Application Schema) o che non sia in grado di fornire tutti i dati del proprio PIDS (ad esempio, un gestore che non fornisce il grafo delle reti su tutto il proprio territorio).

L'application schema è anche il riferimento di possibili utenti del dato (chiamati requestor), i quali determinano quali siano i dati disponibili e quelli di proprio interesse (data discovery) e definisce, analogamente ai provider, uno "schema RIDS" nel quale riporta come mostrato in **Figura 3**:

- la porzione di schema di interesse;
- le istanze del DBT associate allo schema RIDS, espresse indicando l'area territoriale di interesse.



**Figura 3**

I dati estratti dai provider in accordo con uno schema PIDS fanno parte del Requestor Interoperability DataSet (RIDS) del requestor.

In **Figura 3** i requestor gestore1 e gestore2 sono entrambi interessati alla stessa tipologia dei dati, corrispondente allo schema PIDS dei Comuni, ma si differenziano nei dati estratti che riguardano due Comuni diversi. Il requestor Comune1 è interessato ad una parte dello schema dei dati delle reti dell'acqua e del gas per un dato territorio e ciò richiede di reperire i dati da quattro gestori (due per l'acqua e due per il gas).

La figura permette di evidenziare che uno schema RIDS può coinvolgere più di un provider sia perché lo schema richiesto coinvolge tipologie di dati di provider diversi (si pensi ad un requestor che voglia i dati comunali e di una rete contemporaneamente) e sia perché, a parità di schema, il territorio coinvolto è coperto da provider differenti.

La generazione di un RIDS richiede pertanto di:

- individuare i provider coinvolti;
- estrarre la porzione richiesta del PIDS del singolo provider (chiamata nel seguito Exchange Dataset – EDS);
- di produrre il RIDS per fusione degli EDS estratti.

A differenza dello schema PIDS che viene definito staticamente all'atto della configurazione del provider nel sistema, lo schema RIDS potrebbe essere definito in modo:

- **statico**: in questo caso può essere preconfigurato sia il RIDS che gli EDS corrispondenti; in particolare la configurazione del RIDS sul requestor è necessaria nel caso di copie replicate perché è necessario organizzare anche l'aggiornamento successivo al caricamento iniziale; questo approccio si adatta bene alle situazioni operative stabili;
- **dinamico**: la definizione del RIDS avviene all'atto della richiesta; questo richiede la creazione

dinamica dello schema dell'EDS in tutti i provider coinvolti (ciò richiede la generazione dinamica di schemi gml con xmlschema e la generazione di filter encoding expression per la restrizione dei dati). I provider/requestor dovranno dinamicamente procedere alle operazioni che nel caso statico sono effettuate in configurazione (ad es. traduzione schemi); inoltre il predicato di interrogazione dovrà essere integrato con eventuali predicati definiti in configurazione per l'estrazione del PIDS. Questa modalità sembra più indirizzata ad utenti occasionali come nel caso dell'IIT ad accesso generalizzato dove si prevedono accessi casuali senza aggiornamenti.

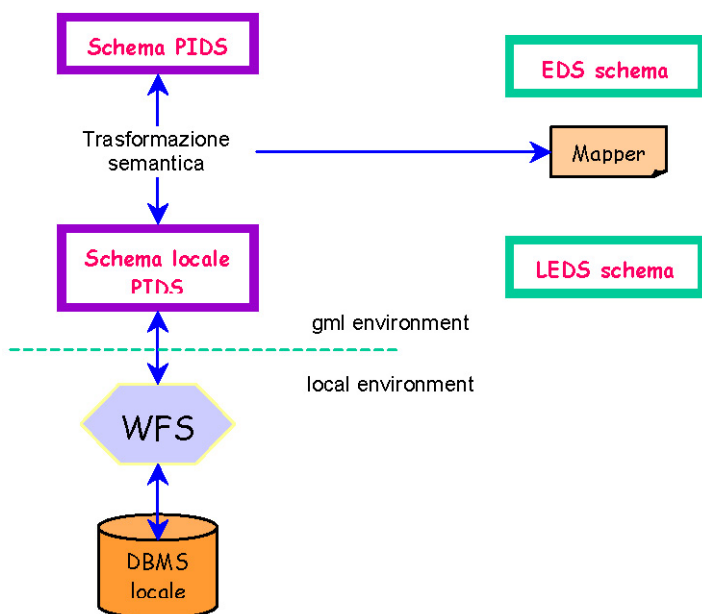
### *Dagli schemi globali a quelli locali*

L'Application Schema, gli schemi PIDS, gli schemi RIDS e gli schemi EDS descrivono l'interazione tra lo schema condiviso e i singoli schemi locali; tuttavia, la descrizione semantica definita a livello condiviso può essere molto diversa dalla descrizione semantica dei dati dei sistemi locali. Il sistema locale, del resto, contiene i dati necessari per il PIDS, ma può strutturarli in base alle proprie necessità.

La differenza tra lo schema locale dei dati del PIDS (chiamato "schema locale PIDS") può essere minima e strutturale, oppure molto complessa e coinvolgere la trasformazione delle geometrie.

La **Figura 4** mostra l'approccio adottato che prevede di avere una descrizione semantica dei dati sul sistema locale, indipendente da quella condivisa e quindi la necessità di introdurre una trasformazione semantica per coprire il "gap" esistente tra le due rappresentazioni.

Lo schema locale PIDS è quello utilizzato per configurare il WFS che estrae i dati in formato gml dal sistema locale.



**Figura 4**

Lo stesso problema si presenta anche per gli EDS sul lato provider e per i RIDS sul lato requestor. La

trasformazione semantica definita tra gli schemi PIDS può essere poi utilizzata per supportare la trasformazione degli EDS sul provider (analogamente accadrà per l'EDS sul requestor utilizzando la trasformazione del RIDS) e inoltre lo schema locale RIDS sarà utilizzata per configurare il WFS-T del requestor nel caso di gestione delle copie replicate.

#### **6.4. L'applicazione per la replicazione dei dati**

L'obiettivo strategico del sistema di interoperabilità è quello di fornire un'architettura di servizi che gli utenti possono invocare liberamente nell'ambito di proprie applicazioni; tuttavia la dimostrazione dell'utilità di tale architettura deve anche essere dimostrata attraverso applicazioni finali rivolte all'utenza finale.

L'obiettivo di questa sezione è quello di illustrare in modo sintetico l'applicazione realizzata durante la sperimentazione che permette di creare in modo interattivo una copia replicata dei dati dei provider sui requestor e a mantenere tale copia allineata nel tempo attraverso il trasferimento degli aggiornamenti incrementali, superando le differenze semantiche esistenti tra i provider.

Il meccanismo delle copie replicate può essere realizzato in due modi:

- requestor driver, nel quale è il requestor a decidere quando richiedere gli aggiornamenti e ad analizzare e applicare localmente i dati ricevuti;
- transactional replication, nel quale è il provider che, in presenza di un aggiornamento, scatena l'operazione di propagazione dell'aggiornamento su tutti i requestor che devono essere aggiornati.

La seconda modalità si adatta meglio a situazioni nelle quali si allineano copie replicate in modo automatico senza una verifica preliminare degli aggiornamenti.

Nel SIIS si prevede che l'aggiornamento sia intercettato dal requestor per attivare eventuali processi cooperativi locali dipendenti da tali aggiornamenti; per questo motivo si è scelto di adottare l'approccio requestor driven.

Si tratta di un'applicazione costruita nell'ottica di un rivoluzionario dell'approccio Export-Transform-Load (ETL) dei sistemi commerciali. Si tratta di passare da una logica "Loading every time" del set completo dei dati ad una logica "Loading once Update many times" nella quale una volta creato il sistema esso viene allineato attraverso il flusso degli aggiornamenti e non ripartendo dai dati iniziali ogni volta.

Questa applicazione richiede che i sistemi locali partecipanti rispettino a loro volta un'approccio "Create once e update many times" che preveda di mantenere aggiornati i sistemi stessi.

Si noti che l'approccio ETL è orientato al trasferimento dei dati complessivi invece che all'aggiornamento e quindi non è sostenibile nei contesti nei quali è necessario mantenere la consistenza dei dati, come ad esempio nei casi in cui:

- i dati ricevuti siano connessi a quelli locali – una feature ricevuta ha un vincolo topologico con una feature locale, oppure una feature ricevuta riferisce una feature locale;
- i dati ricevuti debbano essere armonizzati con quelli locali – la feature ricevuta deve essere adiacente ad una feature locale.

Mentre il sistema di interoperabilità trasmette gli aggiornamenti che attivano controlli e aggiustamenti dei dati dipendenti da quelli ricevuti, nel trasferimento complessivo è il requestor che deve saper



derivare gli aggiornamenti intercorsi dal precedente trasferimento per tutti i dataset ricevuti dai provider e attivare i controlli di vincoli e di armonizzazione dei dati.

Sono state implementate due varianti della stessa applicazione: una posta sul requestor per richiedere i dati e gli aggiornamenti e una sul provider in grado di generare la copia iniziale dei dati in modalità off-line. L'applicazione sul requestor conosce già quale sia il provider che fornisce il servizio e quindi esegue un binding statico e diretto con il provider.

Questa applicazione, sebbene nata per realizzare il meccanismo delle copie replicate, permette due modelli di accesso al sistema:

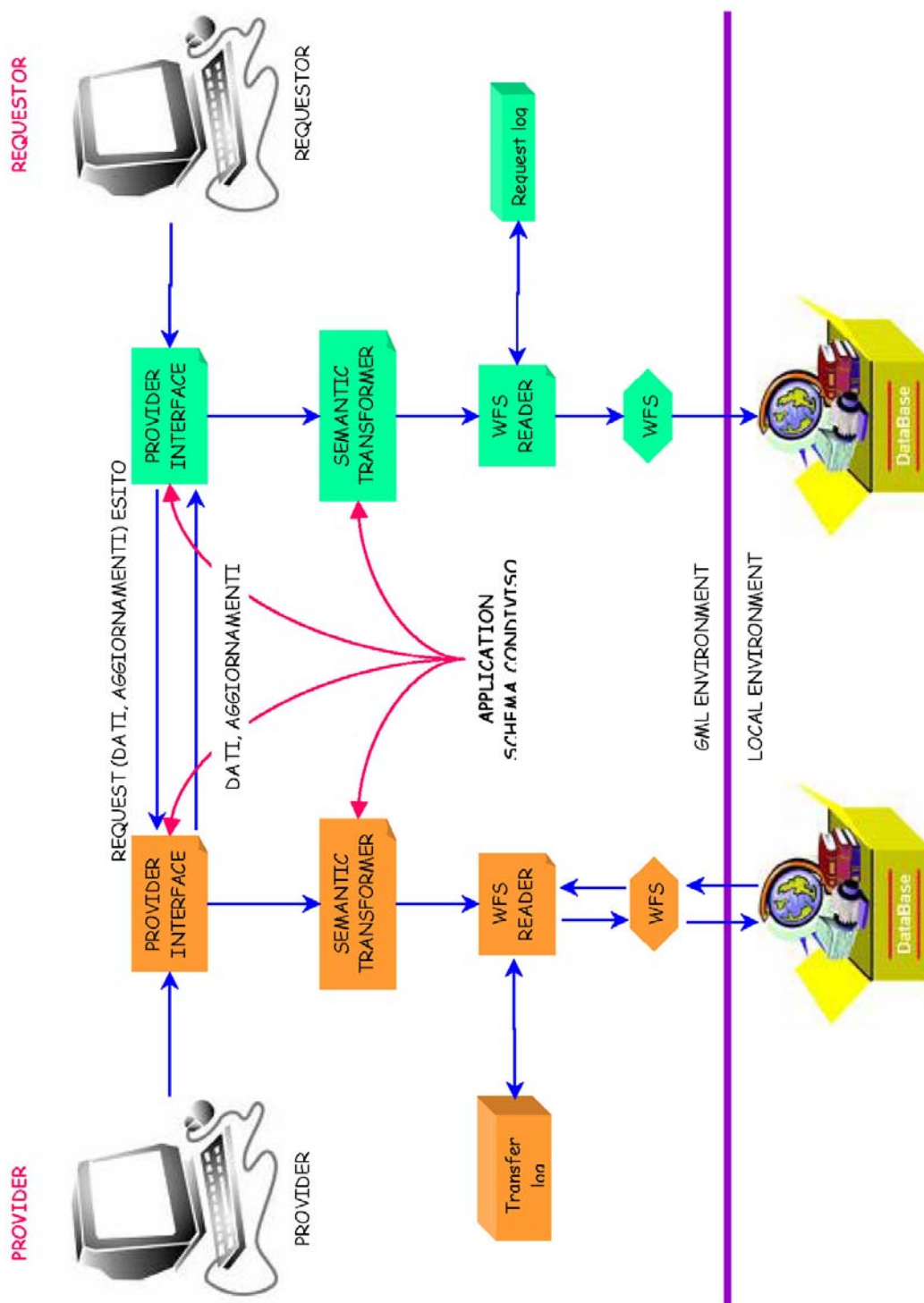
1. “copie replicate”: il requestor richiede una copia completa dei dati di interesse ad un certo istante di tempo e genera la copia di tali dati sul requestor; questa operazione può richiedere l'armonizzazione dei dati ricevuti con quelli locali e conseguentemente l'attivazione delle operazioni tecnico-organizzative per l'inserimento efficace dei dati nel proprio sistema informativo (si pensi a processi interprovider di gestione dei dati). Successivamente richiede i soli aggiornamenti incrementali eseguiti sui dati per riallineare la propria copia. Gli aggiornamenti possono essere applicati direttamente o essere prima valutati allo scopo di attivare le operazioni conseguenti come avvenuto alla creazione della copia anche se effettuato su un insieme ridotto di dati. Il requestor può richiedere una nuova copia completa, tuttavia questa operazione è vista più come una funzionalità di recovery per supportare guasti nel sistema che non come una modalità operativa standard; infatti, oltre ad essere molto onerosa in termini di volume di dati scambiati, questa operazione imporrebbe al requestor di rianalizzare l'insieme dei dati e quindi di ripetere la costosa operazione di armonizzazione iniziale discussa sopra;
2. “copie virtuali”: il requestor può chiedere una copia completa dei dati di interesse, ma senza richiedere di supportare la memorizzazione locale e pertanto ricevere un file dei dati in formato gml. Successivamente il provider può richiedere una nuova copia completa o, se ha conservato in qualche modo la copia originale, può richiedere anche i soli aggiornamenti intervenuti per i quali comunque il sistema non supporta la memorizzazione sul requestor.

Entrambe le modalità si basano sulla definizione di RIDS e quindi di EDS statici poiché il modello di accesso a copie replicate, al quale è stata posta maggior attenzione, ha bisogno della staticità per supportare l'estrazione degli aggiornamenti.

Naturalmente, l'accesso alle copie virtuali potrebbe invece avvalersi della dinamicità a patto di non richiedere gli aggiornamenti, ma questa possibilità deve essere analizzata ulteriormente.

Si noti che l'acquisizione della copia completa dei dati può avvenire anche in modo non interattivo se esistono problemi di trasferimento da provider o requestor (attraverso FTP, CD, DVD).

La **Figura 5** seguente mostra in modo sintetico l'applicazione descrivendo i componenti di un requestor e di un provider e identificando le interazioni scatenate dalla richiesta interattiva di un requestor.



**Figura 5**

L'applicazione sul lato provider e requestor si basa su un'architettura a quattro livelli:

1. provider/requestor interface: la requestor interface corrisponde all'applicazione client generata sul requestor che invia la richiesta al provider, rimane in attesa della risposta (Comunicazione

sincrona) che poi elabora invocando i servizi locali del requestor per la gestione della memorizzazione sul sistema locale dei dati ricevuti. Infine registra l'operazione nel proprio log e invia l'esito al provider. La provider interface corrisponde al servizio che sul provider gestisce la Comunicazione col requestor dal quale si aspetta di ricevere una richiesta o un esito: nel primo caso attiva i servizi locali che devono estrarre i dati che infine spedisce al requestor, mentre nel secondo caso riceve, in modo asincrono rispetto ad una precedente richiesta elaborata, l'esito della memorizzazione dei dati sul requestor che registrerà nel proprio log. La provider interface contiene anche un'applicazione client che permette di generare una richiesta localmente al provider al fine di produrre un EDS in modalità off-line.

2. **trasformatore semantico:** è introdotto nell'architettura allo scopo di coprire la distanza che esiste tra la rappresentazione dei dati nello schema condiviso e quella data nei sistemi locali. Nel caso generale non si tratta solo di una trasformazione strutturale, ma di una trasformazione semantica perché le stesse informazioni possono essere state rappresentate concettualmente in modo diverso nello schema condiviso e in quelli locali (ad esempio, un tratto di strada può avere diverse interpretazioni ai due livelli). Il trasformatore semantico è un componente esplicito del sistema di interoperabilità e opera su dati espressi in gml. Esso realizza quindi la trasformazione dei dati locali nella rappresentazione comune sul lato provider sulla quale poi possono essere attivati tools generali (ad esempio, per l'armonizzazione dei dati), l'inserimento nei sistemi locali dei requestor (per le copie replicate) o essere utilizzati nella forma gml dai requestor (ad esempio, nel caso di copie virtuali); si noti che nel caso di copie replicate il requestor può attivare una nuova trasformazione semantica se vuole rappresentare i dati ricevuti in un modo diverso da quello condiviso.
3. **WFS reader e writer:** realizzano l'indipendenza del sistema di interoperabilità dal sistema locale e rappresentano l'interfaccia dei sistemi locali rispetto al sistema di interoperabilità. Il WFS reader estrae i dati del provider dal sistema locale e li fornisce in gml e viceversa il WFS writer riceve i dati in gml e li inserisce in un sistema locale (nel caso di copie replicate); entrambi i moduli utilizzano lo standard WFS e in particolare la tecnologia Deegree, per disaccoppiare la rappresentazione dei dati del sistema locale dalla rappresentazione gml usata all'interno del sistema di interoperabilità. Il WFS permette di interfacciare la tecnologia relazionale per le basi di dati e gli shape file attraverso la definizione di regole di trasformazione che contengono la descrizione gml delle strutture dati estratte e informazioni sul mapping verso la rappresentazione del sistema locale; questo file di configurazione è scritto in gml-schema, ma adotta una configurazione di tag specifica del prodotto WFS adottato. La corrispondenza tra gli oggetti del sistema locale e quella fornita dal WFS è in generale semplice: ad esempio, una tabella della base dati relazionale diventa una feature type gml. Per questo motivo il WFS reader/writer risolve il problema dell'interoperabilità sintattica trasformando la struttura interna dei dati in quella gml di riferimento per il sistema di interoperabilità, lasciando al trasformatore semantico la manipolazione complessa dei dati.
4. **sistema locale:** implementa i propri dati indipendentemente dal sistema di interoperabilità. E' possibile ipotizzare un'architettura che non imponga alcun vincolo al sistema locale, in particolare:
  - il meccanismo definito per la cattura degli aggiornamenti sul sistema locale è basato sulla tecnologia dei trigger e quindi richiede di poter attivarli sul sistema locale; si potrebbero studiare metodi basati sul confronto esterno al sistema tra due stati della base dati che potrebbero comunque rivelarsi necessari nel caso di sistemi locali basati su file (ad esempio, shape file) o di complesse trasformazioni semantiche da effettuare sugli aggiornamenti;
  - si è ipotizzato l'utilizzo delle viste per generare sul sistema locale alcune trasformazioni semantiche semplici al fine di supportare alcune piccole differenze tra i dati visti dal provider e dal requestor.