

Sull'interoperabilità tra risorse locali, Grid e cloud per la realizzazione di un'infrastruttura di calcolo distribuito in Italia



Diego Scardaci¹, Giuseppe Andronico¹, Roberto Barbera^{1,2}, Riccardo Bruno¹, Marco Fargetta¹, Andrea Fornai¹, Giuseppe La Rocca¹, Salvatore Monforte¹, Rita Ricceri¹, Riccardo Rotondo¹, Davide Saitta¹.

¹INFN Sezione di Catania, ²Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania

Abstract. In base al report finale dello studio condotto da eResearch2020, un'iniziativa finanziata dalla Commissione Europea, i maggiori ostacoli che finora hanno impedito un'ampia adozione ed un uso capillare delle infrastrutture di calcolo distribuite (DCI) sono stati la mancanza di interoperabilità tra i diversi middleware e la loro difficoltà di utilizzo, soprattutto nella fase iniziale, in cui la gestione dei certificati digitali personali e la mancanza di standard consolidati rende la curva di apprendimento davvero molto ripida per i non esperti in informatica.

Questo lavoro presenta il Catania Science Gateway Framework, per la creazione di portali tematici, che affronta e risolve entrambe le problematiche, fornendo un accesso semplice e intuitivo alle DCI. Ciò avviene tramite lo standard JSR 286, un sistema di autenticazione e autorizzazione basato sulle federazioni di identità e lo standard SAML, senza la necessità per l'utente di avere un certificato digitale personale, e, infine, un'interfaccia verso vari middleware che usa lo standard SAGA e che consente di eseguire in maniera trasparente la stessa applicazione su DCI eterogenee (cluster locali, Grid, Cloud, HPC, ecc.).

1. Introduzione

Negli ultimi 30 anni, grazie alla continua riduzione dei costi dei processori e della rete, a parità di potenza di calcolo e di banda passante, il calcolo scientifico si è evoluto passando dai mainframe monolitici, ai cluster di calcolatori, alle infrastrutture Grid e, infine, alle cloud.

I cluster di calcolatori, le diverse infrastrutture Grid e le cloud presenti oggi nel mondo, sebbene basati, su un medesimo modello "distribuito", utilizzano strumenti software differenti, che non sono quasi mai interoperabili tra loro. Esiste, infatti, una grande varietà di Local Resource Management System (Condor, LSF, PBS, Torque+MAUI, ecc.), di middleware Grid, di stack cloud. Si tratta in buona sostanza di implementazioni "verticali" che non si "parlano" l'una con l'altra. Questo fa sì che l'offerta di calcolo e storage delle cosiddette e-Infrastructure non

si basi su una piattaforma globale standard, ma sia bensì vista come un insieme di diverse "isole" (le varie infrastrutture) che non comunicano tra loro.

Nel report finale dello studio condotto da eResearch2020 [1], un'iniziativa finanziata dalla Commissione Europea con l'obiettivo di analizzare il ruolo delle infrastrutture digitali nella creazione di comunità virtuali globali di ricercatori e scienziati, è sottolineato come l'assenza di questa interoperabilità sia una grande barriera nell'adozione del modello basato sulle infrastrutture virtuali da parte dei potenziali utenti. Infatti, cambiare l'infrastruttura usata vuol dire per il ricercatore dover studiare nuove interfacce e modificare la propria applicazione al fine di poterla eseguire sulla nuova piattaforma. Altre importanti barriere identificate dallo studio sono la difficoltà di accesso e il tempo necessario

adattare la propria applicazione per essere eseguita correttamente sulle varie infrastrutture.

La presenza di questi ostacoli sta alla base del fatto che il numero di utenti della European Grid Infrastructure (EGI) [2] è solo di poco superiore alle 22.000 unità, circa l'1% del numero di addetti ai lavori della ricerca pubblica in Europa. Eliminare queste barriere aprirebbe il mondo delle infrastrutture digitali a un enorme bacino di utenti potenziali e per far ciò è fondamentale rendere interoperabili le varie infrastrutture digitali presenti in Europa e nel resto del mondo, fornendo ai ricercatori strumenti di accesso semplici ed intuitivi che possano far loro vedere immediatamente il vantaggio di utilizzarle.

L'interoperabilità può essere definita come l'abilità di diversi sistemi e organizzazioni di lavorare insieme. Il termine è usato anche in contesto informatico e lo standard ISO/IEC 2382-01 (Information Technology Vocabulary, Fundamental Terms) lo definisce come la capacità di comunicare, eseguire programmi o trasferire dati tra varie unità funzionali in un modo che richiede all'utente di non avere alcuna (o al più una limitata) conoscenza delle caratteristiche di queste unità.

Obiettivo di questo lavoro è proporre un sistema per garantire l'interoperabilità, come sopra definita, tra tutte le infrastrutture di calcolo al momento esistenti (cluster locali, Grid e Cloud),

eliminando le barriere suddette.

Lo strumento da noi scelto per raggiungere tale obiettivo è quello degli Science Gateway. Secondo TeraGrid/XSede (<https://www.xsede.org/>), uno Science Gateway è costituito da un set di tool, applicazioni e basi di dati sviluppati dalle comunità scientifiche e integrati in un portale web, solitamente con un'interfaccia utente semplice, che è adattato a soddisfare i bisogni di una specifica comunità.

Al fine di poter creare velocemente diversi Science Gateway che soddisfino queste caratteristiche, abbiamo progettato e sviluppato un framework che fornisce una serie di funzionalità comuni che possano essere facilmente usate e adattate, ogni qual volta occorre sviluppare un nuovo Science Gateway per una comunità specifica. Il Catania Science Gateway Framework [3, 4] è descritto nel prossimo paragrafo.

2. Il Catania Science Gateway Framework

I requisiti di base che hanno guidato la progettazione del Catania Science Gateway Framework (CSGF) sono:

- l'uso di standard riconosciuti a livello internazionale;
- la semplicità di sviluppo;
- la semplicità di uso;
- la riusabilità.

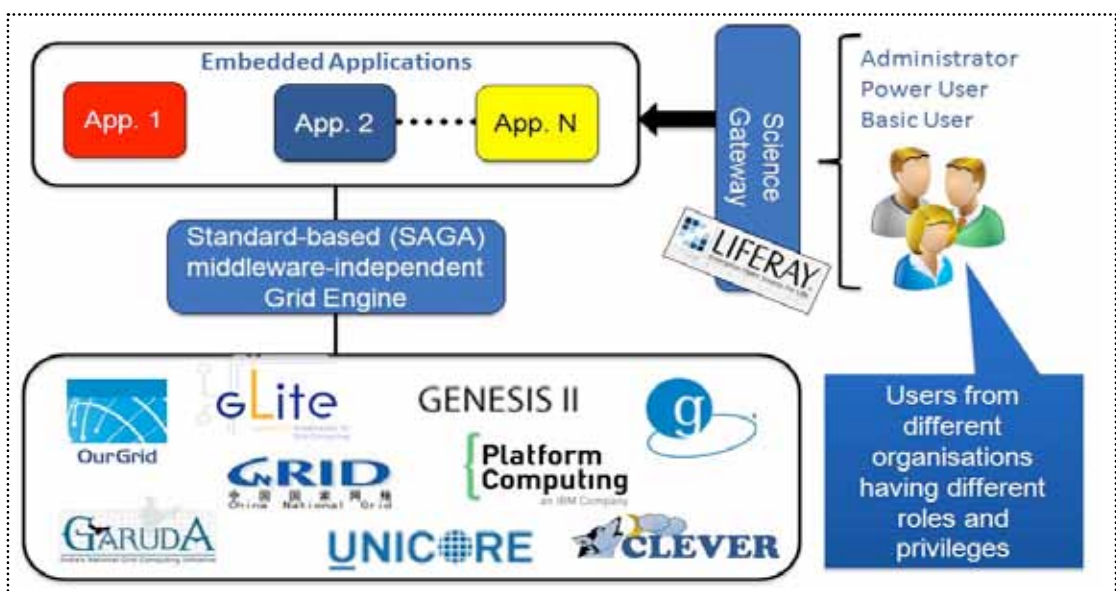


Fig. 1 - Schema del Catania Science Gateway Framework

Lo schema del framework è mostrato in figura 1. Il CSGF è costituito da un set di librerie per gestire i meccanismi di autenticazione e autorizzazione verso le infrastrutture, che consentono di eseguire applicazioni con diversi middleware quali LRMS, Grid e Cloud. Il CSGF rispetta inoltre pienamente le politiche definite da EGI per i portali che offrono accesso alle DCI tramite web [5, 6].

Nelle implementazioni esistenti, il CSGF è stato integrato all'interno dell'enterprise portal framework Liferay [7], un software per costruire portali che permette di integrare portlet standard JSR 286 [8] in un application server (GlassFish [9], nel nostro caso). Ogni applicazione di un dato Science Gateway implementata con il nostro framework è integrata in una portlet specifica e ciò fornisce una serie di importanti vantaggi:

- la possibilità di comporre uno Science Gateway “on the fly”, aggiungendo o rimuovendo portlet in funzione dei requisiti della comunità dei suoi utenti;
- la capacità di abilitare permessi specifici per ogni utente e ogni applicazione;
- il riutilizzo delle portlet che integrano un'applicazione in più di uno Science Gateway, grazie alla loro portabilità, garantita dallo standard;
- la possibilità di configurare in modo opportuno le portlet usando le portlet preferences (ad es. per stabilire il set di risorse su cui eseguire una data applicazione).

2.1 Autenticazione e Autorizzazione

L'autenticazione nel CSGF si basa sull'uso delle cosiddette identità federate [10,11]. Ciò è reso possibile dall'adozione dello standard SAML 2.0 [12] e della sua implementazione fatta da Shibboleth [13]. Al fine di massimizzare il numero di potenziali utenti, gli Science Gateway implementati con il CSGF possono essere configurati come Service Provider della federazione italiana IDEM [11] e, attraverso questa, dell'interfederazione internazionale eduGAIN [14]. È in questo contesto importante sottolineare che, allo scopo di far accedere ai Catania Science Gateway anche coloro che non appartengono a nes-

suna federazione, è stata creata la federazione “catch-all” GrIDP [15] e l'IDP Open [16] che sono co-gestiti dal GARR e dalla Sezione di Catania dell'INFN.

L'autorizzazione è invece gestita tramite un server LDAP, il quale registra per ciascun utente i ruoli ricoperti all'interno delle varie organizzazioni facenti parte della comunità, e le relative autorizzazioni ottenute all'interno dello Science Gateway. Per soddisfare un preciso requisito di sicurezza, la registrazione delle autorizzazioni è gestita manualmente.

2.2 Il Grid-Engine

La componente principale del CSGF è il Grid-Engine, un tool che può eseguire applicazioni su ogni DCI (Grid, Cloud, HPC o cluster locali) tramite l'adozione dello standard SAGA [17], e della sua implementazione JSAGA [18], che definisce un'interfaccia software di alto livello orientata alle applicazioni. Questa può essere usata per eseguire applicazioni su middleware differenti. Un'infrastruttura è supportata da JSAGA quando è disponibile il corrispondente “adaptor”. Un JSAGA adaptor è una libreria che mappa le chiamate standard SAGA con l'interfaccia del middleware da supportare.

Sfruttando le caratteristiche di SAGA, tramite il CSGF è possibile creare un front-end unico, capace di sottoporre applicazioni su differenti DCI. Il CSGF fornisce agli sviluppatori di applicazioni una potente interfaccia che consente di definire set di risorse (siti Grid, macchine HPC, Cloud, ecc.) sui quali l'applicazione potrà essere eseguita. Il set di risorse sarà scelto dallo sviluppatore in funzione delle caratteristiche delle applicazioni e dell'accessibilità delle risorse. Come mostrato in figura 2, il set potrà essere composto da risorse appartenenti a tutti i tipi di DCI supportate o solo di un tipo.

Per esempio, il set potrà essere composto solo da risorse HPC, nel caso di applicazioni che possono essere eseguite solo su macchine parallele, oppure, nel caso di un workflow, ogni suo nodo potrà essere eseguito su un'infrastruttura diversa, in accordo alle caratteristiche del singolo nodo.

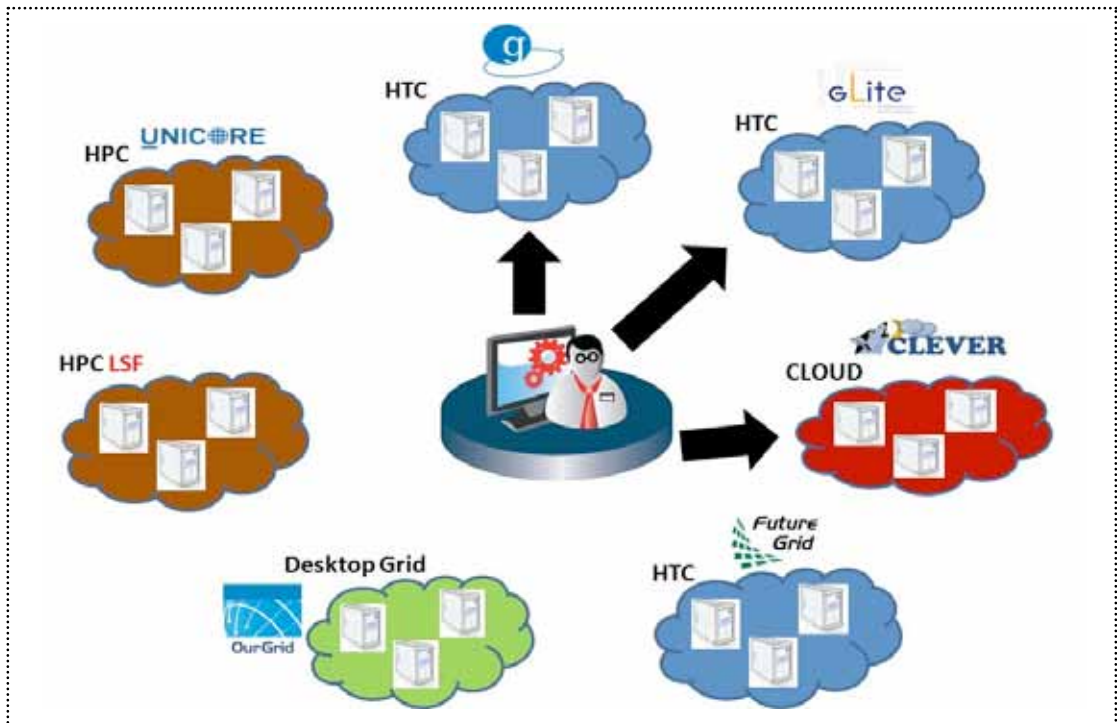


Fig 2 - Lo sviluppatore può scegliere su quali infrastrutture distribuite eseguire l'applicazione in base alle caratteristiche dell'applicazioni e ai suoi permessi di esecuzione

2.2.1 Lo standard SAGA per il mondo cloud

Sebbene lo standard SAGA sia stato definito per le infrastrutture Grid, esso può essere adattato senza stravolgimenti anche per quelle Cloud. In pratica, il modello di servizio Software as a Service (SaaS), per cui i provider cloud installano e operano applicazioni nella cloud e gli utenti accedono a tali software tramite client, può essere interamente offerto agli utenti da uno Science Gateway che si basi sul CSGF e adotti lo standard SAGA. È importante osservare che, nel modello SaaS, l'utente cloud non gestisce l'infrastruttura dove l'applicazione viene eseguita. Nel CSGF, le chiamate SAGA, quando si riferiscono a un'infrastruttura cloud, devono essere mappate con tutte le operazioni necessarie per eseguire un'applicazione su cloud. Il nostro requisito è che con le stesse chiamate SAGA si possa eseguire un'applicazione su una qualsiasi infrastruttura, comprese quelle di tipo cloud. Per soddisfarlo abbiamo definito un algoritmo che mappa la chiamata SAGA per eseguire un'applicazione in un set di

azioni in un'infrastruttura cloud:

1. un utente invia un'applicazione verso una cloud usando le API SAGA standard;
2. il motore SAGA capisce che l'applicazione deve essere eseguita su cloud e contatta il Cloud Virtual Infrastructure Manager (VIM) per identificare e avviare una Virtual Machine (VM) dove l'applicazione può essere eseguita;
3. il Cloud VIM fornisce al motore SAGA le informazioni necessarie per accedere alla macchina;
4. il motore SAGA trasferisce i file di input sulla VM e avvia l'applicazione;
5. il motore SAGA controlla l'applicazione e recupera l'output quando pronto;
6. il motore SAGA contatta il Cloud VIM per spegnere la VM;
7. il motore SAGA restituisce l'output dell'applicazione all'utente tramite le API standard di SAGA.

Questo algoritmo consente al CSGF di sfruttare un'infrastruttura Cloud tramite un'interfaccia SAGA come una DCI classica. Quindi, gli u-

tenti potranno eseguire applicazioni su risorse Grid, HPC e Cloud in un modo trasparente.

3. La demo di CHAIN dell'interoperabilità tra middleware differenti

Obiettivo di questa demo, realizzata nell'ambito del progetto europeo CHAIN [19] utilizzando uno Science Gateway dedicato [20] implementato con il CSGF, è stato quello di dimostrare che:

- le infrastrutture possono essere rese interoperabili (secondo la definizione data precedentemente) l'una con l'altra a livello di applicazioni utente, usando standard.
- Applicazioni appartenenti a diverse comunità scientifiche possono essere sottoposte da qualunque posto, per essere eseguite ovunque. Nella demo sono state coinvolte infrastrutture europee, nord e sudamericane, africane e asiatiche come si può evincere dalla figura 3.

I middleware coinvolti sono stati:

- EMI-gLite (in Europa);
- EMI-Unicore (in Europa);
- Globus (in India);
- Genesis II (in USA);
- GOS (in Cina);
- OurGrid (in Brasile);
- Platform Computing LSF (sul sito ENEA-

CRESCO di Portici).

La figura 4 mostra la distribuzione geografica dei job in esecuzione, o ormai terminati, inviati durante la demo. Ogni middleware è identificato da un colore diverso, specificato nella legenda.

In figura 5 è mostrato uno zoom della mappa dei job in cui si vedono quelli eseguiti sul sito di Portici dell'ENEA tramite LSF.

4. Conclusioni

Le infrastrutture di calcolo distribuito (DCI) potranno incrementare notevolmente il loro bacino di utenti solo fornendo servizi realmente semplici da usare. Il Catania Science Gateway Framework, col supporto alle federazioni di identità, cambia radicalmente il modo in cui le DCI possono essere usate allargando enormemente il bacino degli utenti potenziali in diversi continenti e organizzazioni.

Inoltre, l'adozione di standard (JSR 286, SAGA, SAML, ecc.) rappresenta un concreto investimento verso la sostenibilità del framework. Il CHAIN worldwide interoperability program ha dimostrato che, tramite uno Science Gateway basato su standard, gli utenti possono accedere, in modo trasparente e da qualunque lo-



Fig 3 - e-Infrastructures coinvolte nella CHAIN worldwide Interoperability Demo



Fig 4 - Distribuzione geografica dei job in esecuzione. Ogni middleware è identificato con un colore diverso

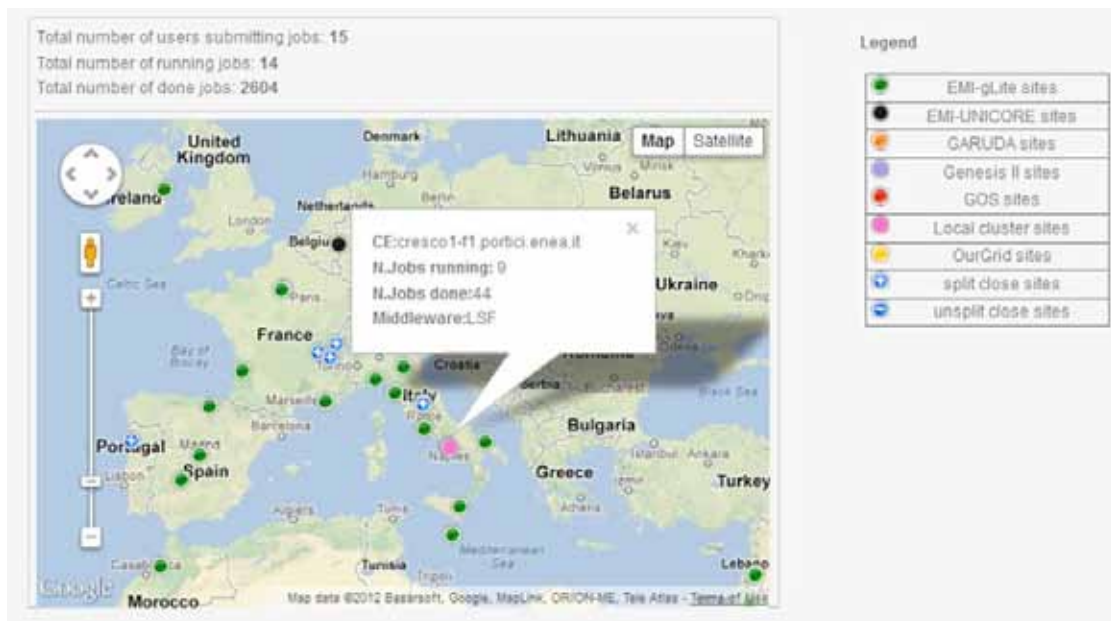


Fig 5 - Mappa dei job eseguiti sul sito ENEC di Portici con LSF

calità, a diverse DCI globali (cluster locali, HPC, Grid, Cloud).

Noi proponiamo lo stesso approccio per riunire le risorse distribuite di tutta l'Italia e costruire un'infrastruttura Italiana completamente interoperabile, nel rispetto delle specificità locali e sfruttando le competenze di tutte le organizzazioni interessate a partecipare.

Riferimenti Bibliografici

- [1] www.eresearch2020.eu/eResearch2020%20Final%20Report.pdf
- [2] www.egi.eu
- [3] V. Ardizzone et al. J. Grid Computing (2012) 10:689-707, DOI 10.1007/s10723-012-9242-3
- [4] www.catania-science-gateways.it

- [5] <https://documents.egi.eu/public/ShowDocument?docid=80>
- [6] <https://documents.egi.eu/public/ShowDocument?docid=81>
- [7] www.liferay.com
- [8] www.jcp.org/en/jsr/detail?id=286
- [9] <http://glassfish.java.net>
- [10] Per maggiori informazioni sulle Federazioni d'Identità esistenti nel mondo della ricerca scientifica, si visiti il sito web <https://refeds.org>
- [11] Per maggiori informazioni sulla Federazione d'Identità italiana, si visiti il sito web <http://www.idem.garr.it>
- [12] <http://saml.xml.org>
- [13] <http://shibboleth.net>
- [14] www.edugain.org
- [15] <http://gridp.garr.it>
- [16] <http://idpopen.garr.it>
- [17] www.gridforum.org/documents/GFD.90.pdf
- [18] <http://grid.in2p3.fr/jsaga>
- [19] www.chain-project.eu
- [20] <http://science-gateway.chain-project.eu>



Diego Scardaci

diego.scardaci@ct.infn.it

Laureato in Ingegneria Informatica, ha iniziato la carriera come ricercatore al TelecomItaliaLab. Dal 2006 lavora per l'INFN sez. di Catania occupandosi di e-Infrastructures, ricoprendo

incarichi di management in progetti Europei. Attualmente è l'Activity Manager del WP7 del progetto EGI-INSPIRE.