

## **Riflessioni in ambito INFN su prospettive per l'armonizzazione di attività Cloud e Grid per il calcolo scientifico**

S. Bagnasco, T. Boccali, G. Carlino, A. De Salvo, L. dell'Agnello, L. Gaido, M. Masera, M. Morandin, M. Paganoni, L. Perini, D. Salomoni, V. Vagnoni, C. Vistoli

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ha una lunga storia di supporto, sviluppo ed utilizzo di infrastrutture di calcolo e storage distribuito. In Italia, l'INFN ha creato un centro nazionale di calcolo ("Tier-1") presso il CNAF di Bologna con circa quindici Petabyte di spazio disco, altrettanti di spazio nastro e oltre quattordicimila slot di calcolo; sono inoltre stati attivati nove centri di calcolo più piccoli ("Tier-2") che complessivamente ospitano un ammontare simile di risorse di calcolo e storage e vengono supportati decine di centri di calcolo minori, distribuiti su tutto il Paese ("Tier-3"). L'adozione del middleware e degli standard Grid ha permesso l'efficace condivisione di queste risorse insieme a quelle di altri Enti ed Università italiane interconnesse attraverso la rete GARR, così da formare un'infrastruttura con accesso e gestione unificata disponibile alla comunità della ricerca italiana (Italian Grid Infrastructure o IGI). Operativamente, questa infrastruttura distribuita è gestita sia attraverso l'apporto delle unità operations, sviluppo e user support di IGI, sia attraverso sistemi di monitoring specifici di esperimento. A livello internazionale, l'INFN è parte importante di numerose collaborazioni come la Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), la European Grid Infrastructure (EGI) e la European Middleware Initiative (EMI). Dal punto di vista del software per il calcolo distribuito, l'INFN ha contribuito a sviluppare e ha spesso sviluppato e supportato in prima persona componenti di middleware oggi utilizzate in tutto il mondo, come la autorizzazione attraverso certificati (VOMS), sistemi di job management (il computing element CREAM ed il meccanismo di brokering WMS), l'accounting (DGAS), componenti moderni di autenticazione e autorizzazione come ARGUS e interfacce per l'accesso a storage distribuito come StoRM.

I grandi esperimenti di fisica delle alte energie, alcuni conclusi (come quelli presso SLAC e Fermilab in USA) e altri attivi (come quelli presso il Large Hadron Collider al CERN), hanno ottenuto e stanno ottenendo importanti successi scientifici anche grazie alle infrastrutture di calcolo mondiali Grid, che mettono a disposizione dei ricercatori enormi quantità di calcolo e di storage. Allo stesso modo, diversi altri esperimenti e collaborazioni INFN sfruttano risorse distribuite in Italia e all'estero per sviluppare e supportare i propri modelli di calcolo e per produrre risultati di grande rilevanza scientifica.

La armonizzazione delle attività di sviluppo, deployment e operation di calcolo e storage distribuiti a livello nazionale e internazionale è dunque sia parte integrante della storia dell'INFN, sia una attività strategica per il futuro.

Il Cloud computing è oggetto già da tempo di studio e ricerca all'interno dell'Ente. Da una parte le comunità più grandi, come gli esperimenti attivi a LHC, non sembrano mostrare allo stato attuale una necessità urgente di adozione di modelli di calcolo "Cloud", poiché i modelli di computing – necessariamente piuttosto complessi – sono ad oggi soddisfatti per lo più dalle infrastrutture Grid in essere, per cui risulta fondamentale per essi e per l'INFN in generale

mantenere il middleware (EMI e di esperimento) attualmente in uso. Vi sono tuttavia, anche da parte di questi esperimenti, interesse ed attività in corso per esaminare in che modo un paradigma di calcolo Cloud, che promette di essere più semplice e flessibile rispetto a quanto esistente oggi con Grid, possa portare a miglioramenti nei modelli di calcolo, economie di scala e reperimento temporaneo di nuove risorse. Allo stesso tempo, anche esperimenti che operano all'INFN su scala più piccola sono interessati a verificare in che modo sia possibile, pur senza disporre di quantità significative di manpower o di conoscenze specifiche nel calcolo distribuito, reperire e utilizzare computing e storage distribuito. Trasversalmente a esperimenti grandi e piccoli, esiste poi un notevole interesse da parte dei centri di calcolo INFN (e sono già attive iniziative in proposito) a utilizzare tecniche di virtualizzazione e di cloud computing per rendere più efficiente, flessibile e rapida la erogazione dei servizi, nonché lo sviluppo di metodologie per la preservazione a lungo termine di dati e di codice applicativo. Viene inoltre ritenuto importante verificare in che modo modelli di Platform as a Service (PaaS) possano consentire la scrittura facilitata di applicazioni portabili tra infrastrutture diverse.

In conseguenza di quanto sopra, da tempo l'INFN sta investendo risorse per analizzare, sviluppare e utilizzare soluzioni per il Cloud computing, locale e distribuito, che portino ad un consolidamento delle risorse disponibili, ad un loro uso efficiente, flessibile e scalabile e che possano semplificare la gestione dei centri di calcolo. E' sviluppato infatti dall'INFN, in collaborazione con personale IGI, il framework WNoDeS, ora distribuito all'interno della European Middleware Initiative. Esso è in produzione al Tier-1 dell'INFN fin dal 2009 e consente una gestione scalabile delle risorse per il calcolo scientifico *on-demand* attraverso tecniche di virtualizzazione con interfacce standard Grid oppure Cloud. Sono poi presenti all'interno dell'Ente diverse iniziative di studio di software Open Source legate al Cloud, come OpenNebula e OpenStack, ed è attivo un gruppo di lavoro sul Cloud computing definito all'interno della Commissione Calcolo e Reti dell'INFN. Nell'ambito delle attività di trasferimento tecnologico dell'Ente, sono stati infine recentemente avviati progetti a livello nazionale in collaborazione con altri Enti di ricerca, con Pubbliche Amministrazioni e con imprese italiane che prevedono infine importanti investimenti nello sviluppo del Cloud computing e storage e la integrazione di soluzioni come WNoDeS e OpenStack.

Un primo punto su cui è importante concentrarsi fin da subito crediamo sia legato alla integrazione delle risorse esistenti. Non si può infatti pensare di costruire infrastrutture di calcolo e storage di tipo Cloud che siano semplicemente parallele a quelle in uso oggi di tipo Grid o di tipo locale, generando sprechi (a livello operativo, di sviluppo e in conto capitale) potenzialmente significativi, senza una strategia di progressiva integrazione. Questa necessità di integrazione, che riflette anche il fatto che l'INFN ha interesse a continuare il supporto del Grid computing al quale si devono i successi scientifici sopra menzionati, dovrà naturalmente tenere conto della necessità di impiegare tecnologie il più possibile mature e scalabili.

Più in particolare, le aree in cui pensiamo sia opportuno investire per la armonizzazione di calcolo e storage distribuito di tipo Cloud sono legate *in primis* alla necessità di garantire un accesso aperto e federato alle risorse, in modo

analogo a quanto è stato fatto nello sviluppo del modello di Grid computing. E' infatti importante da una parte condividere le risorse disponibili tra gli attori che ne richiedano l'uso in modo da evitare la creazione (normalmente sub-ottimale) di cluster separati, e allo stesso tempo garantire sia un accounting accurato (base per metering e billing) che una adeguata protezione e controllo nell'accesso alle risorse, specialmente qualora queste si trovino in domini amministrativi diversi. L'accesso federato dovrebbe inoltre essere realizzato con meno vincoli legati alla infrastruttura di rete di quanto sia possibile attualmente; per questo motivo pensiamo che sia fondamentale definire, analogamente a quanto allo studio in diversi progetti (compreso WLCG), una architettura di virtualizzazione della rete flessibile e il più possibile indipendente dai fornitori di servizi di rete.

La semplificazione nell'accesso alle risorse promessa dal Cloud computing, inoltre, deve essere implementabile anche all'interno di tale modello federato. Per questo motivo è importante che vengano sviluppati meccanismi di brokering delle risorse che operino efficientemente e in modo sicuro sia intra-Cloud che inter-Cloud. Dal punto di vista delle interfacce utente, è essenziale poi che vengano semplificati i metodi di autenticazione e autorizzazione, per esempio attraverso servizi forniti da portali dedicati. Tali portali dovranno consentire una flessibile allocazione delle risorse sia di calcolo che di storage. In questo ambito, è importante che, indipendentemente dalle tecnologie adottate per la fornitura delle risorse, sia garantita scalabilità, efficienza nell'utilizzo e disponibilità di interfacce aperte, con le quali sia possibile interoperare nel caso vengano selezionati operatori o fornitori multipli.

Nell'ottica di una armonizzazione di risorse di tipo Cloud è infatti importante che i servizi definibili possano da una parte flessibilmente estendersi oltre ai modelli tradizionali di generazione e fornitura di semplici risorse di calcolo e di storage, per arrivare alla fornitura di servizi generali, o più in generale di piattaforme di servizi. D'altra parte, in aggiunta ad una infrastruttura dedicata di calcolo scientifico come quella della ricerca italiana, è prevedibile che possa essere interessante il ricorso a terze parti, di natura pubblica o privata, anche se probabilmente in modo non preponderante. Tale utilizzo di terze parti potrebbe essere sia esplicito (ad esempio da parte di utenti finali) che implicito (ad esempio da parte di fornitori di risorse che – trasparentemente per gli utenti finali – decidano di estendere le proprie risorse acquisendone temporaneamente altre da terzi). E', in tutti i casi, fondamentale evitare soluzioni proprietarie che portino utilizzatori o fornitori di risorse verso forme di "vendor lock-in".

Per concludere, crediamo che sia fondamentale, nella definizione di un modello di successo per la armonizzazione di risorse nazionali di calcolo e storage con interfacce di tipo Cloud nell'ambito di università ed Enti di ricerca, un pieno coinvolgimento di tutti gli attori e di tutte le competenze che negli ultimi venti anni hanno lavorato su modelli di accesso a risorse distribuite e che hanno portato a grandi risultati scientifici. Allo stesso tempo, è anche essenziale che vengano riconosciuti i pregi del paradigma Cloud per il calcolo distribuito di tipo scientifico, e che soluzioni e competenze legate al Cloud, provenienti sia da componenti accademiche che dall'industria, possano essere valorizzate all'interno di soluzioni integrate con i modelli attuali in modo ottimale dal punto di vista della economicità, della scalabilità e della sostenibilità a lungo termine.