



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione

**“Cloud Computing, infrastrutture innovative per  
l'outsourcing di applicazioni e servizi.”**

Tesi di Laurea di:

Francesco Ongaro

Relatore:

Chiar.mo Prof. Ing. Cesare Stefanelli

Correlatore:

Dott. Ing. Luca Tebaldi

**Anno Accademico 2008 – 2009**

**Ai miei genitori, a mio fratello Luca e a Giulia**

## Indice

<b>Introduzione.....</b>	<b>1</b>
<b>Capitolo 1. Cloud Computing.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Consumer oriented.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1 Storage.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Business Oriented.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Grid Computing.....</b>	<b>10</b>
<b>Capitolo 2. Cloud Computing: IaaS, PaaS e SaaS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Infrastructure as a Service, IaaS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Platform as a Service, PaaS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Software as a Service, SaaS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Cloud Bursting.....</b>	<b>15</b>
<b>Capitolo 3. Cloud Computing Providers.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Google App Engine, GAE.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 Componenti di Google App Engine.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2 Restrizioni di Google App Engine.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.3 BigTable, il grande “padre” di tutti i dati.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.4 Google File System, GFS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Salesforce, Force.com.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Amazon Web Services, AWB.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.1 Simple Storage Service, S3.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3.2 Elastic Compute Cloud, EC2.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.3 Altri servizi.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.4 Un caso di successo, animoto.com.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3.5 Partners.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Confronto tra vari providers.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4.1 Google App Engine vs. Amazon Web Service.....</b>	<b>45</b>
<b>Capitolo 4. Sicurezza e analisi dei rischi.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Sicurezza in-the-cloud.....</b>	<b>47</b>

<b>4.2 Analisi dei rischi.....</b>	<b>49</b>
<b>4.3 Privacy e dati sensibili.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.1 Richard Stallman.....</b>	<b>51</b>
<b>4.4 Osservazioni.....</b>	<b>52</b>
<b>Capitolo 5. Conclusioni e sviluppi futuri.....</b>	<b>53</b>
<b>Riferimenti Bibliografici e Sitografici.....</b>	<b>56</b>
<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>58</b>

## Introduzione

L'evoluzione tecnologica in ambito informatico e delle telecomunicazioni porta inevitabilmente aziende e in minor misura utenti finali a un costante impegno per restare al passo con i tempi evolutivi. Questo scenario spinge in senso lato a un continuo aggiornamento di mezzi e risorse, richiedendo, da parte delle aziende in *primis* e da parte degli utenti finali in *secundis*, un ingente e assiduo investimento economico.

Le aziende (pubbliche o private che siano) devono in primo luogo fare i conti con un'infinità di servizi eterogenei in costante evoluzione che spesso richiedono un utilizzo sinergico degli stessi, trovandosi nel corso della propria vita di fronte alla necessità di più cambiamenti tecnologici volti a non invecchiare.

La mancanza d'innovazione e di un incessante aggiornamento può essere altamente penalizzante per l'azienda, soprattutto se essa stessa opera o fa uso intensivo di risorse tecnologiche, ovvero sistemi informatici, in settori profondamente evolutivi.

Sin dagli anni '90 attraverso il *Grid Computing*, ovvero il calcolo distribuito, si è assistito a una ricerca di interazione tra sistemi di elaborazione dislocati per il pianeta ai fini di una cooperazione a livello computazionale tale da riuscire a svolgere calcoli, di vario tipo e scopo, altrimenti impossibili per una sola macchina.

Affidabilità e flessibilità sono inoltre due aspetti a cui le aziende hanno sempre puntato e a cui non possono rinunciare, soprattutto in un contesto altamente competitivo. La tecnologia che permette di avere servizi distribuiti flessibili e massimamente affidabili *on-demand*, ovvero in caso di necessità, prende il nome di *Cloud Computing*.

Questo rappresenta una forte innovazione per le imprese che possono decidere di

portare i propri servizi fuori dall'azienda per affidarli ad altre specializzate (*outsourcing*), pagando solamente le risorse che si utilizzano (*pay-per-use*).

Imprese come Google, Amazon e altri hanno fatto del cloud computing un vero e proprio punto di forza. Sono arrivate a offrire potenze di calcolo scalabili quasi illimitate, banda, storage remoto praticamente infinito con sistemi di ridondanza sofisticati ed evoluti, e altro ancora.

Questa tecnologia viene usata in modo trasparente tutti i giorni nei servizi di posta elettronica come Gmail, Calendar, o *social network* come *facebook* o *linkedin*.

Le nuove realtà aziendali, le cosiddette *start-up*, hanno un motivo in più per orientarsi verso il cloud computing, rappresentato dal fatto che, essendo nuove, non hanno forti legami con i sistemi già esistenti su cui magari sono stati fatti ingenti investimenti. Per cui, diminuendo la complessità per l'implementazione, la gestione, l'aggiornamento ed eventualmente la riallocazione dell'infrastruttura, la nuova impresa può concentrare sforzi e investimenti sul proprio *core business*, migliorando i propri prodotti e servizi senza prestare troppa attenzione al cosiddetto *problem solving*.

Attraverso questi servizi di cloud computing le aziende hanno la possibilità di creare e modificare ambienti di lavoro preconfigurati, applicazioni, sistemi di memorizzazione, database e interi applicativi per la gestione del flusso di lavoro (*workflow*) operando a livello di API oppure, in certi casi, direttamente a livello di interfaccia grafica.

Il modello economico, basato sul principio per cui si paga solo quello che si consuma, permette alle imprese di non avere un investimento capitale iniziale, ma solamente spese operative.

La tesi si sviluppa partendo da un'analisi dei presupposti e delle evoluzioni che, sin dalla storia, hanno portato alla diffusione dei servizi distribuiti, come l'energia,

grazie ai quali le aziende hanno potuto specializzarsi ed evolvere. Si è cercato di approfondire e contestualizzare tale diffusione, sia dal punto di vista degli utenti, sia dal punto di vista delle aziende.

Di particolare interesse è stata l'analisi e il confronto dei tre componenti principali che stanno alla base del cloud computing: infrastruttura, piattaforma e software forniti come servizi.

Vengono approfonditi i vari servizi di cloud computing forniti dai maggiori *providers* come Google tramite gli App Engine, Salesforce con la piattaforma Force.com e Amazon che, con i suoi Web Services, è risultata di particolare interesse e quindi è stata sviscerata più in dettaglio. Si è cercato inoltre di fornire tabelle comparative per capire quali differenze distinguono un servizio di un'azienda dall'altra.

Per rendere più completo il discorso, si sono messe in luce soluzioni ibride come il *Cloud Bursting*.

A corredo dei servizi offerti, si è voluto però mettere in risalto eventuali problematiche e rischi che si celano dietro l'*outsourcing* dei servizi. Il cloud computing è una tecnologia sorprendentemente innovativa e dinamica che però desta ancora qualche sospetto dal momento che, attraverso il suo utilizzo, affidiamo completamente la nostra infrastruttura a terzi, senza sapere in che punto del mondo i nostri dati sono conservati e se si abbia la certezza dell'integrità degli stessi.

Si è altresì ritenuto di particolare rilievo volgere uno sguardo alle potenziali implicazioni a livello di privacy.

A chiusura della trattazione sono stati inseriti commenti in merito a queste nuove tecnologie, valutando gli eventuali sviluppi futuri.