

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica, Informatica e delle
Telecomunicazioni

SVILUPPO STORICO ED ECONOMICO DEL
CLOUD COMPUTING: CLOUD FOUNDRY COME
ESEMPIO DI PLATFORM AS A SERVICE

Elaborata nel corso di: Sistemi Distribuiti

Tesi di Laurea di:
JESSICA MARCANTONI

Relatore:
Prof. ANDREA OMICINI

Co-relatori:
Prof. STEFANO MARIANI

ANNO ACCADEMICO 2013–2014
SESSIONE III

PAROLE CHIAVE

Cloud Computing
Platform as a Service
Cloud Foundry

A nonna Dina

Indice

Introduzione	ix
1 Introduzione al Cloud Computing	1
1.1 I modelli di servizio	3
1.1.1 Infrastructure as a Service (IaaS)	4
1.1.2 Platform as a Service (PaaS)	5
1.1.3 Software as a Service (SaaS)	6
1.2 I modelli di Cloud	7
1.2.1 Public Cloud	7
1.2.2 Private Cloud	7
1.2.3 Community Cloud	8
1.2.4 Hybrid Cloud	8
1.3 Virtualizzazione	8
1.3.1 Virtualizzazione Completa	9
1.3.2 Paravirtualizzazione	9
1.3.3 Virtualizzazione hardware assistita	10
2 Evoluzione storica del Cloud Computing	11
2.1 Nascita del Cloud Computing	11
2.2 Stato dell'arte del Cloud Computing	13
2.3 Il futuro del Cloud Computing	13
3 Sviluppo economico del Cloud Computing	17
3.1 Vantaggi del Cloud Computing per le aziende	17
3.2 Le principali offerte Cloud	24
3.2.1 Infrastructure as a Service	24
3.2.2 Software as a Service	26

3.2.3	Platform as a Service	28
4	Cloud Foundry come esempio di PaaS	33
4.1	I componenti di Cloud Foundry	34
4.2	Usare Cloud Foundry	36
4.3	Cloud Foundry Foundation	39
4.4	IBM Bluemix come servizio di Cloud Foundry Foundation .	40
4.4.1	Servizi offerti	51
5	Conclusioni	61

Introduzione

Il Cloud Computing è una realtà sempre più diffusa e discussa nel nostro periodo storico, ma probabilmente non è ancora chiaro a tutti di cosa si tratta e le potenzialità che possiede. Infatti, non esiste ancora una definizione univoca e condivisa e questo può creare confusione. Oggi le grandi compagnie nella comunità informatica spingono sempre di più per affermare i servizi Cloud a livello mondiale, non solo per le aziende del settore, ma anche per tutte le altre. Ed è così che le aziende di tutto il mondo si muovono per imparare e adottare questa nuova tecnologia, per spostare i loro centri dati e le loro applicazioni nel Cloud. Ma dove e quando nasce il Cloud Computing? Quali sono realmente i benefici per le aziende che adottano questa tecnologia? Questo è l'obiettivo della mia tesi: cercare di far chiarezza sulla sua definizione, indagare sulla sua nascita e fare un quadro economico del suo sviluppo, analizzando i benefici per le aziende e le opportunità offerte. Come caso di studio ho scelto la piattaforma Cloud Foundry perchè in questo momento è in forte espansione e sta facendo un grosso lavoro per cercare di rendere il suo prodotto uno standard per il Cloud Computing. Come esempio particolare di piattaforma basata su Cloud Foundry si parlerà di Bluemix, la piattaforma Cloud offerta da IBM, una delle più grandi aziende nel settore informatico.

La tesi sarà così strutturata:

- nel primo capitolo viene data una spiegazione di base sul Cloud Computing, analizzando i modelli di servizio, i modelli di Cloud e il concetto di virtualizzazione. Con questo capitolo si intendono chiarire i concetti fondamentali che verranno poi richiamati spesso nei successivi capitoli.
- Il secondo capitolo illustra l'evoluzione storica del Cloud Computing. Vengono messi in evidenza la sua nascita, il suo sviluppo nel corso

degli anni e quello che si prospetta per il futuro. Nell'ultima parte vengono riportate le opinioni sul futuro del Cloud Computing da parte dei critici online.

- Il terzo capitolo tratta dell'aspetto economico del Cloud. Vengono messi in luce i benefici economici che le aziende possono ottenere adottando questa nuova tecnologia, sia in relazione al bilancio aziendale, che al risparmio di tempo. Per ogni modello di servizio vengono poi riportati i maggiori provider presenti ora sul mercato, con un breve elenco dei principali servizi offerti e il collegamento al sito nel quale trovarli.
- Nel quarto capitolo viene analizzata la piattaforma di esempio PaaS, Cloud Foundry. Si analizzano i suoi componenti principali, l'utilizzo che se ne può fare analizzando la documentazione fornita e si presenta una breve descrizione della sua comunità, la Cloud Foundry Foundation, che vede al suo interno alcune delle più importanti aziende del settore. In seguito si illustra IBM Bluemix, un esempio di piattaforma basata su Cloud Foundry. Si riporta una descrizione di Bluemix in generale e si elencano i principali servizi offerti con qualche esempio.

Capitolo 1

Introduzione al Cloud Computing

Il Cloud Computing può essere definito come un insieme di tecnologie che permettono di fornire risorse erogabili come un servizio (as a service). Normalmente in quest'ottica vi è un provider che fornisce servizi e risorse computazionali, spesso a pagamento, ad un pubblico di consumer i quali accedono, tramite un client, ad un server contenente il servizio che hanno acquistato e che vogliono utilizzare.

Una definizione di Cloud Computing è stata data dal NIST (National Institute of Standards and Technology) [20] che fornisce un'ampia descrizione delle caratteristiche principali:

Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models.

(Il Cloud Computing è un modello per consentire ovunque (ubiquitous) un accesso su richiesta (on-demand) economicamente conveniente ad un insieme condivisibile di risorse computazionali configurabili (ad esempio: reti, server, storage, applicazioni e servizi) che possano essere rapidamente erogati e rilasciabili da parte di un provider con un minimo sforzo per la

gestione o l'interazione. Questo modello di Cloud è composto da cinque caratteristiche fondamentali, da tre modelli di servizio e da quattro modelli di distribuzione).

Le cinque caratteristiche fondamentali sono:

- **Self-service a richiesta.** I servizi possono essere forniti su richiesta al consumer senza dover interagire con il personale del provider di servizi.
- **Ampio accesso alla rete.** I servizi sono disponibili in rete e accessibili tramite meccanismi standard che consentono il loro utilizzo da dispositivi-piattaforme client eterogenee.
- **Pool di risorse.** Le risorse sono raggruppate per poter servire simultaneamente una molteplicità di consumers attraverso il modello multi-tenant, con diverse risorse fisiche e virtuali dinamicamente assegnate e riassegnate secondo le richieste di ciascun consumer. Si ha indipendenza dalla locazione in quanto il cliente può usufruire dei servizi pur non avendo il controllo e la conoscenza dell'esatta locazione delle risorse.
- **Rapida elasticità.** Le richieste di risorse extra sono gestite automaticamente e dinamicamente in relazione alla domanda. Al consumer la capacità delle risorse apparirà illimitata ed esso potrà acquistarle in qualsiasi momento nelle quantità desiderate.
- **Servizi misurati.** I sistemi Cloud controllano e ottimizzano automaticamente l'uso delle risorse facendo leva su capacità di misurazione¹ a un livello di astrazione appropriato per il tipo di servizio richiesto.

¹Tipicamente tramite modello pay-per-use

1.1 I modelli di servizio

I servizi offerti sono generalmente organizzati secondo un'architettura a livelli:

- livello inferiore (Infrastructure as a Service), si occupa di fornire una visione astratta delle risorse fisiche, quali server, memorie di massa e infrastrutture di rete;
- livello intermedio (Platform as a Service), fornisce agli sviluppatori l'ambiente e gli strumenti necessari per la realizzazione e l'esecuzione delle applicazioni, basandosi sull'infrastruttura del livello sottostante;
- livello superiore (Software as a Service), è quello che fornisce direttamente al consumer le applicazioni vere e proprie e i servizi richiesti.

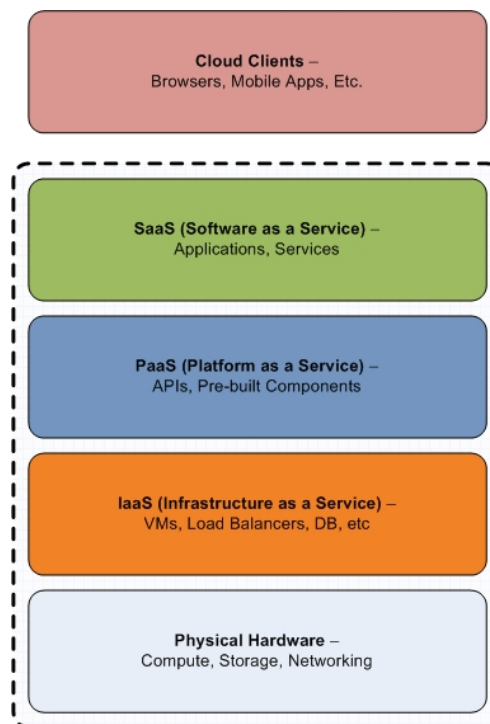


Figura 1.1: Semplificazione di Cloud stack

1.1.1 Infrastructure as a Service (IaaS)

Questa tipologia di servizio offre al consumer le risorse hardware sul quale egli potrà poi installare sistemi operativi, software e applicazioni di qualunque tipo. Il consumer avrà la percezione di lavorare su una macchina reale tutta per sè, ma in realtà ciò che viene fornito è una macchina virtuale basata su hardware reale. La richiesta di aumento di prestazioni da parte di un consumer non deve però interferire con le prestazioni delle altre macchine virtuali che stanno contemporaneamente sfruttando lo stesso hardware fisico. A questo scopo occorre potenziare i componenti del sistema che si occupano della gestione delle risorse e quelli che si occupano della sicurezza del sistema stesso.

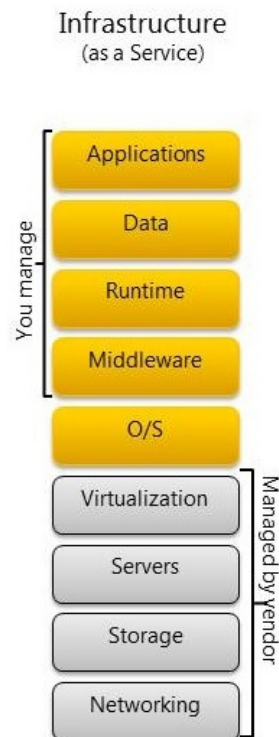


Figura 1.2: Gestione nell'IaaS

1.1.2 Platform as a Service (PaaS)

Con questo tipo di servizio il consumer potrà distribuire applicazioni da lui acquisite o realizzate tramite linguaggi di programmazione e strumenti supportati dal provider dell'infrastruttura. Ciò significa che il consumer non ha il controllo e la gestione della sottostante infrastruttura, che include server, reti, sistemi operativi, storage, ma ha il controllo sulle applicazioni distribuite e, se possibile, sulle configurazioni dell'ambiente che le ospita. In questo caso il problema dell'isolamento è ancora più rilevante perché deve essere garantito anche a livello di componenti. La piattaforma deve essere in grado di gestire più consumers che lavorano insieme su di essa, in modo da impedire a componenti di un determinato consumer di accedere a dati e componenti sviluppati da altri. Può anche essere necessario, invece, accedere a determinati servizi di un altro componente, comunicare con esso e usare funzionalità di memorizzazione di massa messe a disposizione dalla piattaforma.

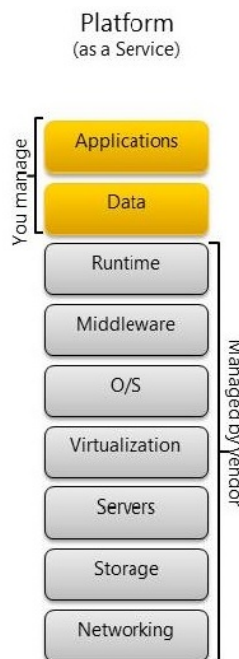


Figura 1.3: Gestione nel PaaS

1.1.3 Software as a Service (SaaS)

Questo tipo di servizio mette a disposizione del consumer degli applicativi software che possono essere utilizzati accedendo tramite un qualsiasi programma client. Il consumer non ha il controllo sulla sottostante infrastruttura, che include reti, server, sistemi operativi, storage o anche applicazioni individuali, ma può al limite controllare qualche impostazione di configurazione per applicazioni specifiche. Anche in questo caso, il consumer deve avere la percezione di essere l'unico a utilizzare l'applicazione. Per fare ciò si possono replicare le istanze dell'applicazione per ogni consumer (scelta sconsigliata e spesso infattibile) oppure si può rendere l'applicazione consapevole di avere più consumers attivi contemporaneamente, garantendo il giusto isolamento e la corretta condivisione dei componenti.

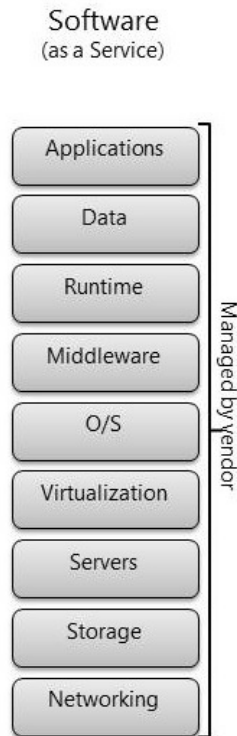


Figura 1.4: Gestione nel SaaS

1.2 I modelli di Cloud

Vi sono diverse tipologie di sistemi Cloud, le quali si differenziano tramite caratteristiche valutabili in base all'utilizzo finale.

1.2.1 Public Cloud

In questo modello di Cloud si ha di norma un provider che gestisce risorse hardware e software e una serie di consumers che sfruttano queste risorse, spesso tramite metodi di pagamento pay-per-use. Questo modello è adatto soprattutto a piccole o medie aziende che così pagano soltanto per quello che utilizzano senza dover affittare o acquistare cluster fisici.

Gli svantaggi consistono nel dover pagare i costi di contratto con il provider per tutta la durata di vita del prodotto, ma il problema principale riguarda la sicurezza. I consumers non sanno dove effettivamente sono allocati i loro dati e in più essi non possono gestire le politiche di sicurezza, che è compito del provider. Dal punto di vista della sicurezza è preferibile utilizzare il modello di Cloud privato.

1.2.2 Private Cloud

Questo modello di Cloud prevede una infrastruttura dedicata interamente ad una sola azienda, quindi gestita solamente da essa senza contratti con terze parti. Un primo svantaggio di questo modello consiste nel costo che l'azienda deve sostenere per avere questo tipo di servizio perchè tutti i costi di gestione e manutenzione sono addebitati interamente all'azienda stessa. Il vantaggio principale però consiste nella sicurezza. Con questo modello, infatti, è l'azienda che si occupa di gestire le politiche di sicurezza, è a conoscenza dell'ubicazione dei propri dati ed è anche la sola che utilizza i servizi offerti dal Cloud. Lo svantaggio principale è relativo alla scalabilità perchè si ha un numero limitato di risorse, a differenza del Cloud pubblico nel quale il consumer ha la percezione di risorse illimitate. Questo può creare problemi e fastidiosi ritardi, quindi un modo per risolvere il problema è il private virtual Cloud. In questo modello si costruisce un Cloud privato basandosi su un Cloud pubblico e non sulle risorse dell'azienda. Con questa soluzione si risolve il problema della scalabilità, ma si deve tener conto del

fatto che la sicurezza non sarà massima come lo era per un Cloud privato puro.

1.2.3 Community Cloud

Una Community Cloud può essere realizzata come una porzione isolata di Public Cloud o di Private Cloud oppure come un ambiente computazionale completamente isolato. In questo modello, organizzazioni che si conoscono e si fidano le une delle altre e che hanno bisogno di condividere informazioni o risorse formano una Community Cloud che conterrà tutto ciò che le aziende devono condividere per poter lavorare insieme.

1.2.4 Hybrid Cloud

Questo modello mette insieme i tre tipi di Cloud visti precedentemente per poter avere maggiori benefici e adeguarsi al meglio alle esigenze dei consumers, pur mantenendo le caratteristiche di ognuno ben distinte. Tipicamente viene utilizzato quando le aziende vogliono mantenere privati certi tipi di servizi o risorse, ma allo stesso tempo condividere una parte di essi per abbattere i costi e fornire loro maggiore dinamicità. Un esempio può essere quello di un'azienda che mantiene tutti i dati e le applicazioni su un Cloud privato, ma nel momento in cui le risorse interne finiscono va ad utilizzare i servizi offerti da un Cloud pubblico. Quindi in situazioni normali si utilizzano servizi e risorse computazionali interni all'azienda, mentre in situazione di bisogno si scala su Cloud pubblico. Un altro esempio può essere l'azienda che decide di utilizzare i servizi di storage di un Cloud pubblico per memorizzare informazioni meno sensibili, oppure che espone certi servizi su Cloud pubblico proprio perchè questi devono essere pubblici per poter essere utilizzati da altre organizzazioni.

1.3 Virtualizzazione

La virtualizzazione è la tecnologia chiave del Cloud Computing e verranno qui elencate brevemente le sue caratteristiche e le sue componenti principali. Per virtualizzazione si intende la creazione di una versione virtuale di una risorsa fornita fisicamente. Qualsiasi risorsa hardware o software può essere virtualizzata: server, memoria, sistemi operativi, programmi applicativi e

anche reti di comunicazione. In questo caso, il processo di virtualizzazione che ci interessa è la virtualizzazione di piattaforme hardware, che permette di creare risorse hardware simulate che potranno poi essere utilizzate come macchine vere e proprie dagli utenti, i quali non hanno conoscenza dei dispositivi fisici che stanno effettivamente utilizzando. Viene chiamata macchina host la macchina sulla quale effettuiamo la virtualizzazione e macchina guest la macchina virtuale vera e propria. I componenti principali su cui si basano le tecnologie di virtualizzazione sono:

- **Virtual Machine:** crea un ambiente virtuale che emula un'intera macchina fisica. La macchina virtuale si comporta esattamente come un computer fisico ed è possibile dotarla di hardware virtuale. È possibile memorizzarla come immagine del disco rigido del computer, con alcune meta-informazioni, come le risorse disponibili e le loro caratteristiche. Una macchina virtuale può essere spostata da un server a un altro.
- **Hypervisor:** o Virtual Machine Manager, gestisce i sistemi operativi ospiti su un server fisico e presenta loro una vista virtualizzata delle risorse hardware fisiche.

In seguito vengono elencati i principali modi di fare virtualizzazione.

1.3.1 Virtualizzazione Completa

In questo caso l'Hypervisor provvede a simulare un sistema hardware completo e standardizzato, rendendo trasparente alla Virtual Machine il fatto di trovarsi all'interno di una infrastruttura virtualizzata. L'Hypervisor intercetta e interpreta tutte le chiamate fatte dalla Virtual Machine e le mappa in opportune interazioni con l'hardware sottostante.

1.3.2 Paravirtualizzazione

Con questo tipo di virtualizzazione ci si appoggia direttamente all'hardware fisico, senza ricorrere alla simulazione dello stesso. L'Hypervisor avrà il compito di controllare e regolamentare l'accesso all'hardware sottostante da parte delle Virtual Machine. In questo ambito le istruzioni vengono

eseguite direttamente sul processore senza alcun tipo di intermediazione. Con questo approccio il sistema operativo ospite è consapevole di trovarsi su un'architettura virtualizzata, per cui deve essere reso compatibile con l'ambiente. La paravirtualizzazione ha costi di manutenzione elevati perchè spesso sono necessarie profonde modifiche al kernel del sistema operativo. Il vantaggio principale però si ha in termini di performance elevate ed è per questo che la paravirtualizzazione risulta ampiamente utilizzata.

1.3.3 Virtualizzazione hardware assistita

Questo approccio consente la virtualizzazione supportata direttamente dall'hardware. È più difficile da definire perchè ci sono opinioni contrastanti in merito: alcuni lo ritengono un vero e proprio approccio diverso dalla virtualizzazione, altri lo considerano un supporto tecnologico agli altri due metodi di virtualizzazione visti in precedenza. In entrambi i casi, comunque, vengono adottate specifiche soluzioni hardware per aumentare le performance dei sistemi virtualizzati. Un esempio può essere Intel Virtualization Technology (Intel VT10) che implementa il supporto hardware alla virtualizzazione accelerando il passaggio di controllo dal sistema operativo ospitante e quello ospitato, permettendo l'assegnamento di alcuni dispositivi di input o output unicamente al sistema ospitato e ottimizzando l'uso delle reti.

Capitolo 2

Evoluzione storica del Cloud Computing

In questo capitolo si intende creare una panoramica sul Cloud Computing in termini storici. Si vedrà quindi come il Cloud è nato, qual è lo stato dell'arte e quali sono le prospettive per il futuro.

2.1 Nascita del Cloud Computing

Contrariamente a quanto si possa pensare, il Cloud Computing ha origini lontane rispetto ai giorni nostri. Già dall'avvento del computer si iniziava a parlare di questa tecnologia, seppur non chiamandola con il nome che conosciamo oggi. Nel 1961 John McCarthy tiene un discorso per celebrare il centenario del MIT ed è qui che si inizia a parlare di tecnologia Cloud. Nel suo discorso, McCarthy propone pubblicamente l'idea che il metodo Time Sharing¹ dei computer può portare a un futuro dove la potenza dei calcolatori e specifiche applicazioni possono essere vendute secondo il modello economico dell'utilità.

¹Il Time Sharing è un approccio concorrente all'uso delle risorse da parte del sistema operativo. L'attività della CPU viene suddivisa in quanti (o intervalli temporali) che vengono poi assegnati sequenzialmente ai processi di uno o più utenti. Non è necessario che il sistema sia multiutente, ma se lo è allora più utenti possono interagire con il sistema centralizzato ciascuno con un proprio terminale in time-sharing. La CPU viene utilizzata per rispondere alle richieste degli utenti, passando rapidamente dall'uno all'altro (context switch), dando a ciascuno di loro l'impressione di avere la CPU tutta per sé.

Nel 1966 il professor Douglas Parkhill pubblica il libro “Challenge of the Computer Utility” nel quale mette il mondo IT² sullo stesso piano (a livello di consumo e fruizione) di servizi come acqua, gas o simili.

Si dovrà però aspettare ancora qualche anno per poter parlare veramente di Cloud Computing perchè all’epoca il mondo non era ancora pronto a una visione di questo tipo.

Negli anni settanta vengono create le prime network private, ma il tutto viene utilizzato soltanto dalle grandi aziende in quanto i costi per queste tecnologie sono ancora elevatissimi.

Negli anni ottanta ARPAnet³, grazie all’avvento dei personal computer, riesce a diffondere la rete anche al di fuori degli ambiti istituzionali e accademici ed è già qui che si iniziano a sviluppare le prime architetture completamente distribuite. Vengono così coinvolti nella rete anche utenti comuni. È infatti negli anni 1982 e 1983 che nasce Internet.

Nel 1989 viene ufficialmente rilasciato al CERN il nostro odierno WWW⁴, i computer non sono solo calcolatori fini a se stessi, ma diventano una rete collegata senza connessioni fisiche. Nel corso degli anni novanta si creano domini e si sviluppa la rete, nascono forum, servizi email e bancari. Nel 1997 Ramnath K. Chellappa introduce per la prima volta il termine Cloud Computing e lo definisce come “un paradigma informatico dove i confini dell’elaborazione dei dati vengono determinati più da ragioni economiche che da limiti tecnici” [19]. Nel 1999 Salesforce è la prima azienda a fornire servizi di Cloud Computing alle imprese e conia il termine Software as a Service. Un anno prima, nel 1998, nasce VMware, pilastro del Cloud e della virtualizzazione, che offre anche servizi di Infrastructure as a Service. Nel 2006 Google lancia servizi che funzionano direttamente dal browser, che sostituiranno programmi di uso corrente (ad esempio Gmail). Sempre Amazon compie un altro passo in avanti lanciando Web Services e creando il termine Platform as a Service, così si inizia a usare il Cloud come piattaforma di utilizzo per sistemi operativi.

²Information Technology

³Advanced Research Projects Agency NETwork - fu una rete di computer studiata e realizzata dal DARPA, agenzia del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti responsabile dello sviluppo di nuove tecnologie ad uso militare

⁴World Wide Web

2.2 Stato dell'arte del Cloud Computing

A partire dal 2010 il Cloud Computing ha avuto un boom incredibile e si sta affermando sempre di più nelle nostre realtà quotidiane. Il sondaggio di Rightscale [1] sullo stato del Cloud Computing del 2014, effettuato interrogando 1.068 professionisti tecnici sulla loro adozione di questa tecnologia, ha riscontrato che il 6% delle aziende ancora non ha fatto programmi sull'utilizzo o meno del Cloud, il 18% sta studiando le varie opzioni in vista di un futuro utilizzo, il 29% ha adottato questa tecnologia in azienda da poco ed è ancora in fase di apprendimento lavorando sui primi progetti, il 25% ha già qualche progetto e qualche applicazione sul Cloud e sta lavorando per espandere il proprio utilizzo di questa tecnologia, il 22% lavora già intensamente sul Cloud e ha come obiettivo quello di perfezionarsi e ridurre al minimo i costi. Ciò significa che il 94% degli intervistati ha adottato il Cloud per la propria azienda. È interessante notare, però, che la maggiore concentrazione sta tra chi ha appena iniziato e chi ha fatto qualche progetto. Per quanto riguarda la strategia adottata, il 74% delle aziende utilizza Cloud ibrido, il 13% solo Cloud pubblico e il 9% solo Cloud privato.

Lo stesso sondaggio effettuato a gennaio 2015 mostra come già in così poco tempo le cose stiano cambiando. Questo sondaggio è stato effettuato su 930 professionisti tecnici ed è emerso che il 93% di essi sta eseguendo applicazioni o sperimentando su Cloud. Il 10% degli intervistati ancora non pianifica il Cloud per la sua azienda, il 15% è ancora in fase di studio, il 23% è alle prese con i primi progetti, il 26% ha già applicazioni sul Cloud e il restante 26% lo usa intensamente da tempo. L'82% delle aziende ha adottato una strategia di Cloud ibrido, contro il 74% dell'anno precedente. Il 10% utilizza solo Cloud pubblico, il 5% solo Cloud privato e il 3% non ha fatto progetti. Questi numeri dimostrano come il Cloud stia diventando una realtà quotidiana nelle vite delle aziende e come le stesse stiano sempre più investendo in questa nuova tecnologia.

2.3 Il futuro del Cloud Computing

In questa sezione si parlerà di cosa ci si aspetta dal Cloud Computing nei prossimi anni e quali sono le opinioni dei vari critici.

Secondo CloudTweaks [2] entro il 2020 si avranno tra i 40 e gli 80 miliardi di dispositivi connessi nel mondo e i tipi di prodotti e servizi che ci aspettiamo

di vedere nel prossimo decennio saranno come fantascienza per le vecchie generazioni. Per le nuove generazioni, nate in un'adozione naturale e più trasparente dei servizi di Cloud Computing, che già utilizzano tecnologie di elaborazione dei dati più veloci e con più alte densità, tutto questo non sarà niente di speciale. Per il momento Internet è una relazione tra umano e umano (human-to-human), ma le cose stanno cambiando perchè il futuro sarà una comunicazione tra tutto e tutto (everything-to-everything). Con questo nuovo concetto si definiscono le persone come cose, alla pari con tutto il resto. Dal quarto sondaggio annuale fatto nel 2014 sul futuro del Cloud Computing [3] è emerso che attualmente il 66% dei dati è sul Cloud. Si prevede che nei prossimi due anni questo dato salirà al 73%. Si ipotizza che il traffico personale di dati sul Cloud passerà da 1.7 exabyte⁵, registrati nel 2012, a 20 exabyte nel 2017 (5 exabyte corrispondono a tutte le parole che l'essere umano può pronunciare). Entro il 2017 quasi i due terzi di tutto il carico di lavoro sarà processato nei Cloud Data Centers. Attualmente l'uso del Cloud di tipo ibrido è pari al 42% e si prevede che crescerà fino al 55% nei prossimi due anni. Sia tra i fornitori che tra gli utenti aziendali, l'Hybrid Cloud è il più comune e si presume che sia destinato a crescere sempre di più nei prossimi cinque anni. Dal 2014 al 2019 l'adozione dell'Hybrid Cloud aumenterà del 44% per gli utenti e del 23% per i fornitori.

Secondo Matthew Finnie, CTO⁶ di Interoute [4], già dal 2015 non si parlerà più di "cos'è il Cloud e se è meglio quello pubblico o privato", ma si entrerà nel merito di quello che è il suo uso. Si cominceranno a valutare le diverse architetture possibili e la loro sostenibilità in relazione al tipo di carico e servizi che le aziende puntano a far evolvere verso il Cloud. Interoute è convinta che il Cloud sia ancora in una fase embrionale della propria evoluzione e quindi vuole cercare di focalizzarsi sulla prossima fase, che sicuramente avrà un impatto maggiore. In questa nuova fase la richiesta di avere servizi on demand sul Cloud pubblico con la sicurezza, la facilità e l'immediatezza del Cloud privato si avrà con l'integrazione e l'automazione della rete con tre elementi fondamentali: CPU, RAM e storage. Si avrà un'unica infrastruttura di rete con controllo diretto. Computing si leggerà Processing e per Network si intenderà Comunicazione tra Processi. Questo significherà poter automatizzare le reti, con il Computing e il core routing che agiranno sempre più come policy (regole) e dati (contenuti). Si opererà e svilupperà

⁵1 exabyte corrisponde a 10^{18} byte

⁶Chief Technology Officer, manager di primo livello e membro del direttivo.

direttamente sulle reti globali e non più come test in laboratorio. Il secondo punto sarà quello di avere potenza di calcolo distribuita, sulla scia di Internet degli esordi, più pervasiva e flessibile rispetto al modello di accesso semplificato di “un grande centro di calcolo” da “qualche parte” nel Cloud. Terzo punto è quello di avere come norma la comunicazione M2M⁷. Per far sì che questa si diffonda e diventi sempre più smart è necessario avere una piattaforma globale, ma anche locale, con una separazione sicura per sviluppare al meglio la sua applicabilità. Come per la distribuzione di Internet, il Cloud diverrà la soluzione più veloce e agile per la comunicazione M2M. Altre ipotesi sul futuro del Cloud Computing provengono da HostingTalk [5], secondo il quale ci saranno cinque tecnologie che miglioreranno il Cloud nel futuro. Il loro obiettivo è stato quello di indagare sulle opportunità offerte da alcuni prodotti che in futuro potrebbero cambiare ulteriormente il Cloud Computing, migliorandolo sotto molteplici aspetti. Il Cloud Computing offre già un’incredibile flessibilità nella gestione delle risorse, ma si iniziano a diffondere tecnologie e piattaforme che lo renderanno ancora più completo e futuribile. La prima tecnologia da sviluppare è quella che permetterà agli utenti di impostare un ambiente Cloud automatizzato, capace di effettuare il provisioning e il de-provisioning delle risorse in maniera completamente automatica, attraverso opportuni controlli sulle applicazioni, sugli utenti e sui carichi di lavoro. La seconda tecnologia sarà quella di avere un Cloud agnostico, cioè un Cloud per il quale non sarà necessario sapere se si tratta di tipo pubblico, privato o ibrido, ossia non curandoci di conoscere la reale natura delle risorse che stiamo amministrando. Sistemi di controllo interconnessi e veicolati tramite API permetteranno di lavorare con qualsiasi Cloud Computing concentrandosi solo sulla modellazione. La terza tecnologia prevede di avere un hardware destinato ad apparire virtualizzato, per consentire un controllo più preciso e centralizzato delle risorse del Cloud Computing indipendentemente dall’infrastruttura su cui esse si basano (tecnologie Software-Defined). Quarta tecnologia: con il Cloud si avranno più risorse, migliore banda e molti più utenti e gruppi che si conatteranno all’infrastruttura. Serve un’ottimizzazione della WAN, che non potrà però limitarsi a ottimizzare il traffico, ma bisognerà creare metodologie di distribuzione sempre più precise e puntuali. Il quinto punto sarà quello di avere un sistema operativo con cui gestire un intero Data Center. Sarà un’opportunità futura offerta agli amministratori, consentendo alle ri-

⁷Machine-to-Machine

sorse di un Data Center di evolversi in senso virtuale.

Le tecnologie Software-Defined raggruppano livelli virtuali di controllo delle risorse, indipendenti dall'hypervisor di competenza e dal luogo dove le risorse sono disponibili. Alcune tecnologie astraggono completamente il livello del networking per garantire una gestione facilitata delle risorse di rete di un intero data center. Altre tecnologie astraggono il livello storage per garantire l'opportunità di allocare capacità senza preoccuparsi del repository storage hardware appropriato.

Le tecnologie e le metodologie di Cloud ibrido non saranno soltanto un insieme delle caratteristiche di Cloud pubblico e privato, ma una varietà di servizi esterni capaci di integrarsi perfettamente con qualsiasi piattaforma Cloud per permettere un controllo delle risorse, delle utenze, dei workload con un unico accesso e senza ulteriori preoccupazioni tecnologiche.

Tecnologie di Cloud automation: le risorse possono essere distribuite fra i differenti data center, differenti regioni e paesi senza difficoltà, con un uso intelligente delle risorse dovuto a un migliore bilanciamento e a una distribuzione automatizzata dei carichi di lavoro e delle capacità computazionali. Il Cloud agnostico permetterà alle organizzazioni di non focalizzarsi sulle infrastrutture, ma sui contenuti da distribuire in modo ottimizzato a un ambiente di utenti disperso tra una miriade di dispositivi.

Capitolo 3

Sviluppo economico del Cloud Computing

In questo capitolo si intende evidenziare qual è la crescita economica del Cloud Computing e come è cambiata l'opinione delle aziende in merito alla sua adozione. Si vedranno quali sono i principali vantaggi che le aziende possono trarre dall'adozione di tecnologie Cloud e dalle varie indagini si estrapoleranno i tipi di Cloud più utilizzati dalle aziende, quali sono le motivazioni per cui ancora alcune aziende non hanno preso in considerazione l'adozione di questa tecnologia e se hanno intenzione di adottarla in un futuro prossimo.

3.1 Vantaggi del Cloud Computing per le aziende

Il Cloud Computing permette alle aziende di ridurre l'incidenza del costo di IT e di controllare meglio le spese associate ad attività quali l'IT pagando solo per la potenza di calcolo o di archiviazione dei dati che viene effettivamente utilizzata. Al momento la maggior parte del budget dell'IT è destinato al mantenimento di servizi e infrastrutture esistenti, mentre con il Cloud Computing ci si potrà dedicare ad attività di ricerca e sviluppo e quei progetti che prima sembravano impossibili a causa del loro costo adesso possono essere presi in considerazione. Il Cloud Computing quindi riduce i costi di impresa in quanto semplifica significativamente il dimensionamento

iniziale dei sistemi e delle applicazioni IT e permette di sostenere gradualmente lo sforzo di investimento richiesto per gli opportuni adeguamenti tecnologici e l'erogazione di nuovi servizi. Questa tecnologia consente alle imprese di ridurre il numero dei server, standardizza, raggruppa le risorse e automatizza molte delle attività di manutenzione attualmente eseguite manualmente. Le architetture Cloud abbattano contemporaneamente le spese di manutenzione delle apparecchiature, quelle per le licenze e l'aggiornamento dei software, per l'immagazzinamento dei dati, per la sicurezza e per l'energia. Il Cloud Computing consente ai clienti di espandere o contrarre la potenza informatica in funzione delle reali esigenze, permette di gestire i picchi di potenza di calcolo con aumento di capacità ed evita investimenti destinati a diventare obsoleti dopo pochi anni. Si favorisce pertanto un uso flessibile, a self-service, e forme di pagamento a consumo, trasformando l'IT in una vera e propria utility. Le imprese non hanno quindi bisogno di pagare per servizi che non sono utilizzati, a differenza dei sistemi tradizionali in cui le risorse elaborative sono sovradimensionate ex ante per far fronte al caso peggiore in cui la domanda di energia computazionale raggiunge i picchi più elevati. Mentre la virtualizzazione ha permesso alle imprese di aumentare l'utilizzo dei server, il Cloud Computing fa un passo ulteriore per assumere la gestione di utilizzo dei server, riducendo lo spreco nella potenza di calcolo.

Secondo Cloud Industry Forum [6], le soluzioni Cloud Computing sono molto più economiche rispetto alle implementazioni informatiche tradizionali. Semplici modifiche alle pratiche di lavoro, tali da permettere di lavorare da casa o comunque da qualsiasi luogo, possono migliorare notevolmente la produttività delle imprese e delle amministrazioni pubbliche. Il Cloud Computing facilita l'accesso ai dati e ai programmi in remoto, sempre e da qualunque computer connesso a Internet, inoltre permette di installare più velocemente nuove funzionalità e di integrarle con quelle già esistenti ed erogate via Cloud; questo permette di ridurre i tempi scanditi dalla programmazione, dal decision-making e dal deployment. Il Cloud Computing permette di avere un ambiente informatico ad elevata resilienza in quanto si ha il vantaggio di rimuovere i singoli punti di guasto. Il fallimento di un nodo del sistema non ha nessun impatto sulla disponibilità delle informazioni e non comporta tempi di inattività percepibili. L'obiettivo è quello di garantire che i dati critici, i sistemi, i processi, le risorse umane e le infrastrutture siano in funzione prima, durante e dopo un evento di interruzione

dell'attività. Questa resilienza si basa su due principali iniziative operative: disaster recovery per sistemi di IT e business continuity per i processi aziendali, le risorse umane e le infrastrutture. Nelle soluzioni PaaS, ad esempio, l'applicazione automatica di patch e aggiornamenti ai sistemi Cloud migliora significativamente la sicurezza di tutti i dati e delle applicazioni, in quanto la maggior parte delle vulnerabilità agisce su sistemi non aggiornati. I vantaggi che il Cloud Computing offre alle imprese possono essere sintetizzati in una riduzione di costo di produzione. La valorizzazione dei vantaggi economici considera infatti tanto gli aspetti monetari quanto quelli non monetari. Oltre ai costi legati agli investimenti, all'operatività delle infrastrutture e all'utilizzo dei servizi, è necessario includere un costo che non emerge da transazioni di mercato. Questo costo è, ad esempio, il costo opportunità del tempo necessario per svolgere attività quali aggiornamento del software, apprendimento e implementazione di nuove normative, oppure per attivare il processo decisionale volto all'acquisto, l'installazione e l'avvio di nuove infrastrutture per rispondere alle mutevoli esigenze del mercato. Si possono analizzare questi vantaggi economici utilizzando un semplice modello per un'impresa con costo variabile e prezzo di vendita costante che permette di tracciare le semirette di costo (i costi totali sono dati dalla somma verticale di costi fissi e variabili) e di ricavo in funzione della quantità prodotta da un'impresa. Si individua così il punto di break-even, ovvero le quantità prodotte che permettono di avere il pareggio di bilancio (punto q_1 in Figura 3.1). L'area rossa del grafico in Figura 3.1 rappresenta l'area in cui l'azienda subisce perdite, al di sopra del punto di break-even l'azienda ottiene profitti crescenti al crescere delle quantità prodotte. Il Cloud Computing permette di risparmiare sui costi fissi derivanti dall'investimento in IT da sostenere nella fase iniziale del business (quando generalmente si producono meno quantità), trasformandoli in un costo operativo per l'impresa. Il servizio acquistato diventa un costo variabile che può aumentare e diminuire in funzione della domanda e quindi della produzione. Riducendosi il costo fisso dell'IT, e quindi i costi complessivi, e aumentando conseguentemente il costo variabile dell'IT, e quindi i costi variabili complessivi (aumento dovuto alla logica pay-per-use), si determina una riduzione del costo totale. Ipotizzando che l'aumento dei costi variabili IT non incida sui benefici che si traggono dalla riduzione dei costi fissi IT, il Cloud Computing permette alle imprese di raggiungere prima il break-even point, riducendo così l'area rossa delle perdite. In Figura 3.2 si nota come il punto di break-even passa

da q_1 a q_2 .

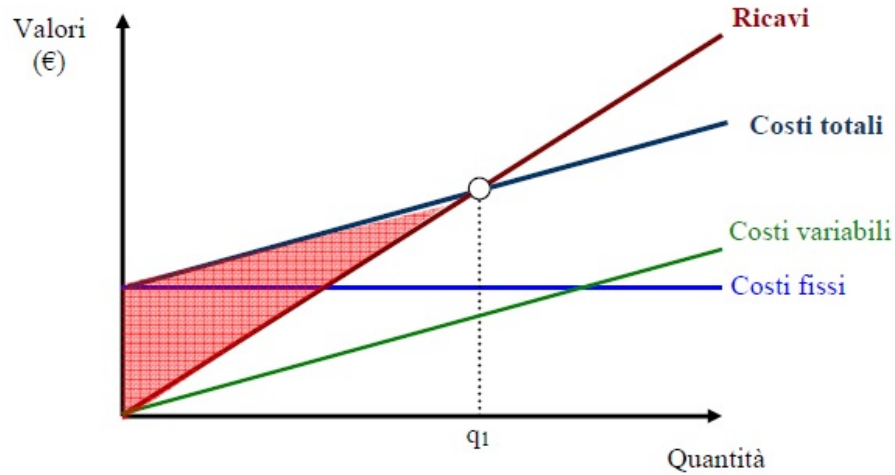


Figura 3.1: Costi di impresa e break-even point

Il Cloud Computing, però, consente anche la riduzione dei costi variabili. Innanzitutto, data center di grandi dimensioni consentono di diminuire le spese sostenute per i server. Inoltre, oltre che sulla parte infrastrutturale, il Cloud Computing incide sul costo del lavoro consentendo a un solo amministratore di sistema la gestione di un numero di server superiore rispetto al numero di server gestibile in assenza di Cloud. Il vantaggio consiste anche nella variabilità nell'utilizzo delle risorse software e alla possibilità di utilizzare in ogni momento solo la quota di risorse necessarie. La possibilità di usare applicazioni multi-tenant è un'ulteriore fonte di risparmio in quanto consente a diversi utilizzatori di fruire di un'unica istanza dell'applicazione simultaneamente, spalmando quindi i costi fissi dell'applicazione. La maggiore efficienza dei fornitori di Cloud Computing permette una riduzione del prezzo del servizio offerto e quindi una riduzione del costo variabile per le imprese. Si riduce così l'inclinazione del costo variabile IT e quindi dei costi variabili complessivi riducendo perciò i costi totali. Si arriva così ancora prima al punto di break-even come mostrato in Figura 3.3 (passaggio da q_2 a q_3).

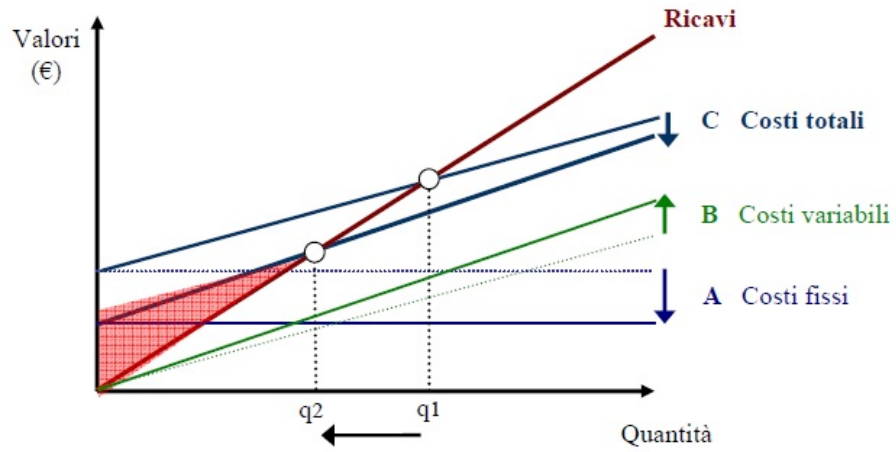


Figura 3.2: Effetto sul break-even point della riduzione del costo fisso dell'IT

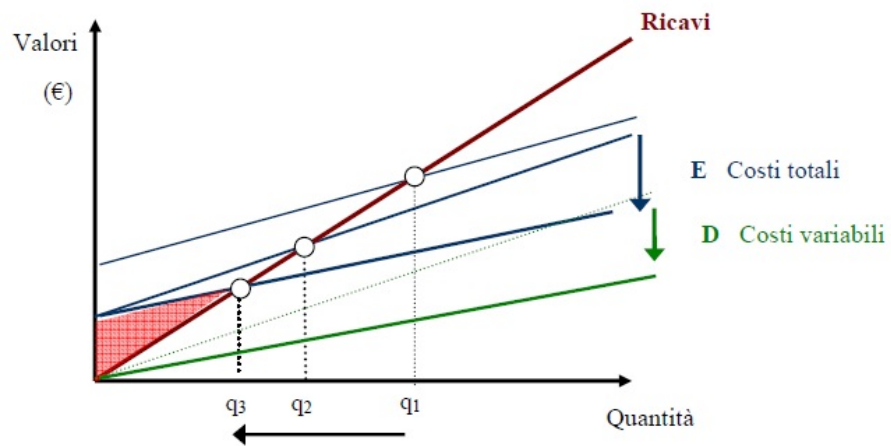


Figura 3.3: Effetto sul break-even point della riduzione del costo variabile dell'IT

Secondo il McKinsey Global Institute [7], il Cloud Computing farà parte della rivoluzione tecnologica del mondo. Questa tecnologia si rivela strategica soprattutto per le piccole e medie imprese. I principali vantaggi sono da ricercare sia nella riduzione dei costi nella gestione delle tecnologie informatiche attraverso software (SaaS), piattaforme (PaaS) e infrastrutture (IaaS), che nell'archiviazione e gestione di dati accessibili in qualunque momento e da qualsiasi posizione, anche in mobilità. Secondo il report del McKinsey Global Institute, il Cloud Computing è in grado, da qui a dieci anni, di far girare un'economia da 1700-6200 miliardi di dollari l'anno e sempre più imprese faranno riferimento a servizi Cloud.

Webmasterpoint [8], inoltre, dichiara che il 2015 sia stato individuato come l'anno della consacrazione del Cloud Computing anche in Italia. Il Cloud Computing appare sempre più come una tecnologia fondamentale ed è per questo che si prevede che almeno fino al 2016 la spesa per la ricerca sulle applicazioni Cloud sarà in testa nelle classifiche di spesa del settore IT, con previsioni che dicono che la metà delle aziende italiane, entro il 2017, avrà implementato soluzioni Cloud. Secondo l'indagine di IDC Italia, il 40% delle aziende italiane utilizza servizi Cloud e il 39% ha aumentato il fatturato con la creazione di prodotti e servizi innovativi legati al Cloud.

Il Sole 24 Ore [9] mette in luce anche un altro aspetto dei vantaggi che possono portare le tecnologie Cloud per le aziende. Il Cloud non serve soltanto a contenere la spesa in hardware e in licenze software, ma anche ad allineare l'IT con le esigenze d'impresa. Il problema delle imprese di ogni dimensione è oggi il minor tempo a disposizione per portare a compimento i progetti. Il mercato richiede dinamismo, agilità e prontezza nel cogliere le opportunità. Non c'è più il tempo per pianificare e predisporre le risorse ideali, per cui vanno bene supporti più standardizzati, purché affidabili e disponibili nel momento giusto. Il Cloud Computing permette di avere risorse informatiche più flessibili e veloci. Con il Cloud pubblico è più facile gestire nuovi progetti perché non servono grandi risorse finanziarie per comprare sistemi IT o pagare consulenti. Non si perde tempo nell'installazione, nella gestione del software e nell'aggiornamento dei sistemi operativi. Le applicazioni Cloud pubbliche possono avere un livello di personalizzazione basso, ma questo può anche essere visto come un vantaggio: le personalizzazioni del software sono molto costose e vincolanti per ogni evoluzione futura e per questo è meglio utilizzare soluzioni standard quando le priorità sono velocità e dinamismo. Le applicazioni standard sono, in genere, più facili

da usare, richiedono meno formazione e rendono possibile l'apprendimento attraverso i supporti online già disponibili. Imprese agili e mobili trovano nel Cloud Computing il loro supporto ideale. Applicazioni e archivi dati accessibili in Cloud eliminano le asimmetrie di accesso ai sistemi informativi tra persone che operano in azienda e in esterno, tra sede centrale e filiali, tra il professionista che lavora in sede e quello che lavora presso i clienti. Poichè l'accesso ai dati e alle applicazioni è possibile in qualunque parte del mondo, risulta più semplice distaccare persone presso un cliente, aprire un ufficio all'estero per un progetto, rimediare a un guasto della rete locale, all'inagibilità dell'ufficio, o alla necessità di un dipendente di lavorare da casa. Il Cloud abilita modelli d'impresa più flessibili, consente di ampliare l'area di reclutamento di professionisti ed esperti, facilita la creazione di alleanze con altre aziende su specifici progetti o iniziative commerciali. Il Cloud Computing si sposa molto bene con l'utilizzo sempre più esteso dei dispositivi mobili. Le applicazioni in Cloud sono pensate per poter operare con clienti remoti su reti insicure, quindi minimizzando gli effetti della latenza e utilizzando modelli di sicurezza più efficaci. Questo permette all'azienda di semplificare le dotazioni hardware e permette ai dipendenti e ai collaboratori di usare il loro dispositivo personale, che sicuramente sanno utilizzare e trattare con la massima cura.

Sempre secondo Il Sole 24 Ore, il Cloud Computing consente alle aziende di ottenere una serie di benefici sia in termini di gestione contabile, che fiscale e finanziaria. Questo risulta particolarmente vero per le PMI¹ che oggi hanno la possibilità di usufruire di soluzioni software che fino a poco tempo fa erano disponibili solo per le grandi aziende, in quanto particolarmente onerose. Dal punto di vista fiscale, i benefici economici dell'adozione di servizi Cloud sono sicuramente maggiori rispetto all'acquisto di prodotti hardware e software. I costi sostenuti nell'anno fiscale sono deducibili interamente dal reddito dell'azienda, a differenza dei costi sostenuti per l'acquisto di componenti hardware e software che, secondo le normative fiscali vigenti, sono deducibili solo in diversi anni. Un ulteriore beneficio del Cloud Computing è quello di non dover accedere a nuovi finanziamenti per poter effettuare investimenti in infrastrutture hardware e software, in quanto i canoni corrisposti al fornitore di servizi Cloud sono già per loro natura rateizzati. Altro vantaggio per le aziende che adottano servizi Cloud è quello di non dover gestire in termini economici il Costo Totale di Possesso (TCO) di una certa

¹Piccole e Medie Imprese

tecnologia legato, ad esempio, al non dover fare il backup dei dati, al non dover procedere in autonomia agli aggiornamenti di prodotto o di sistema operativo, così come al non dover acquistare l'hardware necessario a supportare le nuove funzionalità del software in uso. Per quanto riguarda la gestione contabile, l'azienda potrà ottenere consistenti benefici in sede di stesura del bilancio in quanto, non acquistando direttamente componenti hardware e/o software, eviterà di gestire il carico dei beni ammortizzabili e, come conseguenza diretta, non avrà l'onere del calcolo degli ammortamenti relativi. Sotto il profilo contabile, l'unico adempimento previsto sarà l'obbligo di registrare periodicamente in contabilità la fattura relativa al servizio ricevuto.

Il motivo principale per il quale ancora poche aziende in Italia non adottano soluzioni Cloud è la sicurezza. Nell'immaginario collettivo c'è la convinzione che il Cloud non sia sicuro. Per le aziende non sapere esattamente dove si trovano i loro dati è motivo di rifiuto per questa nuova tecnologia, ma negli ultimi tempi le cose stanno cambiando. L'adozione di Cloud ibrido, ad esempio, può risolvere il problema della sicurezza perchè i dati più riservati e importanti dell'azienda possono comunque essere memorizzati nei dispositivi locali. Inoltre, tutti i più importanti provider di servizi Cloud ora presenti sul mercato garantiscono massima sicurezza in quanto le tecnologie con gli anni sono state sempre più affinate.

3.2 Le principali offerte Cloud

Oggi le offerte dei vari provider di servizi Cloud sono davvero tante. Qui vengono riportate le offerte principali presenti sul mercato con i relativi servizi offerti.

3.2.1 Infrastructure as a Service

IBM - SoftLayer offre servizi che operano in modo integrato ottenendo una soluzione Cloud altamente scalabile e di elevate prestazioni, con cui effettuare il *provisioning* self-service dei server virtuali e dei server "bare-metal". L'infrastruttura SoftLayer, disponibile in tutto il mondo, fornisce il controllo e la flessibilità necessari per gestire facilmente tutte le applicazioni Cloud, dalle più semplici alle più complesse. Alcuni dei servizi offerti sono:

- Server virtuali, permettono di configurare CPU, RAM e storage senza compilare moduli complicati e personalizzando la propria soluzione.
- Server bare-metal dedicati sono server dedicati con una serie completa di opzioni di aggiornamento e software su richiesta.
- Software di virtualizzazione, database e sistema operativo per il Cloud.
- Ambienti Cloud per le PMI, scalabili per espandersi a seconda delle esigenze di business.
- Disaster recovery implementa un processo e una strategia completa per gestire al meglio la disponibilità delle applicazioni di importanza critica.
- Ambienti ibridi, vengono creati con un'API. Si possono creare sistemi di gestione e sistemi di ticketing.

Per approfondire e iniziare a utilizzare IBM SoftLayer collegarsi al sito <http://www.softlayer.com/>.

Microsoft Azure è la piattaforma Cloud di Microsoft. Permette di creare, distribuire e gestire applicazioni come si preferisce. Azure supporta qualsiasi sistema operativo, linguaggio, strumento e framework, da Windows a Linux, da SQL Server a Oracle, da C# a Java. Permette la scalabilità rapida verso l'alto o verso il basso per rispondere alla domanda. I servizi offerti sono:

- Servizi Cloud, eliminano la necessità di gestire l'infrastruttura server. Permette la distribuzione di applicazioni e API infinitamente scalabili a elevata disponibilità.
- Database SQL, servizio di database relazionale che consente di creare, estendere e scalare rapidamente le applicazioni relazionali nel Cloud.
- Archiviazione, consente l'archiviazione di dati non relazionali, tra cui l'archiviazione di unità, BLOB, tabelle e codice.
- Macchine virtuali, consente di distribuire un'immagine di Windows Server o Linux nel Cloud. È possibile selezionare le immagini da un marketplace o usare immagini personalizzate.

- Siti Web, permette di distribuire applicazioni Web in un'infrastruttura Cloud affidabile e scalabile. È possibile adeguarsi rapidamente alle esigenze di traffico e applicazioni applicando scalabilità orizzontale, verticale o addirittura automatica.

È possibile visualizzare tutti i servizi e iniziare a utilizzare questa piattaforma sul sito <http://azure.microsoft.com/>.

3.2.2 Software as a Service

Google mette a disposizione applicazioni SaaS, le Google Apps, che permettono agli utenti di creare un ufficio virtuale completamente accessibile dal web. I principali servizi sono:

- Google Mail è una casella di posta elettronica gratuita che offre 7 GB di spazio per l'archiviazione dei dati ad ogni singolo utente e 30 GB alle aziende. È possibile accedere alla posta in qualunque momento e luogo, inoltre consente di lavorare anche quando non si è connessi a Internet. Gmail usa la tecnologia AJAX e utilizza le funzioni avanzate dei browser attraverso JavaScript. È anche disponibile una versione completamente in HTML che rende più rapida la consultazione, ma non consente di sfruttare i numerosi vantaggi di AJAX. Gmail offre anche un filtro per lo spam, cioè per quei messaggi malevoli, che il servizio Gmail riconosce automaticamente e sposta in un'apposita cartella cancellandoli dopo trenta giorni dalla segnalazione.
- Google Docs è un servizio di storage online di documenti.
- Google Plus è il nuovo social network sviluppato da Google.
- Youtube è il servizio online che permette di caricare e vedere video nel web in maniera completamente gratuita.
- Google Drive è un nuovo servizio proposto da Google e può essere definito l'evoluzione di Google Docs. Questa applicazione è un servizio di archiviazione di file in rete e mette a disposizione fino a 15 GB di spazio di archiviazione gratuito. Esso è stato integrato in Google Docs, Google Plus, Gmail ecc.

- Google Sites è un modo semplice di creare pagine web senza ricorrere all'uso di HTML o di codifica. È compatibile con più sistemi operativi come Windows, Mac e Linux. Gli amministratori del sito possono gestire le autorizzazioni di condivisione dei siti a livello aziendale, mentre gli autori possono condividere e revocare l'accesso ai file in qualsiasi momento.
- Google Maps consente di ottenere indicazioni stradali, visualizzare mappe ma anche ricercare attività commerciali come ristoranti, monumenti e negozi.

Uno dei maggiori vantaggi delle applicazioni offerte da Google, oltre ai modesti costi, è quello di essere allocate sul server e poter essere lanciate da remoto senza richiedere l'installazione di alcun software sul computer locale. Neanche i dati sono salvati in locale, questo consente di condividere i file con altri utenti che hanno diversi livelli di privilegio (sola lettura, accesso in scrittura ad alcune parti o a tutto il documento) e di utilizzare i file da qualunque computer da cui ci si collega alla casella di posta elettronica. La conservazione dei dati non in locale pone però seri problemi di privacy, per le aziende e per i singoli utenti, per quanto riguarda il rischio di attacchi e modifiche da parte di soggetti esterni. Per ridurre questi rischi, sono adottati sicuri protocolli di comunicazione e viene sfruttata la cifratura dei dati. È possibile esplorare i vari servizi accedendo al sito <https://www.google.it/intx/it/work/apps/business/>.

iCloud è simile al servizio offerto da Google e mette a disposizione servizi quali:

- iCloud Drive, permette di archiviare in sicurezza su Cloud qualsiasi tipo di file (presentazioni, fogli di calcolo, PDF, immagini e tanto altro). Così sarà possibile accedervi e utilizzarli quando si vuole e da qualsiasi dispositivo connesso.
- Foto, consente di condividere foto e video con chi si vuole. La Libreria foto di iCloud archivia gli scatti e i video e li rende subito accessibili dal sito iCloud e disponibili a tutti i dispositivi connessi al servizio.
- iTunes permette di acquistare e archiviare musica, sia quella acquistata da iTunes stesso, sia quella proveniente da altri servizi.

- Keychain memorizza le password di siti e applicazioni web e consente di spostarsi da un dispositivo all'altro senza dover effettuare nuovamente l'accesso o inserire di nuovo le credenziali.
- Backup è un servizio che effettua il backup dei dati automaticamente quando il dispositivo è in carica o collegato a un Wi-Fi.

Il servizio è disponibile registrandosi al sito <https://www.icloud.com/>.

Salesforce è una delle aziende che per prima ha investito sul Cloud e oggi si ritrova tra i venti miglior provider di servizi Cloud. I servizi più interessanti offerti sono:

- Gestione delle opportunità, permette di ottenere tutti i dettagli delle trattative del team di lavoro (fasi, prodotti, concorrenza, preventivi e molto altro). Fa rimanere sempre in contatto con le persone e le informazioni necessarie a concludere ogni vendita.
- Gestione delle prestazioni di vendita, consente di impostare obiettivi basati sulle metriche, offrire note di coaching e feedback continui. In più è possibile dare risalto a comportamenti vincenti con riconoscimenti e ricompense in tempo reale.
- Automazione del marketing, permette di creare, distribuire e gestire le campagne online. I team di vendita e marketing possono lavorare insieme per creare e qualificare nuovi investimenti, ridurre i cicli di vendita e dimostrare l'affidabilità del marketing.
- Mobile, trasforma il dispositivo mobile in un ufficio vendita portatile. Si possono registrare chiamate, lavorare con le opportunità e controllare i report in qualsiasi momento.

Salesforce permette di gestire la propria azienda in tutto e per tutto con il suo sistema Cloud. I servizi si trovano sul sito <http://www.salesforce.com/>.

3.2.3 Platform as a Service

Amazon Web Services (AWS) dà la possibilità di richiedere potenza di calcolo e capacità di storage così come altri servizi che permettono di accedere ad una serie di infrastrutture pensate per l'ambiente IT. AWS offre la

flessibilità necessaria per scegliere la piattaforma di sviluppo o di programmazione che meglio si adatta all'azienda. Negli ultimi anni è diventato anche un'alternativa ai servizi di hosting tradizionali. Si paga solo per quello che si utilizza, senza costi iniziali o impegni a lungo termine. Inoltre con AWS è possibile utilizzare l'infrastruttura informatica internazionale Amazon.com, la spina dorsale della transazione d'affari del valore di diversi miliardi di dollari, e l'infrastruttura di calcolo distribuito, scalabile, affidabile e sicuro che è stato continuamente perfezionato. Ecco alcuni servizi web messi a disposizione da Amazon:

- Amazon Route 53 è il servizio DNS offerto da Amazon e traduce l'URL digitato dagli utenti nel browser nell'indirizzo IP associato a una risorsa. Si connota per velocità, affidabilità e scalabilità automatica sulla base del volume delle richieste. Questo servizio è utilizzabile anche per la gestione di una rete privata o di una serie di domini registrati presso altri provider.
- Amazon Virtual Private Cloud è un modo per espandere l'infrastruttura IT interna alla propria azienda, demandando alla nube dei servizi AWS una serie di incombenze computazionali e applicative, permettendo così la loro esecuzione sui server virtuali di Amazon. Tali server saranno resi accessibili solo dalla rete e dagli account aziendali. Al cliente è lasciato il pieno controllo del network, dalla selezione dei range degli indirizzi IP, alla configurazione di tabelle di routing e gateway, alla creazione di sottoreti, all'opportunità di creare i security group, per il controllo delle entrate e uscite dai server Cloud.
- Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud) è il servizio Web pensato per fornire capacità di calcolo ed elaborazione dati in un ambiente Cloud scalabile. In pratica, il servizio è rivolto a tutti gli sviluppatori o, in generale a tutti i clienti, che non possono permettersi le infrastrutture necessarie per offrire una propria applicazione e che, in futuro, non avranno l'opportunità di gestire improvvisi carichi computazionali. Così gli sviluppatori devono solo interagire con una semplice interfaccia (la AWS Management Console), che consente in pochi minuti di ottenere e caricare nuovi Cloud server, permettendo all'utente di aumentare o diminuire la capacità computazionale distribuita a seconda delle necessità.

- Amazon Simple Storage Service (S3) è il servizio di storage online. I dati sono organizzati in oggetti con dimensione massima di 5 TB cadauno, senza però avere nessun tipo di limite sul numero massimo di oggetti memorizzabili. Gli oggetti a loro volta sono organizzati in Bucket. Tutti i dati memorizzati possono essere raggiunti in qualsiasi momento e da qualsiasi punto del globo. Il servizio di storage è affidabile, scalabile e veloce. Ogni operazione sugli oggetti o sui bucket viene registrata in appositi log e si possono ricevere notifiche per gli eventi più importanti.

Si possono trovare tutti questi servizi sul sito <http://aws.amazon.com/>.

Google App Engine fornisce un framework di tecnologie, con le quali creare applicazioni senza preoccuparsi della loro architettura e sobbarcandosi l'onere di gestire picchi di traffico e carico. I servizi che si possono sfruttare sono:

- Datastore, è un database con linguaggio simile a SQL chiamato GQL, che permette di fare delle SELECT solo su una tabella, impedendo quindi di fare delle JOIN. La clausole WHERE permettono operazioni di confronto solo su una colonna, costringendo gli sviluppatori a rivedere la struttura delle loro applicazioni.
- Google Accounts, è una API che permette di avere automaticamente un sistema di Login per le applicazioni, basato sugli account Google.
- URL Fetch, le applicazioni possono accedere all'esterno, recuperando il contenuto di URL remoti sfruttando questa API basata sulla stessa infrastruttura che Google usa per altri suoi prodotti.
- Mail, usata per inviare email con o senza allegati, facendo anche distinzione tra email verso "admin" dell'applicazione e non.
- Memcache, è uno storage in-memory key-value. Permette di mettere in cache strutture, valori, risultati di query complesse e rendere quindi il recupero di questi dati più veloce.
- Image Manipulation, permette di ridimensionare, ruotare ed effettuare operazioni basilari su immagini in formato JPEG e PNG.

È possibile esplorare questi servizi collegandosi al sito <https://cloud.google.com/>.

Pivotal sviluppa la PaaS Cloud Foundry, oggetto di studio di questa tesi e quindi approfondita più avanti. Il sito ufficiale dal quale partire a creare le proprie applicazioni è <http://pivotal.io/platform-as-a-service/pivotal-cloud-foundry>.

Capitolo 4

Cloud Foundry come esempio di PaaS

Cloud Foundry è un open Platform as a Service, originariamente sviluppata e lanciata in aprile 2011 da VMware e poi amministrata dal 2012 da Pivotal Software, che offre una scelta di Cloud per la distribuzione, strutture per lo sviluppo e servizi applicativi per eseguire le applicazioni. Essendo un progetto open source, c'è una *community* che contribuisce e la supporta. Rende più facile e veloce la costruzione, il test, la distribuzione e la scalabilità delle applicazioni. Cloud Foundry nasce per fornire una piattaforma per la *community* di clienti, partner e addirittura ex aziende concorrenti che collaborano, insegnano, condividono e imparano insieme, accelerando il ritmo dell'innovazione e del contributo.

Cloud Foundry supporta l'intero ciclo di vita del software dallo sviluppo iniziale, attraverso tutte le fasi di test, fino all'implementazione e si adatta molto bene alla strategia Continuous Delivery¹. Gli utenti hanno accesso a uno o più *spazi*, dove ogni spazio, in genere, corrisponde a una fase del ciclo di vita. Diversi utenti possono essere limitati a spazi differenti con differenti permessi di accesso per ognuno. Le applicazioni distribuite su Cloud Foundry accedono alle risorse esterne tramite *servizi*. In un ambiente PaaS, tutte le dipendenze esterne quali database, sistemi di messaggistica o file system sono servizi. Quando un'applicazione viene caricata su Cloud Foundry è possibile specificare anche i servizi che dovrebbe utilizzare e a seconda della lingua dell'applicazione è possibile anche una configurazione automatica. I

¹Strategia di distribuzione continua

servizi devono essere distribuiti prima sulla piattaforma e poi saranno disponibili per qualsiasi applicazione che li utilizza.

Cloud Foundry non è vincolato ad alcun particolare ambiente Cloud e supporta i più diffusi *framework* per la produttività come Spring for Java, Ruby on Rails, Sinatra for Ruby e Node.js. Per i servizi applicativi critici Cloud Foundry supporta i database MongoDB, MySQL e Redis e i servizi VMware vFabric per il *Cloud messaging*, la gestione flessibile dei dati, il bilanciamento del carico e la gestione delle prestazioni.

Cloud Foundry ha come obiettivo quello di dominare il segmento del Cloud ibrido, che sta diventando critico per il mondo aziendale, e dei servizi ad esso connessi. Il Cloud deve essere per le imprese sia fattore di alleggerimento, dal punto di vista dei costi, che di accelerazione, cioè quella che consente di porre in essere progetti più rapidamente e anche di farli terminare velocemente. L'approccio "*one Cloud, any application*" di VMware permette di fornire più rapidamente all'impresa tutta l'innovazione richiesta grazie allo sviluppo e alla distribuzione immediati delle applicazioni, nuove ed esistenti. La gestione aperta permette di scegliere come gestire le applicazioni e gli ambienti Cloud in base alle proprie esigenze specifiche.

4.1 I componenti di Cloud Foundry

I componenti di Cloud Foundry includono un motore self-service di esecuzione delle applicazioni, un motore di automazione per lo sviluppo e la gestione del ciclo di vita di un'applicazione, una Command Line Interface (CLI), così come l'integrazione di strumenti di sviluppo per facilitare il processo di distribuzione. Cloud Foundry ha un'architettura aperta che include un meccanismo di *buildpack*² per aggiungere frameworks, un'interfaccia di servizi applicativi e un'interfaccia Cloud provider.

Il Router dirige il traffico in ingresso ai componenti appropriati, che di norma sono il Cloud Controller o un'applicazione in esecuzione su un nodo DEA (Dropler Execution Agent).

Il server OAuth2 (UAA-User Account and Authentication) e il Login Server lavorano insieme per fornire la gestione delle identità.

Il Cloud Controller è responsabile della gestione del ciclo di vita delle appli-

²Un *buildpack* consiste in una serie di script di rilevamento e configurazione che forniscono framework e supporto runtime all'applicazione

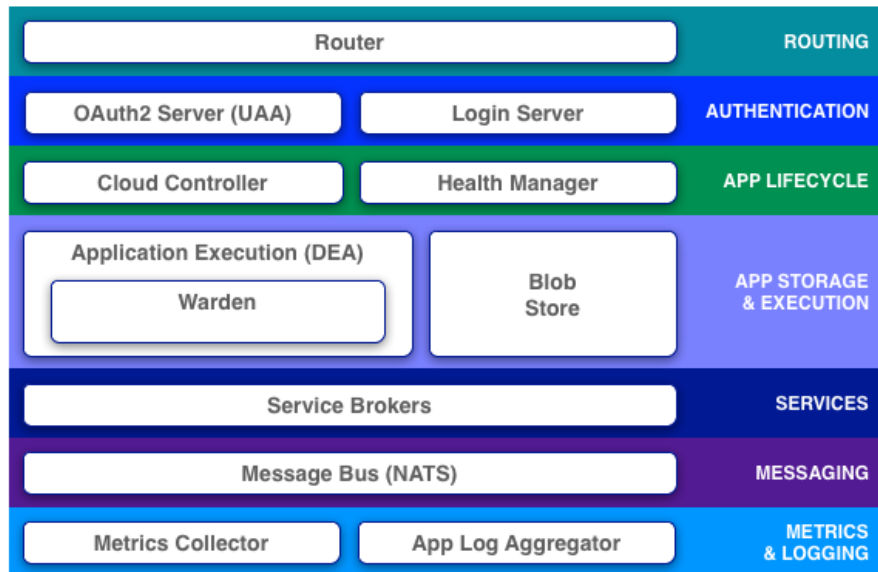


Figura 4.1: Componenti di Cloud Foundry

cazioni. Quando uno sviluppatore carica un'applicazione, questa viene sottoposta all'attenzione del Cloud Controller, il quale memorizza i dati grezzi dell'applicazione, crea un record per monitorare i metadata dell'applicazione e dirige un nodo DEA per eseguire l'applicazione. Il Cloud Controller, inoltre, mantiene record per le organizzazioni, gli spazi, i servizi, le istanze di servizio, i ruoli degli utenti e altro.

HM9000 ha quattro importanti responsabilità: monitora le applicazioni per determinarne il loro stato, la versione e il numero di istanze e aggiorna il loro stato attuale. Determina lo stato, la versione e il numero di istanze attesi di un'applicazione; lo stato atteso da un'applicazione si trova scaricando il database del Cloud Controller. Riconcilia lo stato attuale di un'applicazione con quello atteso e, se le istanze in esecuzione sono minori del numero atteso, chiede al Cloud Controller di avviare il numero appropriato di istanze. Dirige il Cloud Controller affinché corregga tutte le discrepanze nello stato delle applicazioni. HM9000 è fondamentale per garantire che le applicazioni che sono in esecuzione su Cloud Foundry rimangano disponibili. HM9000 riavvia le applicazioni ogni volta che il DEA smette di funzionare improv-

visamente o quando un processo di un'applicazione termina con un codice di uscita diverso da zero.

Il Droplet Execution Agent (DEA) gestisce le istanze di applicazioni, segue le istanze di partenza e trasmette i messaggi di stato. Le istanze delle applicazioni vivono nel contenitore Warden, il che assicura l'esecuzione delle istanze in isolamento, l'ottenimento della giusta quota di risorse condivise e la protezione da "vicini rumorosi".

Il Blob Store contiene il codice dell'applicazione, i buildpacks e i droplets. I Service Brokers di un servizio sono responsabili della fornitura delle istanze del servizio che lo sviluppatore fornisce e collega alla sua applicazione.

Il Message Bus: Cloud Foundry utilizza NATS per la comunicazione interna tra componenti.

Logging e Statistica: il metrics collector raccoglie informazioni su quanto un'applicazione possiede una risorsa. Gli operatori possono usare questa informazione per monitorare un'istanza di Cloud Foundry. L'applicazione aggregator log (Loggregator) invia i log delle applicazioni agli sviluppatori.

4.2 Usare Cloud Foundry

Vediamo ora cosa realmente offre Cloud Foundry andando ad analizzare la documentazione fornita da Cloud Foundry stesso.

Nella sezione "Using Cloud Foundry" troviamo ciò che è necessario sapere per poter distribuire la nostra applicazione su Cloud Foundry. Prima di tutto, l'applicazione che vogliamo sviluppare dovrebbe seguire alcune linee guida per poter essere facilmente distribuita su Cloud Foundry o su qualche altra piattaforma Cloud. Le applicazioni che girano su Cloud Foundry non dovrebbero scrivere file nel file system locale per questi motivi:

- la memoria del file system locale ha vita breve. Quando un'istanza di un'applicazione si blocca o si ferma, le risorse che le erano state assegnate vengono recuperate dalla piattaforma, incluse tutte le modifiche apportate al disco locale dal momento di avvio dell'applicazione. Quando l'istanza riparte, l'applicazione partirà con una nuova immagine del disco. Sebbene l'applicazione possa scrivere file locali mentre sta lavorando, i file spariranno dopo che questa verrà riavviata.
- Le istanze di una stessa applicazione non condividono il file system locale. Se si vuole che i dati nei file scritti dall'applicazione rimangano

persistenti anche dopo il riavvio, o si ha bisogno della condivisione dei dati tra tutte le istanze dell'applicazione in esecuzione, si raccomanda di usare un servizio di dati condivisi, come ad esempio un database.

Cloud Foundry ha a disposizione servizi per seguire queste linee guida; ad esempio si può utilizzare il servizio di database MongoDB o un database relazionale come MySQL. Un'altra opzione è quella di usare lo storage fornito dal Cloud (ad esempio Dropbox). Cloud Foundry, inoltre, non memorizza o replica dati di sessioni HTTP, per cui sarebbe bene utilizzare servizi disponibili su Cloud Foundry per evitare perdita di dati.

Per evitare che un'applicazione non sia disponibile durante i processi di aggiornamento di Cloud Foundry, è consigliabile far girare più di una istanza di una stessa applicazione.

Quando si sta sviluppando un'applicazione che ha bisogno di buildpack, Cloud Foundry installa il buildpack nel Droplet Execution Agent (DEA) nel quale l'applicazione sta lavorando.

Cloud Foundry utilizza GitHub [10] come strumento per caricare tutto ciò che clienti e sviluppatori ritengono necessario per la comunità. GitHub è il più grande host di codice in tutto il mondo e contiene più di venti milioni di repository. Qui sono contenute tutte le repository di Cloud Foundry. Per interagire con Cloud Foundry, e quindi con GitHub, è necessario installare il tool a linea di comando *cf Command Line Interface* (CLI). Con il comando *cf push* dalla Cloud Foundry CLI l'applicazione viene distribuita su Cloud Foundry. Dal momento in cui viene mandato in esecuzione il comando al momento in cui l'applicazione è disponibile, Cloud Foundry carica e memorizza i file, esamina e memorizza i metadati dell'applicazione, crea una "droplet" (l'unità di esecuzione di Cloud Foundry) per l'applicazione, seleziona un agente di esecuzione droplet (DEA) appropriato per eseguire la droplet, fa partire l'applicazione. Un'applicazione che usa servizi come database, messaggistica, server email, non è completamente funzionante finché non viene fornito il servizio necessario e, se richiesto, effettuato il *bind* con l'applicazione. Prima di distribuire un'applicazione è necessario decidere queste informazioni: il nome dell'applicazione, le istanze (se l'applicazione è ancora in fase di sviluppo, è meglio mandare in esecuzione una sola istanza per semplificare la risoluzione dei problemi; per tutte le applicazioni già prodotte si raccomandano almeno due istanze), i limiti di memoria, cioè il massimo carico di memoria che ogni istanza dell'applicazione può consumare, il comando di partenza, cioè il comando che Cloud Foundry

deve utilizzare per far partire ogni istanza dell'applicazione, sottodominio e dominio (il percorso, composto da dominio e sottodominio, deve essere univoco globalmente), servizi.

Cloud Foundry Services permette agli utenti finali di fornire una risorsa su richiesta. Esempi di risorse che un servizio può fornire sono database in server multi-tenant o semplici account su applicazioni SaaS. Queste risorse sono conosciute come Service Instances. Ci sono due modi con cui Cloud Foundry permette agli sviluppatori di fornire servizi: Managed Services e User-provided Service.

Un Managed Service integra con Cloud Foundry tramite un *service broker* che implementa il Service Broker API. Un *service broker* pubblicizza un catalogo di servizi offerti e piani di servizio a Cloud Foundry e riceve chiamate da quest'ultimo per quattro funzioni: creare, eliminare, *bind* e *unbind*. Il broker passa la chiamata sul servizio stesso.

User-provided Service è un meccanismo che fornisce credenziali alle applicazioni per le istanze di servizio che sono state fornite in precedenza fuori da Cloud Foundry. Consente agli sviluppatori di usare servizi esterni per loro già familiari.

Alcuni servizi supportano il concetto di *binding*. Le applicazioni caricate su Cloud Foundry possono essere legate con istanze di servizio che supportano questa funzionalità. Quando un'applicazione viene legata con un'istanza di servizio, le informazioni su di essa vengono scritte in una variabile d'ambiente. L'applicazione può usare queste informazioni per integrare l'istanza di servizio.

Lo sviluppo e la manutenzione di un'applicazione spesso richiedono delle modifiche allo schema del database, questo viene identificato come "migrazione del database". Cloud Foundry fornisce tre metodi di migrazione del database: *migrate once*, *migrate occasionally*, *migrate frequently*.

- *Migrate once*: questo metodo esegue comandi SQL direttamente sul database, bypassando Cloud Foundry. È la soluzione più veloce per una singola migrazione, ma è meno efficiente per migrazioni multiple perchè richiede accesso manuale al database ogni volta. Usare questo metodo se ci si aspetta che la migrazione del database impiegherà più tempo rispetto al timeout che il comando *cf push* applica al database. Per default il timeout è impostato a sessanta secondi, ma si può estendere fino a centottanta.

- **Migrate occasionally:** questo metodo richiede la creazione di un comando di migrazione dello schema o uno script, l'esecuzione di questo comando quando si distribuisce una singola istanza dell'applicazione, la redistribuzione dell'applicazione con il comando di avvio originale e il numero di istanze. È efficiente per un uso occasionale perchè si può riutilizzare il comando di migrazione dello schema o lo script.
- **Migrate frequently:** questo metodo utilizza uno script idempotente per automatizzare parzialmente la migrazione. Lo script viene eseguito solamente sulla prima istanza dell'applicazione. Questa opzione richiede più sforzi per l'implementazione, ma è più efficiente per migrazioni frequenti.

Cloud Foundry mette a disposizione il componente Loggregator per effettuare il logging³. Loggregator fornisce uno stream per il log di uscita dall'applicazione e dai componenti di sistema di Cloud Foundry che interagiscono con l'applicazione durante gli aggiornamenti e l'esecuzione. Di default, lo stream di Loggregator scrive sul nostro terminale. Affinchè il tutto sia supportato da Loggregator, l'applicazione deve scrivere su `STDOUT` o su `STDERR`. Cloud Foundry mette a disposizione tutta la documentazione necessaria per poter affrontare situazioni di errore o dubbi su come procedere.

4.3 Cloud Foundry Foundation

Cloud Foundry è controllata e diretta da una fondazione indipendente e non-profit, Cloud Foundry Foundation. Cloud Foundry Foundation è composta da un gruppo di organizzazioni che hanno deciso di lavorare insieme per sviluppare questa PaaS. La fondazione vede la collaborazione di più di quaranta organizzazioni, tra cui, per citare soltanto le più famose, Pivotal, EMC, HP, IMB, Intel, SAP, e VMware. Le organizzazioni citate fanno parte del Platinum level, altre, come ActiveState e CenturyLink, fanno parte del Gold level. Oltre alle industrie leader, collaborano con Cloud Foundry anche più di 750 sviluppatori individuali. L'obiettivo di Cloud Foundry Foundation è quello di costituire e sostenere Cloud Foundry come standard

³Per logging si intende la registrazione cronologica delle operazioni man mano che vengono eseguite

open source di settore a livello mondiale della tecnologia PaaS con un ecosistema fiorente; distribuire qualità continua, valore e innovazione agli utenti, agli operatori e ai fornitori di Cloud Foundry; fornire un'esperienza leggera e vibrante ai collaboratori della community, che distribuiscono la miglior qualità di applicazioni e software pensate in termini di Cloud, alla più alta velocità in scala globale. I principi guida della fondazione sono:

- governance di contributo, le influenze nella fondazione sono basate sui contributi;
- IP Hygiene, la proprietà legale del materiale intellettuale al centro del business è stabilita esplicitamente e viene sempre preservata;
- pari opportunità di partecipazione, ognuno ha la stessa opportunità di partecipare ai progetti;
- niente sorprese, i processi di pianificazione e gli stati del progetto sono aperti a tutti.

Molte aziende della fondazione includono Cloud Foundry nei loro progetti principali, come ad esempio IBM nel suo nuovo progetto Bluemix.

4.4 IBM Bluemix come servizio di Cloud Foundry Foundation

IBM apre al Cloud il suo vasto portfolio di software per le imprese e promuove una nuova Platform as a Service denominata Bluemix, basata su Cloud Foundry. Bluemix unisce la forza di IBM con le tecnologie di terze parti e l'open source, fornisce un ambiente Cloud aperto, flessibile, integrabile e scalabile, nel quale gli sviluppatori hanno la possibilità di utilizzare strumenti di IBM, di terze parti o open source. In Bluemix IBM ha creato una serie di servizi per lo sviluppo di applicazioni per mobile computing, web app, integrazione, DevOps⁴ e gestione dati. Inoltre, è a disposizione degli sviluppatori anche la suite di applicazioni di business (SaaS) di IBM

⁴DevOps (da development + operations) è una metodologia di sviluppo software che punta alla comunicazione, collaborazione e integrazione tra sviluppatori e addetti alle operazioni dell'IT.

(ad esempio Watson, commerce, sicurezza, analytics, marketing) sotto forma di servizi componibili basati su API. Con questo nuovo ambiente di sviluppo diventa possibile progettare e realizzare applicazioni aziendali in modo più rapido ed efficiente. Gli sviluppatori evitano così il rischio di vendor lock-in⁵, sfruttando nello stesso momento le risorse e le competenze di sviluppo esistenti, essenziali per realizzare Cloud ibridi. I servizi DevOps di Bluemix aiutano gli sviluppatori ad accelerare il tempo di immissione del prodotto sul mercato e a migliorarne la qualità. DevOps comprende servizi per memorizzare e gestire il codice (utilizzando il diffuso repository Git), un ambiente di sviluppo integrato (IDE) nel web e integrazioni con Eclipse e Visual Studio, per consentire agli sviluppatori di utilizzare l'ambiente che preferiscono. I servizi DevOps forniscono agilità di pianificazione e tracking, per la condivisione del lavoro e la collaborazione con i membri del team, oltre all'automazione del rilascio delle applicazioni, per snellire la distribuzione di nuove funzionalità, il monitoraggio delle prestazioni e per favorire apprendimento e iterazione più rapidi. Grazie all'integrazione su tutto il ciclo di vita della distribuzione del software, questi servizi aiutano gli sviluppatori a velocizzare il passaggio dall'idea a un'applicazione in linea con le esigenze degli utenti.

Nel corso del suo sviluppo IBM ha aggiunto nuove funzionalità a Bluemix, quali: servizi di integrazione Cloud per consentire una connessione sicura tra applicazioni pubbliche e dati privati; connessioni rapide, immediate e veloci, attraverso il Cloud, tra Internet of Things e dispositivi machine-to-machine per la memorizzazione, l'interrogazione e la visualizzazione dei dati; dati e analytics-as-a-service per consentire una progettazione rapida e la scalabilità delle applicazioni che trasformano i Big Data in intelligenza competitiva; servizi DevOps che supportano l'intero ciclo di vita dell'applicazione. Grazie alla capacità di combinare facilmente una serie di servizi e API per la composizione, il test e la scalabilità di applicazioni personalizzate, gli sviluppatori saranno in grado di ridurre i tempi di attivazione da mesi a minuti.

I nuovi servizi di Bluemix sono stati ideati per aiutare le aziende a trasformarsi rapidamente utilizzando i Big Data, le tecnologie mobile e social disponibili in Cloud. Alcuni dei nuovi servizi comprendono:

⁵Con vendor lock-in si intende il rapporto di dipendenza che si instaura tra il cliente e il fornitore di beni o servizi, tale che il cliente non possa acquistare analoghi beni o servizi da un fornitore differente senza sostenere ingenti costi per il passaggio

- servizi di Cloud Integration per collegare e integrare in modo sicuro le applicazioni e le informazioni nel Cloud. Gli sviluppatori possono utilizzare connettori standard per accelerare l'integrazione o sviluppare API personalizzate in base alle necessità. Le capacità di gestione integrata delle API forniscono un meccanismo facile per pubblicare servizi self-service, che possono essere condivise con una API economy più ampia. Questo consente agli sviluppatori di integrare soluzioni PaaS, applicazioni di terze parti e sistemi *on-premise*, dando luogo a un ambiente integrato ibrido.
- I servizi Internet of Things consentono agli sviluppatori di registrare e collegare i dispositivi di rete, quali microprocessori e sensori integrati machine-to-machine, al Cloud aggregando facilmente i dati e gli eventi e reagendo ad essi in tempo reale. Le aziende possono creare applicazioni in grado di gestire, analizzare, visualizzare e interagire in modo efficiente con le enormi quantità di dati generate da veicoli, dispositivi indossabili, telefoni cellulari, fotocamere, computer, sensori e altri dispositivi intelligenti.
- I servizi di Data e Analytics permettono agli sviluppatori di erogare applicazioni mobili scalabili, incentrate su dati e applicazioni web. Con questi nuovi servizi, comprendenti quelli geospaziali, temporali, predittivi e di reportistica, gli sviluppatori possono creare facilmente applicazioni sofisticate che forniscono informazioni in base alle quali agire, prevedere eventi e migliorare il processo decisionale. Ad esempio, uno sviluppatore potrebbe creare un'applicazione che integri i dati dei sensori di geo-localizzazione e meteorologici e i trend di utilizzo da una rete di dispositivi per identificare, prevenire ed evitare problemi di manutenzione che potrebbero sorgere. Inoltre sono disponibili funzioni di data masking che aiutano gli sviluppatori a progettare applicazioni nel rispetto della privacy e della sicurezza.
- I servizi DevOps permettono agli sviluppatori e agli operatori IT di avere un ambiente di sviluppo rapido, aperto, integrato e scalabile. Il servizio DevOps Continuous Integration fornisce funzionalità end-to-end per accelerare i cambiamenti attraverso il processo di sviluppo. DevOps Mobile Quality Assurance (MQA) aiuta ad analizzare il *sentiment* degli utenti per identificare i problemi prima che si diffondano

e il servizio Monitoring and Analytics identifica i problemi di applicazione durante lo sviluppo attraverso tecniche di analitica. DevOps comprende inoltre un nuovo servizio RapidApp che, senza richiedere notifica, fornisce strumenti visuali per ampliare le funzionalità delle applicazioni web.

Bluemix astrae e nasconde la maggior parte delle complessità associate al fungere da host o al gestire applicazioni basate sul Cloud. Lo sviluppatore può concentrarsi sullo sviluppo dell'applicazione senza preoccuparsi di gestire l'infrastruttura richiesta per ospitarla. Per le applicazioni mobili si possono utilizzare i servizi pre-costruiti forniti da Bluemix, per le applicazioni web si può caricare la propria applicazione su Bluemix e indicare quante istanze si desidera eseguire. È Bluemix che poi si occupa di tutto il resto. Una volta caricate le applicazioni, se ne può eseguire il ridimensionamento, a crescere o a decrescere, quando l'utilizzo o il carico delle applicazioni variano. Si possono sviluppare applicazioni nei linguaggi di programmazione più diffusi: iOS, Android e HTML con Javascript per applicazioni mobile, Ruby, PHP e Java per applicazioni web. Bluemix offre anche servizi middleware e opera per conto dell'applicazione quando esegue il *provisioning* di nuove istanze di servizio ed esegue quindi il *bind* di tali servizi all'applicazione. È quindi l'infrastruttura che si occupa dei servizi, mentre l'applicazione si occupa solamente di eseguire il suo compito effettivo.

Architettura di Bluemix

Con Bluemix si può accedere alla piattaforma Bluemix pubblica, configurare una piattaforma Bluemix dedicata o usarle entrambe. Bluemix, inoltre, fornisce un ambiente per ospitare risorse utente che sono eseguite su server delle applicazioni come Liberty. Utilizzando SoftLayer, esso distribuisce contenitori virtuali che ospitano ciascuna applicazione distribuita. Lo sviluppatore può interagire con l'infrastruttura Bluemix utilizzando un'interfaccia utente basata sul browser oppure con l'interfaccia a riga di comando di Cloud Foundry (cf CLI) per distribuire applicazioni web.

I client, che possono essere applicazioni mobile, applicazioni che vengono eseguite esternamente, applicazioni basate su Bluemix o sviluppatori che stanno utilizzando dei browser, interagiscono con le applicazioni ospitate

da Bluemix. I client utilizzano API REST o HTTP per instradare le richieste tramite Bluemix a una delle istanze dell'applicazione o ai servizi compositi.

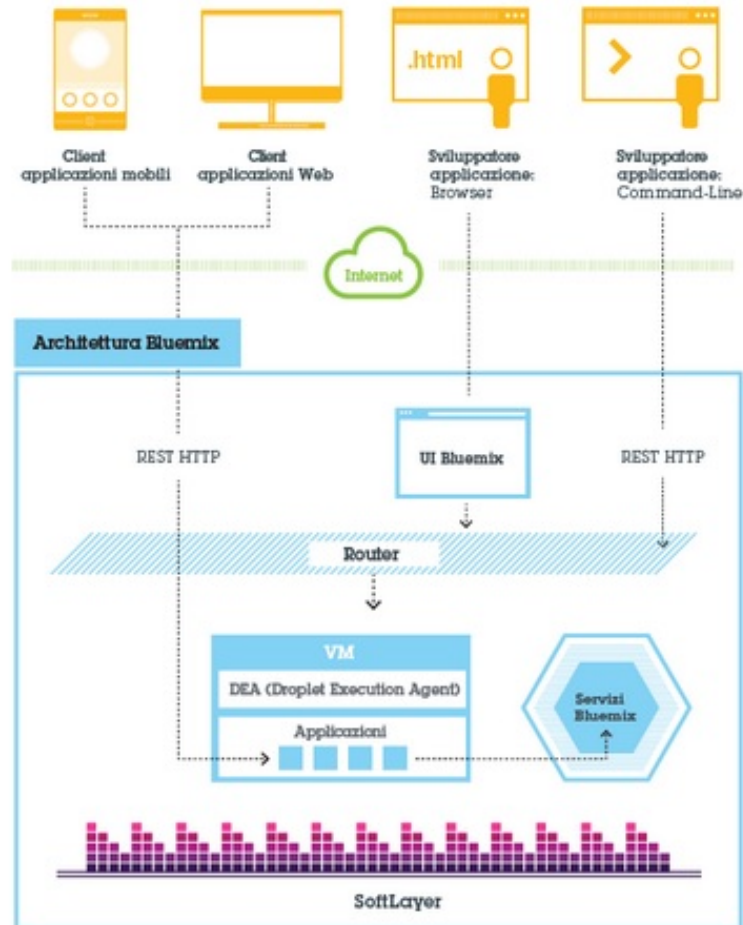


Figura 4.2: Architettura di Bluemix

Si possono distribuire le applicazioni a regioni Bluemix differenti, si può scegliere di distribuire su una singola regione o tra più regioni.

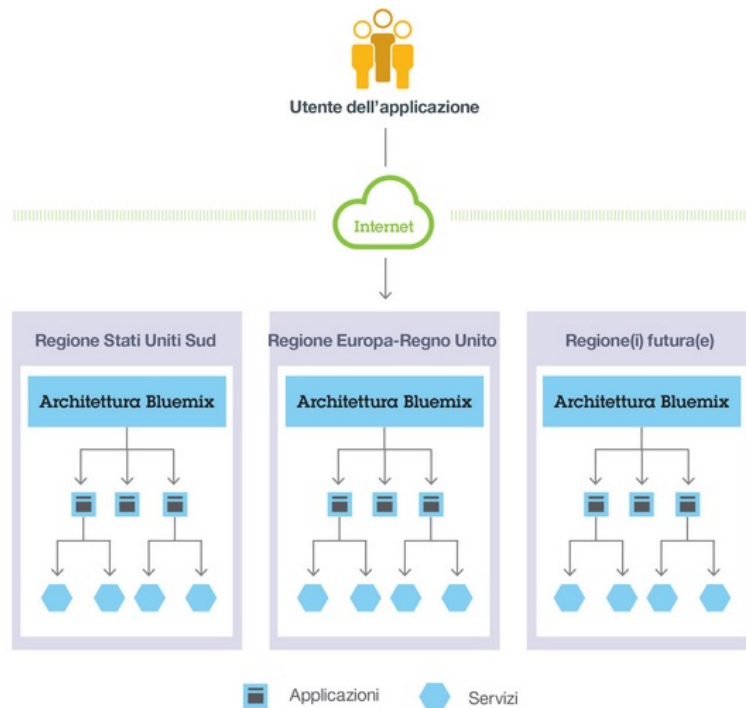


Figura 4.3: Distribuzione di applicazioni a più regioni

Bluemix dedicato

Bluemix dedicato è l'ambiente SoftLayer che è connesso in modo protetto sia a Bluemix pubblico sia alla rete dello sviluppatore. Bluemix dedicato si inserisce nella rete dello sviluppatore tramite una VPN o una connessione di rete diretta. L'hardware a singolo tenant può essere configurato in qualsiasi data center SoftLayer in tutto il mondo. IBM esegue tutta la manutenzione per le istanze dedicate durante una finestra di manutenzione che stabilisce lo sviluppatore.

IBM dispone di diversi servizi disponibili nell'ambiente dedicato, ma ci si può connettere a tutti i servizi pubblici. Tutti i runtime sono disponibili nell'ambiente dedicato.

Tutte le distribuzioni dedicate di Bluemix includono i seguenti vantaggi e le seguenti funzioni senza alcun costo aggiuntivo: VPN, VLAN privata, firewall, possibilità di avvalersi dei database e delle applicazioni installati in

loco già esistenti, sicurezza in loco 24 ore al giorno, 7 giorni su 7, hardware dedicato e supporto standard.

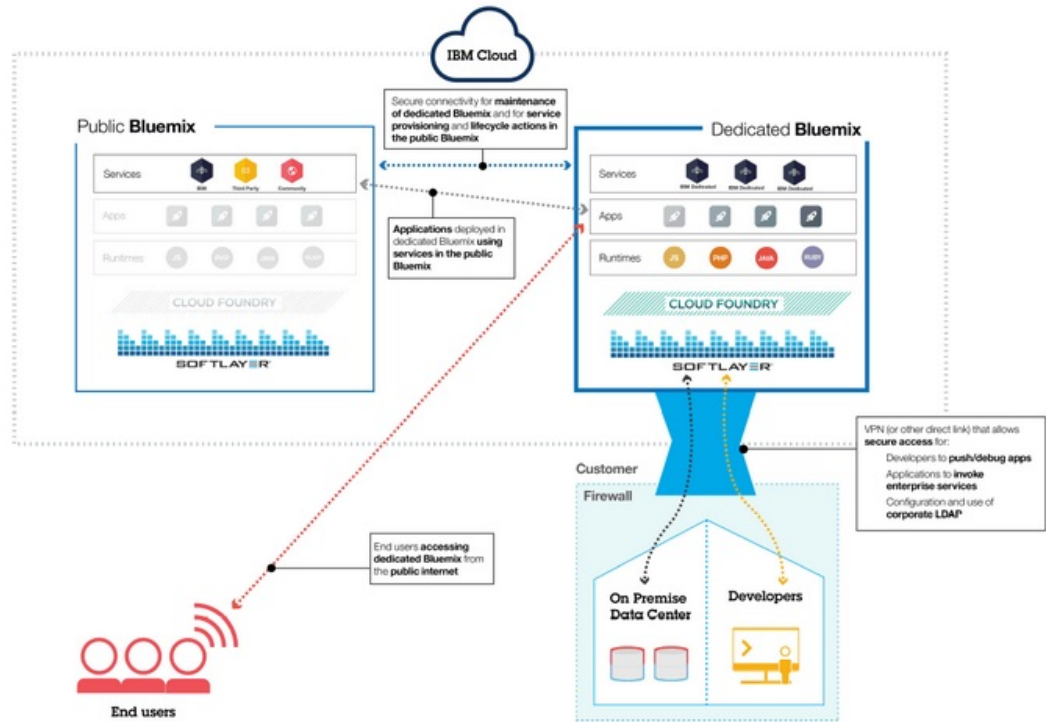


Figura 4.4: Bluemix dedicato

Modalità di funzionamento di Bluemix

Quando si distribuisce un'applicazione a Bluemix, si deve configurare Bluemix con una quantità sufficiente di informazioni per supportare l'applicazione. Per un'applicazione mobile, Bluemix contiene una risorsa utente che rappresenta il back-end dell'applicazione mobile, come i servizi utilizzati dall'applicazione mobile per comunicare con un server. Per un'applicazione web, ci si deve assicurare che le informazioni sul runtime e sul framework corretti siano comunicate a Bluemix in modo che possa configurare l'ambiente di esecuzione corretto per eseguire l'applicazione. Ogni ambiente di

esecuzione, compresi sia quello mobile sia quello web, è isolato dall'ambiente di esecuzione di altre applicazioni. Gli ambienti di esecuzione sono isolati anche se tali applicazioni si trovano sulla stessa macchina fisica.

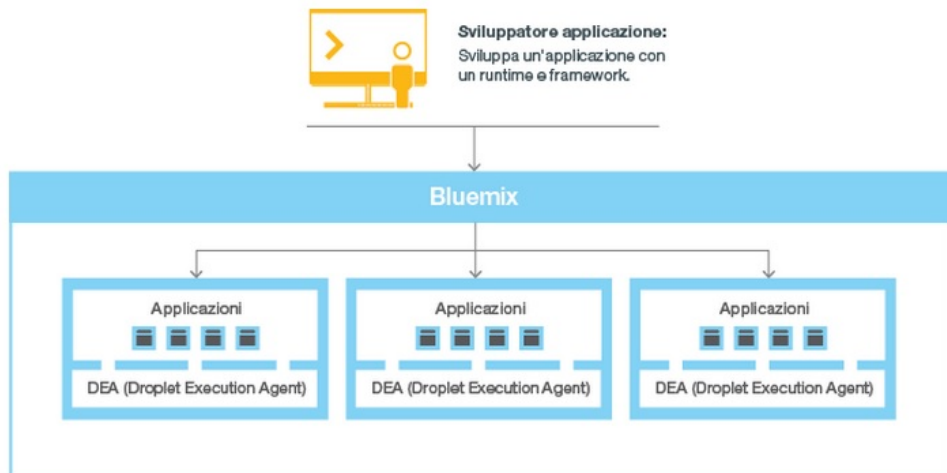


Figura 4.5: Flusso di base del modo in cui Bluemix distribuisce le applicazioni

Quando si crea un'applicazione e la si distribuisce a Bluemix, l'ambiente Bluemix determina una macchina virtuale (VM) appropriata a cui vengono inviate l'applicazione o le risorse utente da essa rappresentate. Per un'applicazione mobile, su Bluemix viene creata una proiezione di back-end mobile. Tutto il codice per l'applicazione mobile in esecuzione nel Cloud alla fine viene eseguito nell'ambiente Bluemix. Per un'applicazione web, il codice in esecuzione nel Cloud è l'applicazione stessa che lo sviluppatore distribuisce a Bluemix. La determinazione della VM è basata su diversi fattori, tra cui: il carico già sulla macchina e i runtime o i framework supportati da tale VM. Una volta selezionata una VM, un gestore dell'applicazione su ciascuna VM installa il framework e il runtime corretti per l'applicazione. L'applicazione può quindi essere distribuita in tale framework. Una volta completata la distribuzione, le risorse utente dell'applicazione vengono avviate.

In ogni VM, un gestore dell'applicazione comunica con il resto dell'infrastruttura Bluemix e gestisce le applicazioni distribuite a questa VM. Ogni

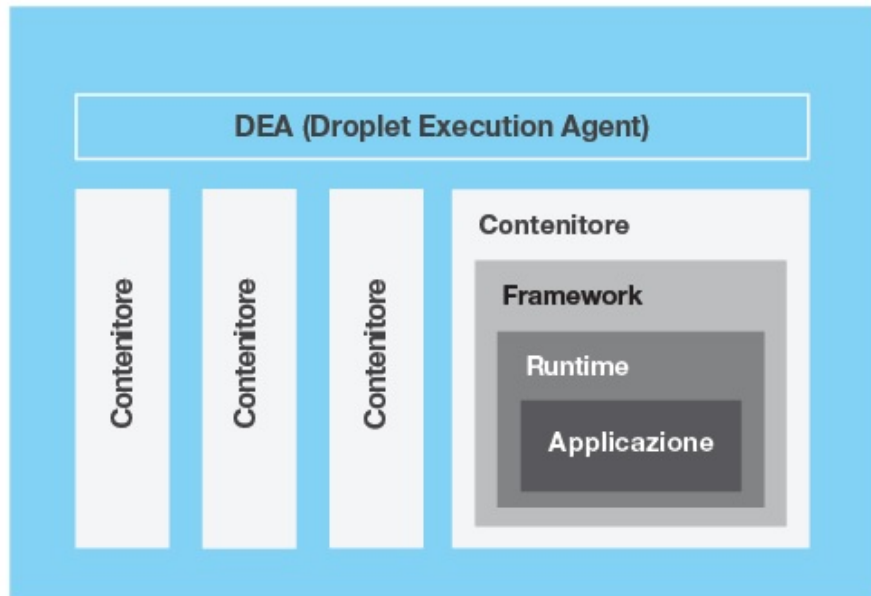


Figura 4.6: Struttura del DEA (Droplet Execution Agent)

VM ha dei contenitori per separare e proteggere le applicazioni. In ogni contenitore, Bluemix installa il framework e il runtime appropriati richiesti per ogni applicazione.

Quando l'applicazione viene distribuita, se ha un'interfaccia web (come un'applicazione web Java), o altri servizi basati su REST (come i servizi mobile presentati pubblicamente all'applicazione mobile), gli utenti dell'applicazione possono comunicare con essa utilizzando normali richieste HTTP.

A ogni applicazione può essere associato uno o più URL, ma tutti devono puntare all'endpoint Bluemix. Quando viene ricevuta una richiesta, Bluemix la esamina, determina qual è l'applicazione a cui è destinata e seleziona quindi una delle istanze dell'applicazione per la ricezione della richiesta.

Concetti di Bluemix

Regioni: una regione è un territorio grafico definito nel quale poter distribuire le applicazioni. Si possono creare applicazioni e istanze di servizio in

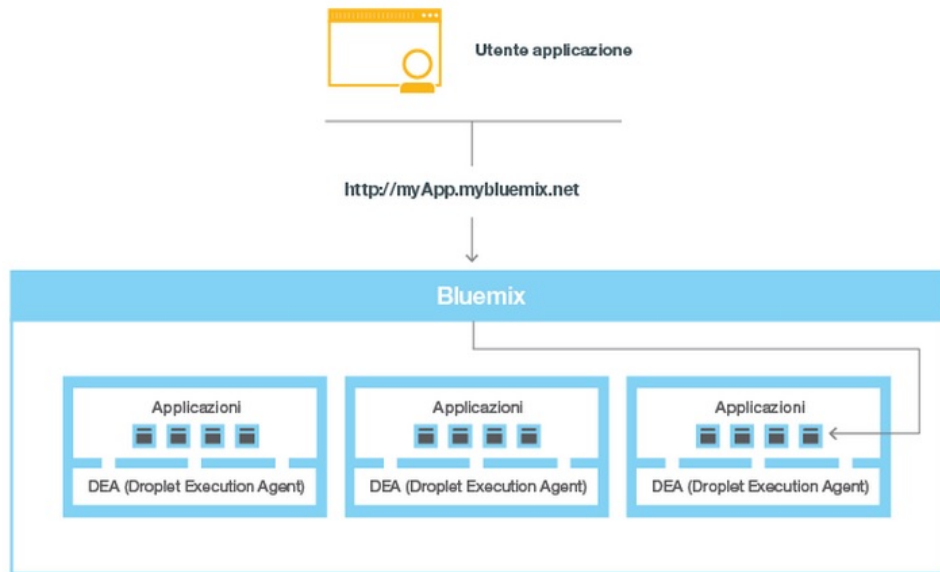


Figura 4.7: Richiamo di un'applicazione Bluemix

regioni differenti con la stessa infrastruttura Bluemix. Questo permette di poter scegliere la regione più vicina ai clienti per avere una minor latenza di applicazione e di poter scegliere la regione nella quale conservare i dati delle applicazioni per far fronte a problemi di sicurezza. Avendo più applicazioni in più regioni, quando una diventa inattiva, le altre continuano a funzionare. A ciascuna regione viene assegnato un prefisso univoco.

Infrastruttura. Bluemix offre tre modi di eseguire il codice: Cloud Foundry, IBM Containers e Virtual Machines. Le applicazioni in esecuzione nell'infrastruttura Foundry operano con le applicazioni Cloud Foundry esistenti e possono associarsi a tutti i servizi disponibili nel catalogo Bluemix. Con questa infrastruttura, lo sviluppatore sviluppa e gestisce il codice applicativo e Bluemix si occupa della gestione e della manutenzione dell'infrastruttura alla base di tali applicazioni. Con l'infrastruttura IBM Containers, si può eseguire l'applicazione dovunque sia supportata la distribuzione contenitore. Un contenitore è un oggetto che contiene tutto quanto occorre per l'esecuzione di un'applicazione. L'infrastruttura IBM Containers può essere ingrandita sia orizzontalmente sia verticalmente. Si possono usare tutte le immagini disponibili nel Docker Hub pubblico e servirsi del-

l'interfaccia riga di comando e della API docker per gestire i contenitori su Bluemix. IBM fornisce anche alcune immagini pubbliche all'interno del Containers Registro, che si possono utilizzare e ampliare. L'infrastruttura Bluemix Virtual Machines offre la possibilità di creare e gestire gruppi di macchine virtuali sul Cloud pubblico IBM. Si possono anche creare gruppi di VM sui cloud IBM privati che si è scelto di rendere disponibili per gli utenti Bluemix. Si possono distribuire e gestire le macchine virtuali usando l'interfaccia utente Bluemix o le API OpenStack del Cloud. Le macchine virtuali su Bluemix supportano la fornitura di gruppi di macchine virtuali con ridimensionamento automatico. Attraverso questo supporto, il numero di istanze può aumentare o diminuire automaticamente in base al carico della CPU o all'esecuzione non riuscita di un'istanza. Inoltre, viene supportato il bilanciamento del carico, che consente l'assegnazione di indirizzi IP virtuali (IP variabili) secondo necessità.

Applicazioni: è la risorsa utente che uno sviluppatore sta creando. Il ciclo di vita dell'applicazione in Bluemix e Cloud Foundry è identico, indipendentemente da come si esegue il push dell'applicazione a Bluemix. Come già detto, ci possono essere due tipi di applicazioni: mobile o web. Le applicazioni mobile vengono eseguite esternamente all'ambiente Bluemix e utilizzano i servizi a cui sono presentate. Le applicazioni web sono costituite da tutto il codice di cui è richiesta l'esecuzione o il riferimento al runtime. Le applicazioni web sono caricate su Bluemix per ospitare l'applicazione.

Servizi: sono un'estensione Cloud ospitata da Bluemix. Il servizio fornisce funzionalità pronta per l'uso da parte del codice in esecuzione dell'applicazione. I servizi predefiniti forniti da Bluemix includono database, messaggistica, notifiche di push per le applicazioni mobili e memorizzazione in cache flessibile per le applicazioni web. Si possono anche creare propri servizi in Bluemix. Bluemix semplifica l'utilizzo di servizi eseguendo il provisioning di nuove istanze del servizio e associando tali istanze del servizio all'applicazione. La gestione del servizio è gestita automaticamente da Bluemix.

Starter: è un template che include servizi predefiniti e codice applicativo configurato con uno specifico pacchetto di build. Ci sono due tipi di starter: contenitori tipo e runtime. Uno starter può essere del codice applicativo scritto in uno specifico linguaggio di programmazione oppure una combinazione di codice applicativo e di una serie di servizi.

Contenitori tipo: è un contenitore per un'applicazione e il suo am-

biente di runtime associato e i servizi predefiniti per uno specifico dominio.

Runtime: è la serie di risorse utilizzata per eseguire un'applicazione. Bluemix fornisce ambienti di runtime come contenitori per diversi tipi di applicazioni. Gli ambienti di runtime sono integrati come pacchetti di build in Bluemix, e sono configurati automaticamente per l'utilizzo.

Pacchetti di Build: sono una raccolta di script che preparano il codice per l'esecuzione sul PaaS di destinazione. Un pacchetto di build raccoglie le dipendenze di runtime e framework di un'applicazione. Li impacchetta quindi con l'applicazione in un droplet che può essere distribuito al Cloud.

IBM ha da poco lanciato i Bluemix Garages, degli spazi fisici collaborativi per sviluppatori, product manager e progettisti che consentono di collaborare con esperti IBM per innovare rapidamente ed erogare nuove applicazioni Cloud in ambiente Bluemix. Il primo IBM Bluemix Garage è situato nei dintorni del South of Market di San Francisco, dove la densità al metro quadro di start-up è la più elevata al mondo ed è situato presso Galvanize, uno start-up hub che ospita circa duecento start-up di San Francisco. Lavorando a fianco di consulenti IBM, partner e imprenditori, gli utenti Garage svilupperanno applicazioni con le moderne tecnologie Cloud e con processi agili e fortemente strutturati.

4.4.1 Servizi offerti

IBM Bluemix offre davvero una vasta gamma di servizi per poter sviluppare la propria applicazione. Il catalogo permette la ricerca per settori. Prima di tutto si può scegliere un pacchetto di servizi e di codice di esempio (sezioni Contenitori tipo e Runtime), oppure iniziare da zero. I servizi sono suddivisi per categorie: Cognitive, Mobile, DevOps, Web e applicazione, Integration, Gestione dati, Big Data, Sicurezza, Business Analytics, Internet delle cose. Ogni categoria ha al suo interno sia servizi propri di IBM, che servizi forniti da terze parti o dalla community.

Di seguito verrà riportato qualche esempio di servizio per ogni categoria.

Contenitori tipo

Java Cache Web Starter è un'applicazione di esempio che mostra come utilizzare l'API nativa Java del servizio IBM DataCache con il runtime Web

Java su IBM Cloud. Permette di creare applicazioni con Liberty for Java Starter Application. Liberty for Java permette di sviluppare, distribuire e ridimensionare le applicazioni web Java con facilità. IBM WebSphere Liberty Profile è un profilo altamente componibile, ultra-veloce ed estremamente leggero di IBM WebSphere Application Server progettato per il Cloud. Bluemix fornisce Liberty for Java Starter Application come template, quindi lo sviluppatore può aggiungere il suo codice e rimandare le modifiche indietro all'ambiente Bluemix.

Il servizio DataCache migliora le prestazioni e la fruibilità delle applicazioni web da parte dell'utente attraverso il richiamo delle informazioni dalla cache in memoria, veloce e gestita, anziché affidarsi interamente ai più lenti database su disco. IBM DataCache per Bluemix è un servizio di cache che supporta scenari caching distribuiti per applicazioni web e mobile. Il servizio di cache utilizza la tecnologia di un *data grid*, nel quale si possono memorizzare oggetti in formato chiave-valore. È facile da usare ed estende le prestazioni e la scalabilità delle applicazioni esistenti. Può aiutare a minimizzare le transazioni ridondanti, a migliorare il tempo di risposta e ad aumentare l'efficienza di un'infrastruttura di un'applicazione esistente che supporta applicazioni critiche.

Il servizio di Monitoring e Analytics aumenta la visibilità e il controllo di cui l'applicazione ha bisogno. Determina il tempo di risposta che l'utente vede, percepisce le prestazioni e la disponibilità dei componenti delle applicazioni, fa leva sulle analisi per mantenere l'applicazione attiva e ben performante.

Runtime

Permette di eseguire un'applicazione nel linguaggio preferito: Liberty for Java, SDK for Node.js, Go, PHP, Python, Ruby on Rails, Ruby Sinatra. È possibile importare anche il proprio pacchetto.

Cognitive

Crea applicazioni cognitive che aiutano a migliorare, adattare e accelerare la competenza umana. Alcuni esempi:

Concept Expansion è un servizio che analizza un testo e interpreta il suo significato in base all'uso di quel testo in altri contesti simili. Ad esempio, può interpretare "The Big Apple" dandogli come significato "New York City". Questo servizio può essere utilizzato per creare un dizionario di

parole collegate e concetti come eufemismi, parole usate in gergo colloquiale o frasi poco chiare che possono essere capite ed analizzate meglio.

The screenshot shows the 'Try the service' interface for Concept Expansion. It includes a 'Label' field with 'drugs', a 'Corpus' section with radio buttons for 'Medical Transcriptions' (selected) and 'Social Media', and a 'Seeds' text area containing 'motrin', 'tylenol', and 'aspirin'. Below these are 'Clear' and 'Submit' buttons. To the right, the 'Status' section shows a job ID and a 'Done' status. The 'Output' section displays a table of results:

Prevalence	Result
2.803636	penicillin
2.748252	plan: 1
2.685714	actos
2.670330	lipitor
2.649351	zocor
2.649351	metformin
2.640000	a beta blocker
2.634783	exercise
2.485714	daily
2.400000	elixir

Figura 4.8: Esempio di utilizzo di Concept Expansion

Language Identification è un servizio che identifica la lingua nella quale è scritto il testo inserito. Questo servizio serve per dare informazioni agli step successivi dell'applicazione, come la traduzione, la trasformazione in testo di parole dette a voce o analisi dirette. Può essere utilizzato insieme al servizio Machine Translation (servizio di traduzione del testo). Ad oggi il servizio riesce a identificare venticinque linguaggi, tra i quali anche l'italiano.

Personality Insights è un servizio che utilizza analisi linguistiche per dedurre le caratteristiche cognitive e sociali, tra cui valori o bisogni, dalle comunicazioni che l'utente mette a disposizione, come email, messaggi di testo, tweet, post del forum, e altro ancora. Derivando preferenze cognitive e sociali, il servizio aiuta gli utenti a capire, connettersi e comunicare con altre persone su un livello più personalizzato.

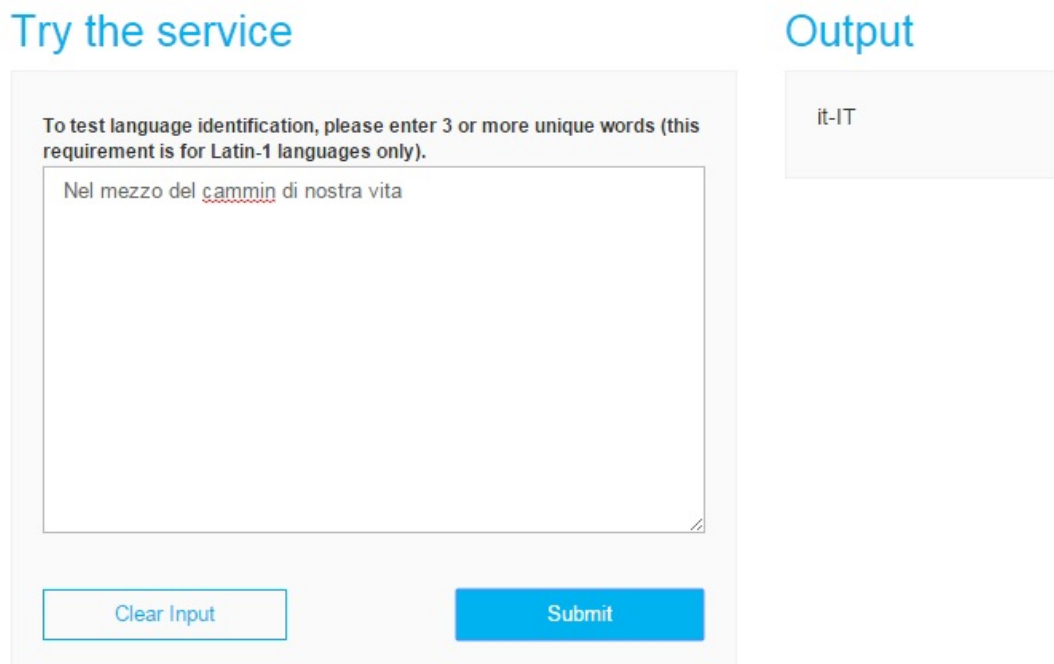


Figura 4.9: Esempio di utilizzo di Language Identification

Visual Recognition è un servizio che permette di analizzare l'aspetto visivo di immagini o frame di video per capire cosa sta succedendo. Utilizzando la tecnologia di apprendimento automatico, classificatori semantici riconoscono molte entità visive, come impostazioni, oggetti ed eventi. Il servizio applica questi modelli per identificare le immagini e riporta una serie di risposte candidate con i relativi livelli di affidabilità.

Mobile

Mobile Application Security è un servizio che gestisce l'accesso delle applicazioni e implementa un framework di base per la sicurezza delle applicazioni per il servizio Mobile Cloud. Identifica utenti e dispositivi che possono accedere allo specifico servizio Mobile Cloud e si assicura che dispositivi non autorizzati, compromessi o perduti non possano raggiungere i servizi Mobile Cloud e i dati.

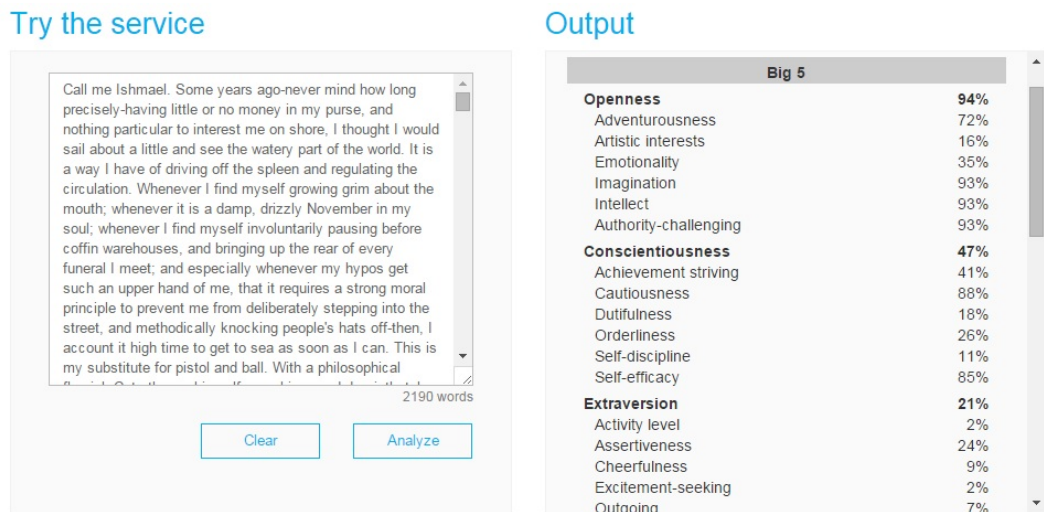


Figura 4.10: Esempio di utilizzo di Personality Insights

Quality Assurance permette il test di applicazioni mobile, la convalida degli utenti, il feedback di qualità con analisi di opinioni, report automatici di situazioni di arresti anomali, report di bug nell'applicazione e feedback dagli utenti. Dà la possibilità di migliorare la qualità delle applicazioni mobile avendo una visibilità globale nell'esperienza dell'utente.

Push è un servizio che consente di inviare contenuti rilevanti alle persone giuste, nel posto giusto e nel momento giusto. Si possono inviare contenuti ai dispositivi mobile, incluse le piattaforme iOS e Android. Le notifiche possono essere inviate broadcast a tutti i dispositivi mobile registrati, a un sottoinsieme di dispositivi e piattaforme, agli ID degli utenti, ai dispositivi sottoscritti per quel determinato evento.

DevOps

Autoscaling è il servizio di scaling automatico per Bluemix che consente di aumentare o ridurre automaticamente le capacità di calcolo dell'applicazione. Il numero di istanze dell'applicazione viene regolato dinamicamente in base alla politica di scaling automatico definita dall'utente.

Pipeline di distribuzione - Continuous Delivery Pipeline automatizza e distribuisce le build. Mentre si crea un'applicazione sul Cloud, si

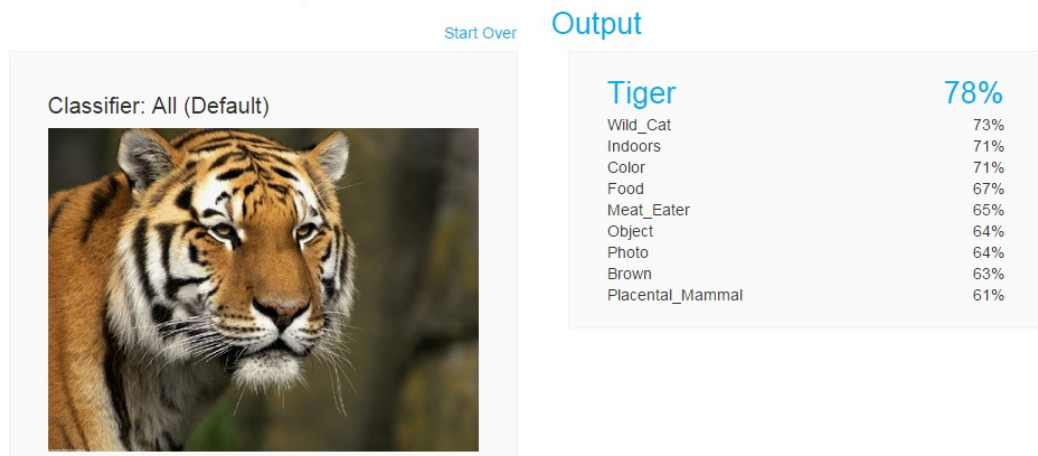


Figura 4.11: Esempio di utilizzo di Visual Recognition

può scegliere da diversi builder. Lo sviluppatore fornisce lo script di build e questo servizio lo esegue senza dover configurare dei sistemi di build. Si può creare una pipeline di distribuzione articolata in più fasi, eseguire distribuzioni in più regioni e creare e distribuire un'applicazione con un singolo clic, o anche automaticamente. Si possono configurare tutte le fasi di sviluppo che si desiderano nella pipeline. Essa mostra cosa è distribuito, dove è stato distribuito, quando è successo e chi ne è l'autore, con dei log completi di build e sviluppo.

Traccia e pianifica - Track & Plan consente di visualizzare, modificare e pianificare attività. Si può tenere traccia del proprio lavoro e di quello del proprio team, creare cronologie e attività, gestire gli arretrati e pianificare il lavoro per i prossimi step. Questo servizio collega piani e codice, in modo da aver sincronia con i progressi fatti dal team di sviluppo.

Web e applicazione

Business Rules consente agli sviluppatori di impiegare meno tempo nella ricodifica ed esecuzione dei test quando la politica di business viene modificata. Il servizio Business Rules riduce al minimo le modifiche del codice, mantenendo separata la logica di business dalla logica dell'applicazione. Poiché la politica di business può cambiare più velocemente rispetto al codi-

ce dell'applicazione, è importante esternare la logica di business dalla logica dell'applicazione e poterla modificare in una sintassi simile a un linguaggio intuitivo e naturale.

Data Cache migliora le prestazioni e la fruibilità delle applicazioni web da parte dell'utente attraverso il richiamo delle informazioni dalla cache in memoria, più veloce, anziché affidarsi interamente ai più lenti database su disco.

Workflow rende più facile creare i flussi di lavoro che controllano e coordinano i servizi basati su REST utilizzati nelle proprie applicazioni. Il linguaggio Workflow basato su JavaScript consente di definire le interazioni tra tutti i servizi. Con lo scaricamento di tutte le interazioni del servizio sul servizio Workflow, è più facile conoscere, gestire e modificare la propria applicazione. I flussi di lavoro vengono eseguiti e gestiti in modo consistente e scalabile, a prescindere se il flusso di lavoro e i servizi hanno un'esecuzione della durata di alcuni millisecondi o alcuni giorni. Tutte le operazioni complicate necessarie per rendere persistente lo stato del flusso di lavoro e correlare le comunicazioni con le istanze del flusso appropriate verranno eseguite dal servizio.

Integration

API Management è un servizio che consente di pubblicare e gestire le API. Una volta ottenuto questo servizio nella propria organizzazione Bluemix, si possono esporre API nel catalogo Bluemix pubblicandole su un'organizzazione Bluemix.

Cloud Integration permette di incorporare Cloud e dati on-premise e di interagire con database backend. Poi si possono spostare dati o creare API REST per applicazioni Bluemix. Questo servizio offre: possibilità di integrare velocemente servizi Cloud nei sistemi aziendali di dati, espone sistemi backend di record come API REST per essere utilizzati dalle applicazioni, permette comunicazioni sicure con Secure Connectors on-premises ed espone solo gli schemi e le tabelle che si vogliono esporre alle applicazioni.

Gestione dati

DataWorks consente di velocizzare lo sviluppo delle applicazioni ottenendo i dati necessari, quando se ne ha bisogno, garantendo che siano adatti allo scopo. Sfrutta un insieme di API che implementano un modello REST

standard. Le prestazioni e la scalabilità del servizio DataWorks faranno in modo che l'applicazione venga eseguita in modo efficiente.

Object Storage è un servizio che si basa su SoftLayer Object Storage, che a sua volta è basato su OpenStack Swift. Ha al suo interno un supporto per fornire store di oggetti indipendenti e crea un *subaccount* individuale per ogni store di oggetti.

SQL Database aggiunge un database transazionale su richiesta all'applicazione. Fornisce un database per gestire il web e i carichi di lavoro transazionali gravosi per l'azienda.

Big Data

Geospatial Analytics espande i confini delle applicazioni. Influenza le analisi geospaziali in tempo reale per capire quando i dispositivi entrano in una certa regione o la abbandonano.

IBM Insights for Twitter fornisce il sentimento degli utenti e altri arricchimenti per più lingue, basandosi su profondi algoritmi di elaborazione del linguaggio naturale di IBM Social Media Analytics. Supporta pienamente l'elaborazione in tempo reale dei flussi di dati di Twitter ed è configurabile attraverso una ricca serie di parametri di query e parole chiave. Include API RESTful che consentono di personalizzare le ricerche e restituire tweet e arricchimenti in formato JSON.

Sicurezza

AppScan Mobile Analyzer porta la potenza provata di AppScan su applicazioni mobile Android, identificando problemi di sicurezza nelle applicazioni, per aiutare lo sviluppatore a mantenerle al sicuro.

Static Analyzer porta la potenza del test di sicurezza di applicazioni statiche nel Cloud. Ripulisce il codice da gestione di dati e chiamate ad API non sicure. Trova presto le vulnerabilità di sicurezza già nello sviluppo, in modo da poterle correggere prima della distribuzione.

Business Analytics

Embeddable Reporting permette di eseguire report di IBM Cognos Business Intelligence nel proprio ambiente Bluemix. Fornisce un meccanismo

per connettere i sorgenti di dati relazionali, creare report e integrare questo servizio all'interno dell'applicazione.

Predictive Modeling permette l'integrazione di analisi nell'applicazione. Facendo il *bind* di questo servizio nell'applicazione, vengono generate le analisi predittive di cui le applicazioni hanno bisogno per offrire maggiori funzionalità agli utenti. Questo servizio è un insieme di API REST che possono essere richiamate da qualunque linguaggio di programmazione.

Internet delle cose

Internet of Things è un servizio che fornisce una semplice, ma potente applicazione che accede a dispositivi e dati in Internet delle cose. Permette di comporre rapidamente applicazioni fornendo vantaggi per dati da gateway, sensori e dispositivi connessi.

Capitolo 5

Conclusioni

In conclusione a questa tesi posso esprimere le mie opinioni in merito ai temi trattati. Il Cloud Computing è una tecnologia che ha grosse potenzialità, ma che allo stato dei fatti presenta ancora degli ostacoli. Il primo scoglio da superare sarà sicuramente quello di definire degli standard per questa tecnologia, in modo da potersi allineare tutti sullo stesso modello. Alcune piattaforme permettono già la portabilità delle applicazioni da una piattaforma all'altra, ma generalmente prevedono il supporto soltanto per le piattaforme principali. Cloud Foundry sta cercando di definire uno standard de facto per il Cloud Computing cercando di raggruppare in questa organizzazione tutte le più importanti aziende informatiche. Il lavoro svolto da Cloud Foundry e da tutti i collaboratori è per me un ottimo punto di partenza per poter arrivare ad avere uno standard de iure per questa tecnologia. L'impresa di Cloud Foundry Foundation è davvero, a mio parere, un'ottima scelta per chi vuole iniziare a lavorare con il Cloud Computing. Essendo tutto open source, ognuno ha a disposizione ogni strumento necessario per poter sviluppare la propria applicazione al meglio e senza doversi troppo preoccupare dei dettagli tecnici che stanno alla base. Anche IBM, con il suo Bluemix, ha creato una piattaforma che offre molte opportunità per gli sviluppatori. Andando a cercare e ad analizzare i servizi a disposizione nel catalogo online, ho potuto constatare che quello che IBM promette nelle introduzioni alla piattaforma è veramente mantenuto. I servizi offerti sono tanti, anche se in questa mia esperienza ne ho analizzati brevemente soltanto alcuni. Lo sviluppatore di applicazioni deve soltanto occuparsi di scrivere il codice della sua applicazione, poi tutti i dettagli tecnici e i servizi

necessari verranno agganciati tramite la piattaforma Bluemix.

Per quanto riguarda l'adozione del Cloud da parte delle aziende, credo che ci si stia muovendo nella direzione giusta. In Italia, questa tecnologia non si è ancora del tutto affermata, ma le indagini ci fanno capire che anche noi come paese ci stiamo adeguando. Dalle indagini, inoltre, è emerso che in Italia si pensa al Cloud più che altro in termini di servizio di storage e, in questo caso, le aziende italiane ne fanno largo uso. C'è ancora un po' da lavorare per far passare il concetto che, come già detto, il Cloud Computing non porta soltanto benefici economici, ma anche organizzativi perchè permette di velocizzare molte fasi dei progetti e dei processi aziendali.

Da parte mia, mi sento di consigliare l'utilizzo di Cloud Foundry e di IBM Bluemix a tutti coloro che intendono iniziare a sviluppare applicazioni Cloud, in quanto mi sembra un ottimo punto di partenza, sia per chi è alle prime armi, sia per i più esperti.

Ringraziamenti

Giunta al termine di questa importante esperienza, vorrei ringraziare il professor Andrea Omicini per la sua disponibilità, la sua pazienza e il suo aiuto per la redazione di questa tesi.

Ringrazio i miei genitori, per avermi sempre supportata e per aver sempre creduto in me, perchè senza di loro non avrei mai avuto la possibilità di arrivare fin qui. Grazie per l'enorme pazienza e per tutto ciò che avete fatto per me.

Ringrazio mia sorella e tutto il resto della famiglia per esserci stati e per aver condiviso con me i momenti più importanti.

Ringrazio Stefano, la mia dolce metà, per avermi supportata e sopportata in tutti questi anni, per esserci sempre stato nei momenti belli, ma soprattutto in quelli più difficili.

Ringrazio Gabriella perchè mi ha accolta come una figlia e mi ha sempre supportata.

Ringrazio tutti i compagni di questa avventura, in particolare Elisabetta e Diego, che hanno condiviso con me la maggior parte di questo cammino, condividendo gioie e ansie da esame.

Ringrazio tutti i miei amici, per avermi fatta stare bene anche nei momenti in cui l'ansia e la preoccupazione si impadronivano di me.

Ringrazio tutto il gruppo Emily per avermi aiutata in un momento difficile della mia vita e per avermi sempre capita.

Ringrazio tutti coloro che, in un modo o nell'altro, hanno preso parte alla mia vita e hanno contribuito ad aiutarmi in questo percorso.

Bibliografia

- [1] <http://www.rightscale.com/>.
- [2] <http://cloudtweaks.com/>.
- [3] <http://mjskok.com/resource/2014-future-cloud-computing-4th-annual-survey-results>.
- [4] <http://www.interoute.it/>.
- [5] <http://www.hostingtalk.it/>.
- [6] <http://cloudindustryforum.org/>.
- [7] <http://www.mckinsey.com/insights/mgi>.
- [8] <http://www.webmasterpoint.org/>.
- [9] <https://24orecloud.ilsole24ore.com/>.
- [10] <https://github.com/>.
- [11] <https://www.wikipedia.org/>.
- [12] <http://www.cloudfoundry.org/>.
- [13] <http://www-01.ibm.com/software/bluemix/>.
- [14] <https://console.ng.bluemix.net/>.
- [15] <http://blog.keliweb.it/>.
- [16] <http://www.chefuturo.it/>.

- [17] <http://www.corrierecomunicazioni.it/>.
- [18] <http://www-03.ibm.com/press/it/it/index.wss>.
- [19] F. Parravicini. Tre domande all'inventore del cloud computing. <http://tech4green.it/2010/08/tre-domande-allinventore-del-cloud-computing/>, 2010.
- [20] M. Peter and G. Timothy. The nist definition of cloud computing. *Special Publication 800-145*, 2011.