



Università degli Studi dell'Aquila
Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica

Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica e Automatica

Realizzazione di un prototipo della versione Cloud SaaS della suite IBM BigFix: Automazione del deployment e del testing

Relatore interno:

Prof. Serafino Cicerone

Laureando:

Beniamino Negrini

Correlatore:

Dott. Marco Secchi

Relatore esterno:

Dott. Bernardo Pastorelli

Anno Accademico 2016/2017

Dedica a piè pagina

Indice

1	Introduzione	7
2	IBM BigFix	12
2.1	BigFix	12
2.1.1	Architettura	12
2.1.2	BigFix Platform	15
2.1.3	BigFix Applications	15
2.1.4	Fixlets	16
2.2	IBM	17
2.3	SaaS Exploration Project	17
2.3.1	Il framework SCRUM	18
2.3.2	Sistemi di controllo di versione	18
2.3.3	RTC	19
3	Il Cloud e le sue sfaccettature	21
3.1	Cloud Computing	21
3.1.1	Vantaggi del Cloud Computing	22
3.2	Tipologie di servizi Cloud	23
3.2.1	IaaS, Infrastructure as a Service	23
3.2.2	PaaS, Platform as a Service	24
3.2.3	SaaS, Software as a Service	25
3.3	SOA, Service Oriented Architecture	29

3.4 Il software On Premise	30
4 SaaS e i suoi requisiti	31
4.1 Availability	31
4.2 Reliability	32
4.3 Dependability	32
4.3.1 Availability e Reliability nel contesto Cloud	33
4.4 Scalability	33
4.5 Monitoring	34
5 SaaS, le tecnologie che ne consentono la realizzazione	36
5.1 Microservizi	36
5.1.1 Il modello monolitico a layer	37
5.1.2 Confronto tra l'architettura a microservizi e il modello monolitico	38
5.1.3 Vantaggi e svantaggi di un'architettura a microservizi	38
5.2 Containers	41
5.2.1 I containers e le Macchine Virtuali	42
5.2.2 Vantaggi dei container	43
5.2.3 I container e i microservizi	44
5.2.4 Docker	44
5.2.5 Kubernetes	48
5.3 Multitenancy	51
5.4 DevOps, Continuous Delivery e Continuous Integration	52
5.5 Monitoring Tools	54
5.5.1 Prometheus	54
5.5.2 Grafana	55
5.6 BlueMix Services	56
6 IBM BigFix on SaaS, la progettazione	58
6.1 Interaction Design	58
6.1.1 Design Thinking	59
6.1.2 BigFix SaaS Interaction Design	60
6.2 Requisiti Non Funzionali	65

6.2.1	Dependability	65
6.2.2	Scalabilità	67
6.2.3	Monitoring	68
6.3	Gap con il prodotto on premise	68
6.4	Scelta dei tool e dei servizi da utilizzare	69
6.5	Definizione Architetturale	70
6.5.1	Viste architettoniche	70
6.6	Definizione dei processi di gestione	72
6.6.1	Novità rispetto al prodotto già esistente	72
6.6.2	Disaster Recovering	74
7	IBM BigFix on SaaS, l'implementazione del prototipo	75
7.1	Container e microservizi di BigFix	75
7.2	Gli ambienti di sviluppo	76
7.3	Costruzione dell'ambiente e installazione di Docker e Kubernetes . . .	76
7.4	Re-working degli installer del server e del relay di BigFix	78
7.5	Le immagini Docker	78
7.6	Docker containers, Pods e services	79
7.7	Modifiche al relay necessarie per la versione SaaS	80
7.8	Automazione del Deployment	81
7.8.1	Bash Scripting	82
7.8.2	Jenkins	82
7.8.3	Ansible	84
7.8.4	UrbanCode Deploy e code promotion	85
7.9	Scenario di onboarding di un nuovo cliente	85
7.10	Il passaggio all'ambiente di produzione	88
7.11	Automazione del Testing	88
7.11.1	Functional Test	89
7.11.2	Pre-production environment	91
7.11.3	Security Test	91
7.11.4	Performance Test	92
7.11.5	Penetration Test	93
7.11.6	Rielaborazione degli output del testing	93

7.12 Scenario di upgrade del servizio	93
8 Conclusioni	95
8.1 Sviluppi futuri	95
8.2 Considerazioni	95
9 Ringraziamenti	96
A Tecnologie Utilizzate	97
A.1 Linguaggi di programmazione	97
A.2 Linguaggi di Markup e di serializzazione	97
A.3 Tool di sviluppo	98
A.4 Framework agili	99
A.5 Code Editors	99
A.6 Sistemi operativi	99

Capitolo **1**

Introduzione

E' sempre più evidente che il cloud computing è il futuro del software. Il suo avvento rappresenta una rivoluzione nella fruizione dell'informazione.

Il profondo cambiamento consta nella distribuzione dei servizi di calcolo e nella virtualizzazione delle risorse. Gli utenti hanno così la sensazione di un utilizzo centralizzato. Tutto ciò è divenuto possibile dal momento in cui l'accesso alla rete avviene da sempre più dispositivi e con velocità di connessione sempre maggiori.

La tematica del cloud computing è stata centrale nel lavoro di tesi svolto presso l'azienda IBM (International Business Machines Corporation) nella sua sede di Roma. Si è realizzato nello specifico un prototipo software: la versione SaaS dei prodotti IBM BigFix. BigFix è una suite di prodotti dedicati alle aziende che risolvono problematiche di Endpoint Security e di compliance di dispositivi a politiche aziendali ottenendo il pieno controllo su tutti i dispositivi.

La sfida raccolta è quella di portare l'arsenale di strumenti BigFix nella leggerezza del cloud. Rendendolo disponibile, nel giro di pochi minuti, anche ai clienti che non potevano permettersi la versione on premise. Anche a chi è sempre stato intimorito dalla difficoltà che comportava l'installazione di uno strumento così potente, ma allo stesso tempo complesso.

La diffusione del Cloud Computing L'utilizzo di servizi cloud è ormai sempre più diffuso. A volte in maniera consapevole altre meno. Si è molto più consci del suo utilizzo ad esempio quando si utilizzano piattaforme nelle quali è possibile archiviare i propri dati personali, come Dropbox o Google Drive. Ma in realtà il concetto di cloud è molto più ampio. Esso si estende a tutte le tipologie di servizi che si attendono al paradigma cloud. Possiamo utilizzare un software in cloud per gestire la posta elettronica, o utilizzarlo per la gestione delle vendite di un magazzino fino anche alla gestione di alcuni aspetti aziendali, come nel caso di questo lavoro di tesi.

I vantaggi dati dall'utilizzo di un servizio cloud sono molteplici. Sicuramente l'aspetto più apprezzabile è la possibilità di accedere al servizio da qualunque dispositivo si abbia una connessione ad internet. Un'altro aspetto fondamentale, soprattutto per i prodotti professionali, è la facilità di installazione. I servizi cloud sollevano l'utente dalla necessità di possedere l'hardware necessario a far funzionare il sistema, basta un semplice strumento come un browser web. Infine è bene ricordare che, essendo gestiti completamente dal provider, questi prodotti possono avere prestazioni molto maggiori dei software tradizionali, chiamati on premise.

Dividiamo gli strumenti cloud in tre grandi macro categorie: Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) e Infrastructure as a Service (IaaS). Mentre le IaaS mettono a disposizione attraverso la rete infrastrutture e le PaaS offrono dei componenti software da assemblare, un SaaS è un vero e proprio prodotto software completo, che l'utente può utilizzare da qualunque dispositivo voglia.

Rientra proprio in questa categoria il sistema che è stato realizzato in questo lavoro di tesi. Una versione SaaS dei prodotti BigFix di IBM è un'importante scelta strategica aziendale perchè porta il servizio a essere appetibile a un panorama molto più vasto di clienti, data la facilità di adozione per le aziende di una tecnologia cloud rispetto a una on premise.

Portare Bigix su SaaS è il progetto più sfidante della divisione Security di IBM. BigFix è un prodotto ormai affermato, ma c'è la necessità di non rimanere solamente

ancorati alla versione standard del prodotto. Per questo è stato affiancato un team molto valido di altri due developer guidati da un architect in IBM con lo scopo di progettare e implementare il prototipo SaaS che verrà poi attentamente valutato prima di essere messo definitivamente sul mercato.

Il problema da risolvere Passare un prodotto on-premise, con la sua architettura molto articolata, su cloud non è un problema di semplice risoluzione. Occorre rivoluzionarne completamente la struttura, adottare nuove tecnologie, modificare le componenti esistenti e creare nuovi moduli software.

La differenza strutturale principale sta nel fatto che, in realtà, tutte le componenti software, le risorse hardware e i dati di tutti i clienti risiedono presso il provider, in questo caso IBM stessa. Il cliente possiede presso la sua sede solamente l'interfaccia con la quale accedere a tutte queste risorse e questo è un grande vantaggio per il cliente stesso, ma anche un importante problema da risolvere.

L'approccio alla soluzione Per meglio progettare il prototipo che si realizza è necessaria un'attenta fase di identificazione dei requisiti sia funzionali che qualitativi. A questo proposito si sono abbracciati dei framework agile per condurre l'intero lavoro.

La fase di ideazione del progetto è avvenuta dopo un attenta fase di "Design Thinking", un processo creativo ormai consolidato in IBM che coinvolge fin dall'inizio progettisti, sviluppatori, clienti e team di operations. In questo modo si cerca di instaurare un rapporto di empatia tra tutti gli stakeholders del progetto e comprendere al meglio le necessità degli utenti finali.

Il processo di sviluppo è iterativo e incrementale. E' fondamentale infatti realizzare da subito componenti del sistema eseguibili e mostrabili in modo da massimizzare le opportunità di feedback. Si è adottata nel team la metodologia di sviluppo SCRUM, un processo che possiamo definire "empirista" in quanto segue il principio che la conoscenza deriva solamente dall'esperienza. Occorre quindi avere cicli di

produzione software molto brevi, nei quali si deve ciclicamente fare analisi, progettazione, implementazione, testing e cogliere sempre più feedback dagli stakeholders. Si accresce in questo modo sempre più la conoscenza del prodotto che si deve realizzare realizzando così un servizio che risponde esattamente alle esigenze che lo hanno richiesto.

La soluzione Si definisce così l'intera architettura di BigFix SaaS. Si è scelto di scomporre l'intero sistema in microservizi, ossia piccole entità software completamente indipendenti tra loro. Ognuna di queste esegue dei task atomici necessari per soddisfare le esigenze degli utenti. Vengono poi opportunamente assemblati, replicati e distribuiti nei data center per garantire la maggiore efficienza possibile. La comunicazione tra essi avviene attraverso la rete.

Per realizzare un'architettura a microservizi di questo tipo occorre integrare alcuni tool nati proprio per il panorama cloud. Tra questi spiccano Docker e Kubernetes che consentono di gestire particolari strutture software chiamate container. Come suggerisce il termine il loro scopo è quello di contenere e isolare i microservizi per renderli facilmente replicabili e indipendenti dalle tecnologie sottostanti.

Un altro fattore fondamentale è stata l'adozione di pratiche di DevOps e continuous delivery. Queste fanno fronte a necessità completamente nuove portate dalla filosofia cloud. Il loro scopo è fare in modo che si automatizzino tutti i processi come l'adozione del prodotto da parte di un nuovo cliente.

Per orientarsi nella consultazione di questa tesi Per orientarsi nella consultazione di questa tesi andiamo a spiegare brevemente la sua struttura e le principali tematiche di trattazione. Nel capitolo 2 verrà descritto i contesto in cui si è svolta questa tesi in azienda. Verrà presentato il prodotto di IBM che si è portato su SaaS e verrà fatta una sulle metodologie di lavoro.

Nei capitoli 3 e 4 ci concentreremo sulla tecnologia del cloud computing e sulle sue diverse sfaccettature in cui si trova implementato. Un cambiamento importante

come quello cloud comporta l'impiego di tecnologie apposite che verranno presentate nel capitolo 5.

Giungiamo così finalmente al capitolo 6 dove si espone in maniera molto approfondita il percorso progettuale che ha portato alla definizione dell'architettura del SaaS di BigFix. Qui si vedrà come la pratica del Design Thinking e del framework SCRUM ha portato a definire l'Architettura del prodotto che vede la sua implementazione descritta passo dopo passo nel capitolo 7.

Capitolo 2

IBM BigFix

2.1 BigFix

I prodotti della suite IBM BigFix consentono di monitorare e gestire in tempo reale un elevato numero di dispositivi connessi (fino a 250.000). Questi possono essere sia fisici che virtuali, come ad esempio server, desktop, notebook, dispositivi mobili, tablet, POS, ATM e chioschi self-service. Gli utenti principali di questi prodotti sono gli amministratori di sistema. Tramite le applicazioni BigFix possono avere il pieno controllo sugli endpoint. Possono ad esempio distribuire software, applicare delle patch, effettuare il deploy di sistemi operativi, proteggere da attacchi di rete e molto altro.

2.1.1 Architettura

L’architettura di BigFix può essere, per sua natura, molto articolata, nel caso si debba gestire un numero elevato ed eterogeneo di dispositivi. Essa si basa sul consolidato pattern stilistico client/server, ma con una struttura leggermente variata, prevedendo l’inserimento di un ulteriore layer frapposto tra client e server, i Relay, i quali sono fondamentali per bilanciare il carico di lavoro.

Ma partiamo subito con un esempio per avere un punto di riferimento. Come possiamo notare, l’elemento centrale è il server di BigFix, il quale ha lo scopo di



Figura 2.1: Breve header descrittivo di BigFix dal sito web di IBM Security

raccogliere dei particolari messaggi chiamati Fixlet. Questi messaggi devono poi venire inoltrati ai Relay. È competenza dei Relay interagire con i singoli client e assicurarsi che le Fixlet siano eseguite. Esse, infatti, altro non sono che delle azioni che devono essere necessariamente compiute dai dispositivi. Una sorta di "catalogo" delle Fixlet più utili può essere trovato sul Content server che è accessibile via internet dagli utenti. In tutto ciò la "finestra" dalla quale opera l'amministratore è ovviamente la Console, la quale monitora tutto il flusso di lavoro di BigFix. Andiamo ora ad analizzare le singole componenti dell'architettura.

Servers Il server coordina tutto il flusso di informazioni e si preoccupa di salvare le informazioni sul database. Al tempo stesso però, lascia agli Agent il compito di effettuare analisi ed eseguire azioni specifiche. Ciò consente di liberare il server da una pesantissima computazione. Per questo motivo esso può gestire un altissimo numero di client.

Relays I Relay si comportano come una cache tra i client e il server e sono di numero variabile in base al numero di client. Aiutano il server a gestire i dispositivi anche se funzionalmente non sono altro che client che sono stati promossi a Relay, aggiungendo a loro dei servizi. A questo punto i client non si interfacceranno mai

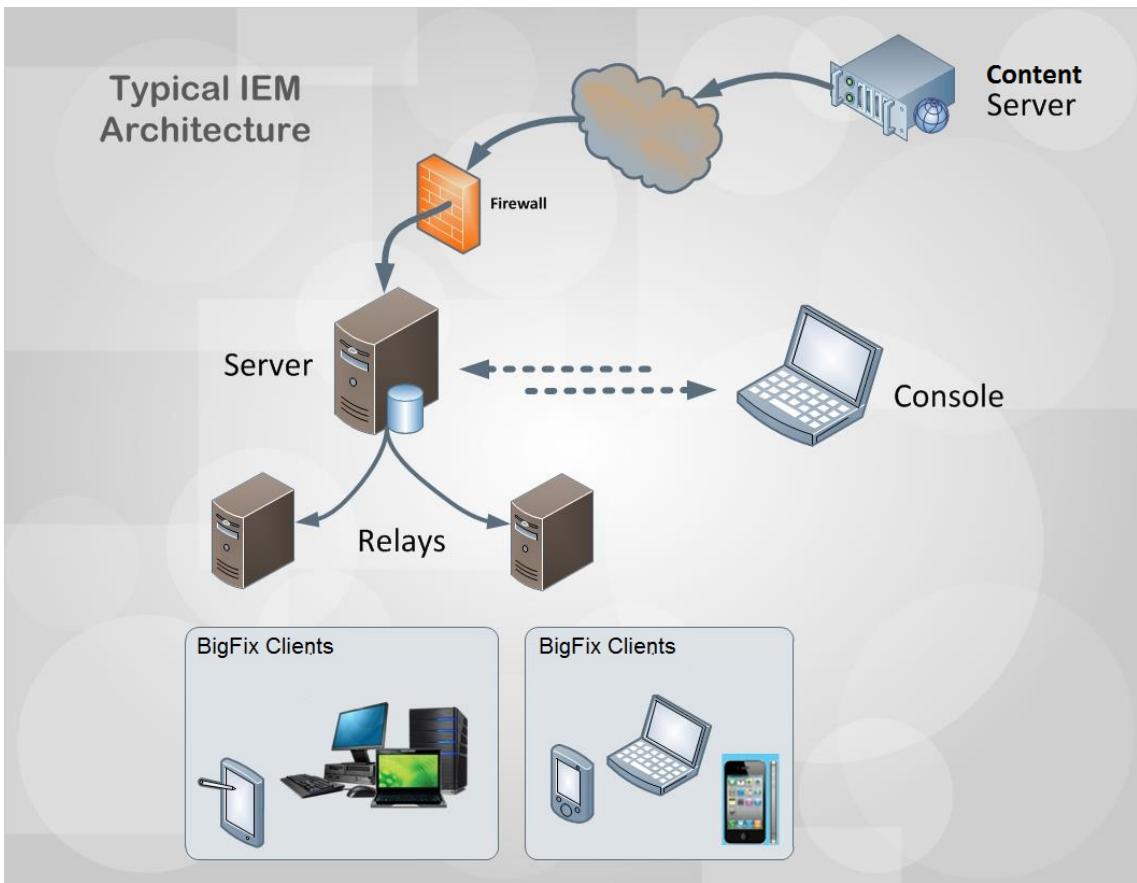


Figura 2.2: Un’architettura BigFix di esempio

con il server, alleggerendone così notevolmente il workload. Possono, ad esempio, più client richiedere un download al Relay, il quale effettuerà un’unica richiesta al server

Agents Un Agent è installato su ogni client facente parte dell’architettura di BigFix. Essi hanno il compito di raccogliere le Fixlet, tramite le quali sono in grado di compiere tutte le azioni necessarie. Un Agent fa dei continui controlli per confrontare lo stato del dispositivo con le policy stabilite. Appena scopre che il dispositivo è fuori dalla compliance, informa il server ed agisce subito per porre rimedio e, al termine dell’attività, l’Agent informa nuovamente il server sull’esito dell’operazione.

Web Reports I Web Reports costituiscono il componente che consente ad utenti autorizzati di monitorare tutti i dispositivi di BigFix. Si può, in questo modo, tenere traccia di vulnerabilità, azioni richieste e molto altro.

Consoles La Console permette agli amministratori di interagire con tutti i client dell’ambiente BigFix. Gli utenti possono così distribuire velocemente patch e configurazioni.

Content Server (BES SUpport) Il Content server è una sorta di repository. Contiene Fixlet a bassa personalizzazione che fanno fronte a esigenze più o meno comuni a tutti gli utenti BigFix. Possono essere prelevate ed utilizzati per i propri fini.

BigFix, da un punto di vista logico, si suddivide in due grandi macro-componenti, la Platform e le Applications. La prima svolge la funzione di layer sopra la quale vengono sviluppate tutte le funzionalità dello strato di applications. Questa organizzazione consente una chiara suddivisione delle competenze da parte di progettisti, sviluppatori, tester e assistenti dei clienti. Il team della Platform si concentra quindi nel fornire una solida infrastruttura al team delle Applications, il quale svilupperà i singoli strumenti al servizio dell’utente.

2.1.2 BigFix Platform

La Platform è una tecnologia multi-layer scritta in linguaggio C++ che agisce come colonna portante di tutta l’infrastruttura di BigFix. Essa svolge infatti funzioni fondamentali, spesso utilizzate anche da altre applicazioni dei layer superiori. Le attività della Platform sono fondamentali per la sussistenza dell’architettura che abbiamo descritto poco fa.

2.1.3 BigFix Applications

Tutti i prodotti applicativi che fanno parte di questo componente consentono di gestire in maniera semplice le operazioni inerenti alla security. A differenza della Platform, sono implementate in linguaggio Java o JavaScript ed hanno funzio-

nalità atomiche tra di loro. Sono l’interfaccia principale con il quale interagisce l’amministratore aziendale.

BigFix Lifecycle Questa è l’applicazione che l’amministratore utilizza per gestire il ciclo di vita degli endpoint fisici. Ha una visibilità completa su di essi e pone rimedi immediati. Tra le funzioni principali ci sono quelle di power management, software distribution e OS deployment.

BigFix Patch E’ l’applicazione che consente la distribuzione di patch sia a livello di applicativi che a livello di sistema operativo.

BigFix Compliance Si utilizza questa applicazione per garantire la compliance dei dispositivi, identificare irregolarità e risolverle.

BigFix Protection Questa applicazione viene adoperata per garantire una protezione real-time contro qualsiasi genere di malware (virus, trojan, worms, spyware, rootkits e altre minacce web). Ha ovviamente effetto sia sugli endpoint fisici che sulle macchine virtuali.

BigFix Inventory Come dice la parola stessa, questa applicazione si occupa di analizzare gli endpoint e generare un inventario di tutti i software su essi installati, generando dei report ed evidenziando, eventualmente, le irregolarità.

2.1.4 Fixlets

Le Fixlet sono il metodo attraverso il quale si svolgono tutte le operazioni, come distribuzione di software, installazioni di patch e configurazioni. Esse sono dei messaggi inoltrati ai client di BigFix e utilizzano un linguaggio di query specifico, il Relevance.

Il linguaggio Relevance

Con una Fixlet si può anche ispezionare un desiderato aspetto di un client. A tale scopo viene adoperato il linguaggio Relevance. Esso, infatti, consente di interrogare

il client, identificandone caratteristiche dell'hardware o del software tramite particolari costrutti, gli Inspectors. Una necessità può essere infatti quella di applicare una Fixlet solamente a dei client con determinate caratteristiche hardware/software oppure che si trovano in stati ben definiti. Si può, in questo modo, facilmente identificare il corretto sottoinsieme di client ai quali è destinata una nuova Fixlet ed applicarla solo ad essi.

2.2 IBM

Come detto, il lavoro di tesi si è svolto nell'ambito di un progetto formativo stipulato tra l'Università dell'Aquila e IBM Italia Spa. Questo progetto ha previsto un tirocinio svolto nella sede di Roma con obiettivo: "Esplorazione e prototipazione di metodi per portare prodotti BigFix su cloud", per l'appunto la realizzazione del prototipo di BigFix Saas.

La storia dell'IBM ha inizio nei primi decenni del novecento, ma è dagli anni settanta che entra nel mercato dell'informatica, soprattutto nel settore hardware. Negli ultimi venti anni il business si è spostato sempre più sul software. In particolare soluzioni cognitive e piattaforme cloud.

IBM Security Presso la sede di Roma presente il più importante laboratorio IBM italiano, il Rome Software Lab. Nella divisione italiana ci si concentra prevalentemente sullo sviluppo back-end. Una grossa fetta del laboratorio fa parte della divisione Security di IBM. Il portfolio di Security contiene per l'appunto prodotti che si occupano di diversi aspetti della security aziendale, tra questi BigFix è uno dei più consolidati.

2.3 SaaS Exploration Project

Lo scopo del progetto al quale ho partecipato con il mio lavoro è quello di esplorare le tecnologie esistenti nel panorama cloud e realizzare il prototipo della versione SaaS di BigFix. A questo scopo, oltre a me, sono state allocate altre tre persone full time al conseguimento del progetto, sotto la guida dell'Architect Bernardo Pastorelli.

2.3.1 Il framework SCRUM

Il team adotta il framework agile SCRUM. Questa metodologia di sviluppo è di sempre maggiore diffusione ed è basata su un approccio iterativo e incrementale nella costruzione del software. Il design e lo sviluppo sono divisi in iterazioni, denominate "Sprint", della durata fissa di due settimane. Queste due settimane terminano sempre con una versione funzionante del prodotto, il quale viene mostrato in una demo che evidenzia le nuove features implementate.

SCRUM utilizza un approccio empirico alla progettazione. La filosofia di fondo del framework è quella che la conoscenza deriva dall'esperienza, e quindi tutte le scelte che si prendono nel corso della progettazione devono avvenire alla luce di una sempre maggiore esperienza, la quale si ottiene avendo a disposizione il prima possibile un sottoinsieme del prodotto a se stante, testabile ed usabile. Dì qui l'approccio fortemente iterativo e incrementale massimizzando le opportunità di feedback.

All'inizio del progetto vengono definiti i requisiti del prodotto (item), i quali vengono da un'attenta analisi dei bisogni dell'utente. Ogni bisogno viene modellato con una Epica, che a sua volta viene prioritizzata e aggiunta al Product Backlog che le indicizza. Le Epiche vengono poi scomposte in User Stories, le quali si suddividono a loro volta in Task, ossia l'elemento atomico del progetto la cui implementazione viene presa in carico da un singolo componente del team.

L'inizio di uno Sprint è sempre caratterizzato da un meeting in cui si pianificano gli obiettivi. In questo contesto si fa sempre riferimento al Backlog incentrandosi sulle User Stories ancora non coperte. Si cerca quindi di suddividersi i Task in modo tale da avere a fine Sprint quelle nuove funzionalità usabili e dimostrabili. Demo che viene svolta sempre con la presenza di tutto il team e anche di colleghi di altri laboratori IBM.

2.3.2 Sistemi di controllo di versione

Da un'organizzazione di questo tipo ne scaturisce la necessità di tool di controllo di versione che permettano una fluida gestione del codice e della programmazione in

parallelo tra i diversi componenti del team.

GitLab A tal scopo si è adottato ormai da tempo, da tutto il team di BigFix, il software di controllo di gestione distribuito Git e una repository aziendale che consiste in una versione enterprise ad hoc per IBM di GitLab, un hosting service molto simile a GitHub.

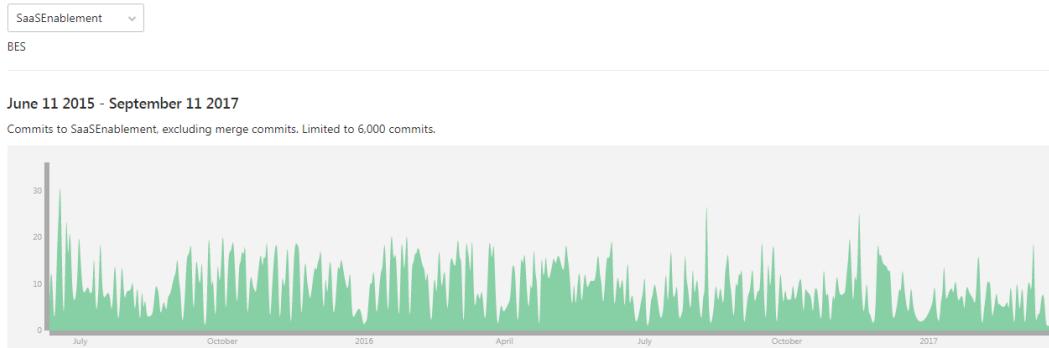


Figura 2.3: Panoramica degli ultimi contributi nel branch del progetto SaaS

Il flusso di lavoro è il seguente. Quando inizia il proprio task, il componente del team si pone su un proprio branch personale sul quale effettua i propri commit. Al termine del task viene fatta una merge request sul branch principale, solo una volta che si è testato il codice, per aggiungere i propri contributi al progetto. A questo punto, dopo una review effettuata da componenti del team accreditati, il nuovo branch verrà mergiato con il branch principale.

2.3.3 RTC

E' ovviamente necessario un tool che coordini anche la suddivisione dei task all'interno del team. A tal fine abbiamo utilizzato un software di IBM, ovvero Rational Team Concert (RTC), il quale è disponibile anche esternamente e gratuito nel caso di piccoli team. Esso offre comodi strumenti di agile planning e gestione di ciclo di vita del software. Ogni componente del team può così tracciare facilmente le aree di sua competenza. E' possibile inoltre usufruire di tool per il source control, controllo dei difetti e gestione delle build.

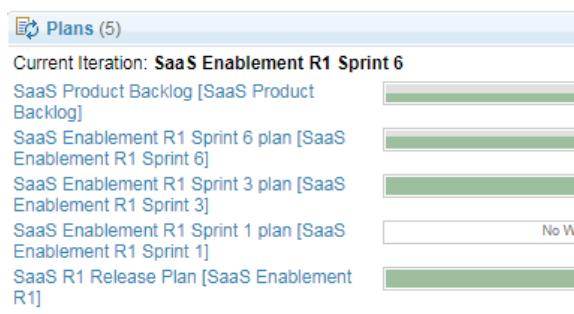


Figura 2.4: RTC. Un'esempio di come viene monitorato il completamento dei diversi sprint

Capitolo **3**

Il Cloud e le sue sfaccettature

3.1 Cloud Computing

La differenza tra il possedere e l'utilizzare. E' questo l'aspetto cruciale del cambiamento apportato dal cloud computing rispetto al software tradizionale. Le risorse, che siano quelle di archiviazione, elaborazione o altro, non sono mai ad hoc per un singolo utilizzatore, ma vengono assegnate on demand e appartengono ad un insieme condiviso da tutti gli altri utenti del prodotto. Attraverso internet ogni utente può accedere a queste risorse in qualsiasi momento. Tali risorse vengono opportunamente allocate in maniera dinamica e completamente automatizzata. Si possono utilizzare così anche software non installati sul proprio computer o usufruire di una memoria di massa accessibile da qualsiasi dispositivo.

L'esperienza utente che si vuole fornire però è quella di un utilizzo esclusivo della risorsa, come nei software tradizionali. In realtà la risorsa viene solo sapientemente distribuita tra tutti coloro che la richiedono. Ciò fa sì che, potenzialmente, un singolo utente possa acquisire risorse notevolmente maggiori rispetto ai software che utilizzano la macchina locale.

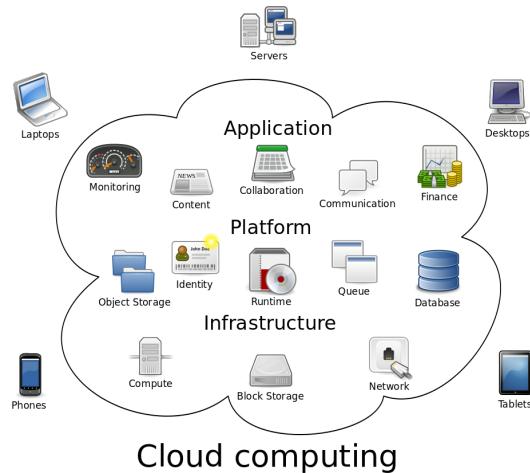


Figura 3.1: Diagramma logico di una rete Cloud Computing

3.1.1 Vantaggi del Cloud Computing

- **Costo:**

Con l'avvento del cloud tutta la gestione dell'infrastruttura sottostante al software diviene a carico del provider. Vengono eliminate spese per la gestione dei data center locali. Facendo riferimento alla versione SaaS di BigFix ad esempio, il cliente viene sollevato dal pesante onere di utilizzare server locali e gestirne le relative connessioni. Il provider ospita tutto l'hardware di cui il cliente ha bisogno.

- **Facilità di installazione:**

Anche qui ci risulta molto utile prendere come esempio la suite di BigFix. Quando un nuovo cliente acquista il prodotto nella sua versione on-premises, un'incaricato di IBM si reca presso il cliente e lì inizia un processo di installazione della suite che può impiegare diverse ore. Nello scenario SaaS il cambiamento è radicale. E' sufficiente che il cliente compili una form online, dopo alcuni minuti poi riceve una mail con il link per accedere al servizio.

- **Prestazioni**

Una delle motivazioni principali per la quale si sceglie di fare uso del clud computing sono proprio le prestazioni, soprattutto se si adotta il paradigma

PaaS. Richiedendo tramite cloud le risorse di calcolo, si può fare affidamento a dei provider che fanno dei server ad alte prestazioni il loro punto di forza. L'utente può, in questo modo, abbattere dei bottleneck che altrimenti risulterebbero di grande impedimento. Nel 2016 IBM mette per la prima volta a disposizione pubblicamente un computer quantistico, proprio attraverso una piattaforma cloud (IBM Q). Questo può rappresentare un esempio estremo in ottica prestazioni, ma che può rendere un'idea di quale potrà essere il trend nei prossimi anni.

- **Affidabilità**

Operazioni di mirroring da parte dei provider dei servizi cloud fa sì che il backup dei dati sia continuo ed economico. Molto spesso i provider hanno data center sparsi in molte parti del mondo, ciò aumenta la resistenza a guasti o addirittura catastrofi che possono verificarsi. Ovviamente questo grado di replicazione dei servizi è impensabile nella fruizione on premise dei prodotti.

3.2 Tipologie di servizi Cloud

Il termine Cloud risulta essere in realtà molto generico. Esso comprende diverse tipologie di fornitura dei servizi, a seconda della risorsa che viene offerta dal provider. La maggior parte dei servizi di Cloud Computing rientrano in tre tipologie principali: Infrastruttura distribuita come Servizio (IaaS, Infrastructure as a Service), Piattaforma distribuita come Servizio (PaaS, Platform as a Service) e Software come un Servizio (SaaS, Software as a Service). Oltre a queste tipologie, annoveriamo anche altre soluzioni come il DaaS (Data as a Service) e l'HaaS (Hardware as a Service). Andiamo a vedere nel dettaglio come, a seconda della modalità di utilizzo del paradigma Cloud, queste strategie si differenziano.

3.2.1 IaaS, Infrastructure as a Service

E' la tipologia più basilare. Vengono messe a disposizione piattaforme di elaborazione. Utilizzando un IaaS si affittano le infrastrutture utili ai propri scopi, come ad esempio server, macchine virtuali (VMs), risorse di archiviazione, reti e sistemi

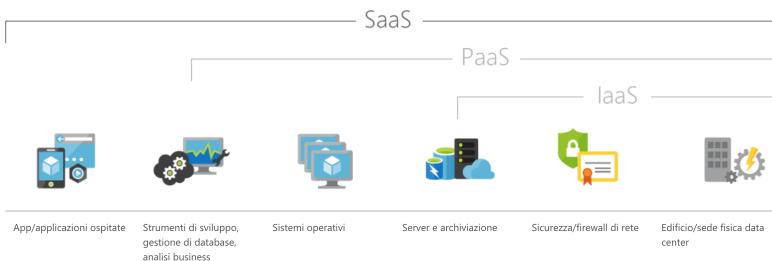


Figura 3.2: Panoramica delle principali tipologie Cloud

operativi. Può, inoltre, essere messo a disposizione anche hardware in remoto. Il provider di servizi cloud gestisce l'infrastruttura, mentre l'utente acquista, installa, configura e gestisce il software, tra cui sistemi operativi, middleware e applicazioni.

Vantaggi Una soluzione IaaS è quella che garantisce maggiore flessibilità. Tra i vantaggi principali ricordiamo:

- Elevata scalabilità

Il modello IaaS permette una scalabilità verticale rapida ed economica

- Rapidità di innovazione

Nel caso del lancio di un nuovo prodotto basato sulla piattaforma IaaS, il tempo di attesa per le nuove configurazioni infrastrutturali è solamente dell'ordine di pochi minuti.

- Adattabilità alle richieste

Un modello IaaS è estremamente flessibile alle variazioni delle richieste. Si possono facilmente aumentare le risorse nei momenti di picco e ridurle quando non è necessario, risparmiando quindi denaro.

3.2.2 PaaS, Platform as a Service

Una piattaforma distribuita come servizio (PaaS, Platform as a Service) è un ambiente cloud di sviluppo completo. Una soluzione PaaS è progettata per consentire il ciclo completo dello sviluppo delle applicazioni: creazione, test, distribuzione, gestione e aggiornamento. L'utente ha tutta la libertà di sviluppare gli applicativi a proprio piacimento, ma lavora con componenti software già pronti all'utilizzo (i

microservices). Questi componenti non sono localizzati presso chi utilizza il cloud, bensì presso il provider, il quale si occupa del loro mantenimento e aggiornamento. Il modello PaaS consente di evitare le spese e la complessità legate all'acquisto e alla gestione di licenze software, middleware e infrastruttura delle applicazioni sottostanti o strumenti di sviluppo. L'utente gestisce le applicazioni e i servizi che sviluppa e il provider cloud si occupa di tutto il resto.

Vantaggi Uno scenario PaaS riduce quindi notevolmente la quantità di codice da scrivere semplificando quindi il lavoro dello sviluppatore e aumentandone la produttività. Inoltre risulta molto più semplice così il porting di un prodotto da web a mobile e viceversa. Componenti molto complessi e costosi possono essere messi a disposizione, con un utilizzo limitato, anche per sviluppatori che altrimenti non potrebbero permetterselo.

IBM Bluemix

Troviamo, sempre all'interno di IBM, uno dei principali servizi cloud PaaS presenti sul mercato: IBM BlueMix. L'utente può usufruire di un'astrazione di molte componenti utili allo sviluppo. Si può, ad esempio, fare uso di Database specifici, di moduli dedicati all'IoT, di tecnologie Blockchain e molto altro. Ne vediamo alcuni esempi nella figura 3.3

IBM Watson

Tra le componenti sviluppate da IBM merita una menzione anche Watson. Watson è un sistema di intelligenza artificiale in grado di rispondere a domande espresse in un linguaggio naturale. Tra le funzionalità ci sono quelle di elaborazione del linguaggio naturale, information retrieval, rappresentazione della conoscenza, ragionamento automatico e tecnologie di apprendimento automatico.

3.2.3 SaaS, Software as a Service

Il Software as a Service (SaaS) è un modello di distribuzione del software in cui l'applicativo e gli eventuali servizi collegati sono eseguiti in un ambiente centralizzato e

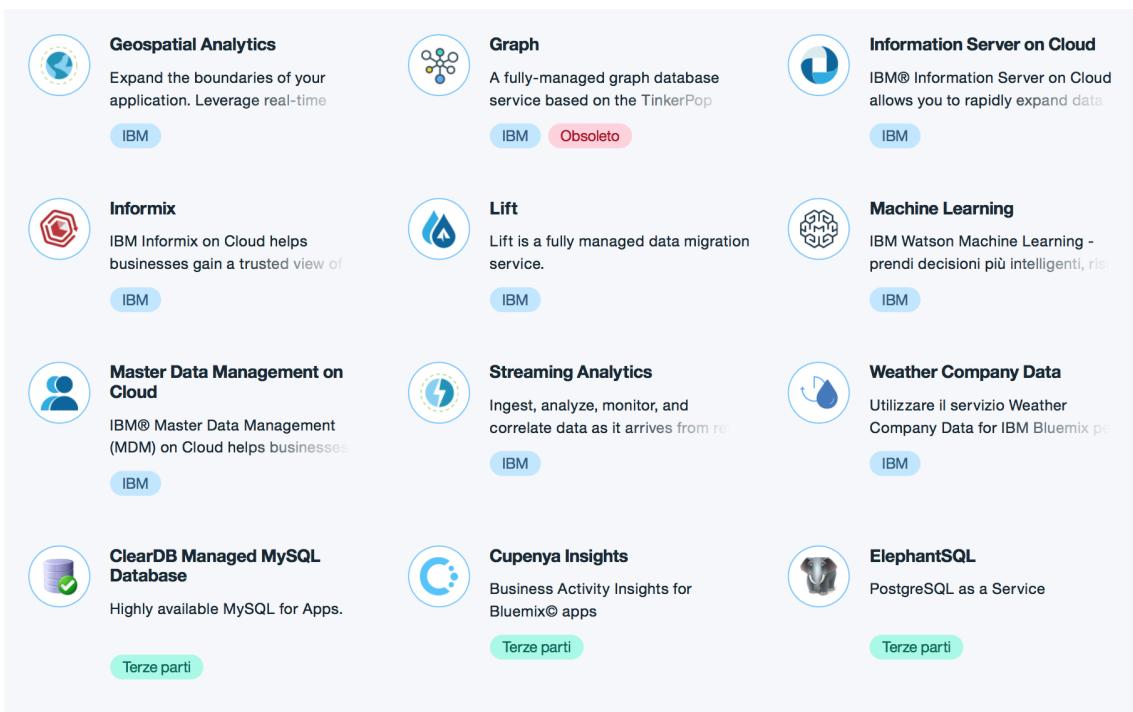


Figura 3.3: Esempi di moduli presenti nel catalogo BlueMix

gli utenti vi accedono via rete, quasi sempre via Internet e usando un browser come interfaccia. I SaaS sono ormai sempre più diffusi. Tra i maggiori si ricordano le Google Apps (ad esempio Gmail, Google Drive, Google Calendar) e la suite Microsoft Office 365. Con la metodologia SaaS il provider fornisce tutto il software direttamente all'utente, al quale non resta che usarlo senza preoccuparsi di installazioni e configurazioni. L'utente non paga per il possesso del software, ma per il suo utilizzo. A volte vengono infatti applicate tariffe in base all'utilizzo del prodotto stesso.

Spesso un'architettura SaaS è multi-tenant, ossia una sola applicazione server viene utilizzata da più utenti mantenendone, al tempo stesso, separati gli ambienti e i dati. Il concetto di multi-tenancy verrà approfondito maggiormente nei prossimi capitoli.

Attualmente le principali software house attive nel mondo aziendale traggono dalle offerte SaaS circa il venti per cento del loro fatturato, nel giro di tre-quattro anni la

Service	Description	Deployment Options
Conversation	Aggiungere un'interfaccia di linguaggio naturale all'applicazione.	Lite, IBM
Discovery	Aggiunge un motore di analitica del contenuto e di ricerca cognitiva ai tuoi dati.	Lite, IBM
Document Conversion	Converte un documento HTML, PDF o Microsoft Word™ in un HTML.	IBM, Obsoleto
Language Translator	Tradurre il testo da una lingua ad un'altra per specifici domini.	Lite, IBM
Natural Language Classifier	Natural Language Classifier esegue una classificazione del linguaggio.	IBM
Natural Language Understanding	Analizza il testo per estrarre i metadati dal contenuto come ad esempio titolo, autore e data.	Lite, IBM
Personality Insights	Watson Personality Insights desume le informazioni dai dati dei media.	Lite, IBM
Retrieve and Rank	Aggiungere delle funzionalità di ricerca migliorate di apprendimento automatico.	IBM, Obsoleto
Speech to Text	Trascrizione in streaming a bassa latenza.	IBM
Text to Speech	Sintetizza dal testo un parlato dal suono naturale.	IBM
Tone Analyzer	Tone Analyzer utilizza l'analisi linguistica per rilevare tre tipi di tono: calmo, attivo e intenso.	Lite, IBM
Visual Recognition	Trova il significato di un contenuto visivo! Analizza le immagini alla ricerca di oggetti, persone, luoghi e emozioni.	IBM

Figura 3.4: Alcuni moduli Bluemix appartenenti a Watson

maggior parte di loro prevede che il mercato SaaS diventi sempre più fondamentale.

Vantaggi

Con la metodologia SaaS il provider fornisce il software all'utente già pronto all'uso, l'utente non si deve quindi preoccupare di nient'altro. I clienti non pagano più per il possesso del software, ma per l'utilizzo dello stesso. In questo modo spesso possono essere notevolmente abbattute le spese iniziali per l'installazione e la configurazione di un prodotto, sostituendole con un costo di funzionamento. Il SaaS comporta quindi una spesa inferiore, ma ricorrente. E' il vendor però a preoccuparsi della manutenzione.

La caratteristica preponderante del cloud SaaS è proprio quella di poter raggiungere i propri dati personali da qualunque luogo e con qualunque dispositivo. E' questa la vera rivoluzione del cloud nel senso più comune del termine. Quando si

ha bisogno di lavorare con i propri dati personali, non si ha più la necessità di avere con sé hardware specifico, il proprio laptop o la propria usb key, ma basta avere le proprie credenziali al accedere così allo spazio dedicato.

L'accesso alle tecnologie più sofisticate diviene inoltre alla portata di tutti. Software come gli ERP (Enterprise Resource Planning) e i CRM(Customer Relationship Management), possono essere utilizzati anche da quelle organizzazioni che prima non potevano permettersi un investimento di questo tipo.

Un elemento che contraddistingue il SaaS è il notevole grado di apertura verso altre componenti, il che le rende altamente riusabili e flessibili, ciò è ovviamente un grande punto di forza in quanto i requisiti dell'utente spesso cambiano in continuazione.

Gli scenari di aggiornamento cambiano radicalmente. La distribuzione degli aggiornamenti è pressoché immediata e tutti gli utenti hanno la certezza di operare con l'ultima versione del software. Le fasi di upgrading non comportano più l'assenza del servizio come nella versione on premise. L'utente non si accorge neanche del processo di aggiornamento e si ritrova ad utilizzare il software aggiornato.

Svantaggi

Il modello ha ovviamente anche i suoi svantaggi, o perlomeno alcune criticità che vanno tenute presenti. La principale sta nella gestione dei dati aziendali, che sono localizzati nei data center del cloud provider e questo può essere giudicato un rischio per la privacy delle informazioni o addirittura costituire una violazione delle norme che devono osservare le aziende operanti in settori particolari come, ad esempio, la sanità e la difesa.

Tra gli altri aspetti di cui tenere conto ci sono sicuramente le prestazioni e l'affidabilità delle connessioni, che risultano essere i veri bottleneck non solo delle soluzioni SaaS, ma di tutte le soluzioni cloud.

Infine altre criticità riguardano il provider dei servizi. Bisogna tenere conto quanto sia affidabile e se presenta, ad esempio, il rischio che esca dal mercato o ritiri il prodotto software SaaS.

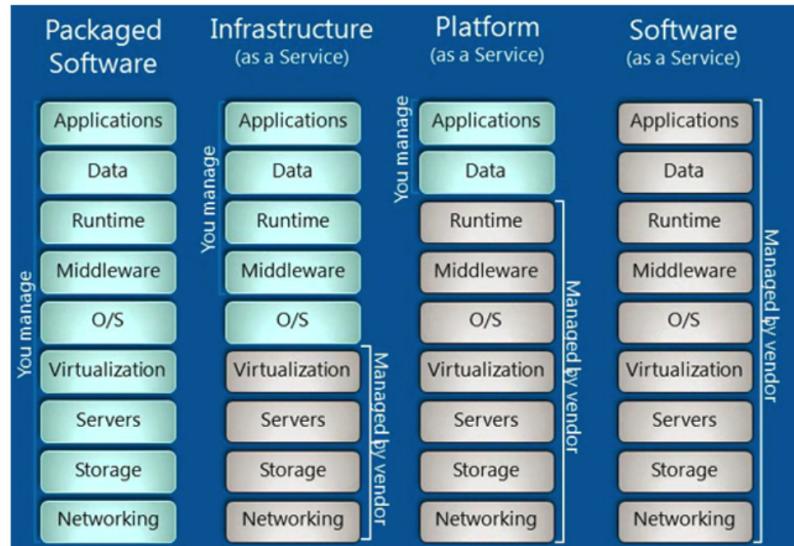


Figura 3.5: Confronto di riepilogo tra i paradigmi cloud e il prodotto on premise

3.3 SOA, Service Oriented Architecture

Il concetto di Service Oriented Architecture è affine a quello di SaaS. Un SaaS può rappresentare la percezione da parte dell’utente della modalità di utilizzo di una Architettura Service Oriented. Un servizio ha l’obiettivo di incapsulare una ben precisa funzionalità, per renderla disponibile e accessibile come servizio software sul web. L’Architettura Orientata ai Servizi è quindi uno stile architettonico per la costruzione di una molteplicità di sistemi o applicazioni sulla base della composizione di un insieme di servizi. Spesso, quindi, queste applicazioni non fanno altro che comporre un SaaS, il quale trova in un’architettura di questo tipo una appropriata implementazione.

3.4 Il software On Premise

Abbiamo appena analizzato le peculiarità delle singole tipologie di servizi cloud. Anche il classico modello on premise però ha i suoi punti di forza.

Vantaggi del Software On Premise

- Controllo esclusivo su sistemi e dati
- Alta personalizzazione
- Gestione interna dei dati sensibili
- Alto investimento iniziale ammortizzato nel lungo periodo

Nel caso in cui si abbiano già a disposizione tutte le infrastrutture necessarie, non risulta più vero che la soluzione cloud sia la più economica per far fronte alla necessità di un determinato applicativo. E' anche necessario però che il software sia abbastanza centralizzato per adottare una soluzione on premise e questo può rappresentare un rischio per la fault tolerance.

Occorre quindi fare un'analisi di quanto sia necessario personalizzare il software di cui si ha bisogno e averne il pieno controllo come nella modalità on-premise, tenendo conto che un software on premise richiede molta più cura, manutenzione e lavoro di una soluzione basata su cloud. Il paradigma di fornitura on premise risulta ancora essere la soluzione più adatta nel caso in cui la gestione diretta dei dati sia fondamentale per policy aziendali oppure sia necessaria una maggiore flessibilità di configurazione per l'integrazione con altre architetture software. Un'altro requisito che ne può richiedere l'adozione è la necessità che l'architettura fisica del software sia geograficamente centralizzata.

Capitolo 4

SaaS e i suoi requisiti

Prima di conoscere a fondo le tecnologie proprie della realizzazione di un SaaS, occorre essere consapevoli di quali siano le esigenze di un software di questo tipo. Ovviamente, per la sua natura, il SaaS ci pone davanti ad esigenze del tutto nuove rispetto ai tradizionali paradigmi, in quanto la modalità di accesso al sistema è del tutto nuova. Ad esempio non possiamo sapere a priori quanti utenti dovranno essere serviti dal provider in un determinato istante, o quale carico di lavoro richiederanno al sistema. Andiamo a vedere nel dettaglio quali sono i principali aspetti critici di cui tenere conto nella fornitura di un SaaS.

4.1 Availability

Il concetto di Availability è ben definito dallo standard ITU-T E.800: "E' l'abilità di un sistema di essere in uno stato che soddisfa un determinato requisito, in determinati istanti di tempo, assumendo che le risorse a lui necessarie siano disponibili."

Dobbiamo tenere conto inoltre che l'Availability rappresenta la porzione di tempo in cui il sistema si comporta secondo le proprie specifiche. Va tenuto in considerazione che, quando si verifica un fallimento, al tempo di non-Availability si aggiunge il tempo per porre rimedio al fallimento e far ripartire il sistema.

4.2 Reliability

La Reliability è definita anch'essa dalla International Telecommunications Union (ITU-T) recommendations E.800, come segue: "E' l'abilità di un sistema di soddisfare una funzione richiesta, sotto determinate condizioni e per un certo intervallo di tempo". La Reliability è un concetto affine all'Availability, con la differenza che la Reliability si riferisce all'abilità del sistema di compiere i suoi scopi durante un'intervallo di tempo, e non un istante preciso. Essa infatti si quantifica con una probabilità.

4.3 Dependability

I concetti di Availability e Reliability si possono astrarre insieme nel concetto di Dependability. Esso consiste proprio nella capacità di un sistema di fare in modo che si possa "dipendere" da esso, ossia di mostrarsi affidabile ai propri utilizzatori. Come possiamo notare la Dependability è un concetto ben definito, ed ha quindi le sue metriche ben definite che permettono di quantificarlo nei vari aspetti. La Reliability stessa, può rappresentare una metrica per quantificare l'affidabilità di un sistema. Andiamo a descriverne qualcuna.

MTTF, Mean Time To Failure Misura l'intervallo di tempo tra due eventi di "Failure" nei quali il sistema non è riuscito a portare a termine il proprio compito.

POFOD, Probability Of Failure On Demand anche questa è una probabilità. In particolare si vuole misurare la probabilità che un sistema fallisca facendo fronte ad una richiesta che gli è stata sottoposta. Differisce con l'Availability infatti perché questa misurazione si basa sulle richieste ricevute, mentre l'Availability è su base temporale. POFOD è una metrica molto importante per quei sistemi che vengono chiamati in causa raramente, ma all'interno di processi critici.

4.3.1 Availability e Reliability nel contesto Cloud

Possiamo immaginare, a questo punto, quanto sia fondamentale un’altissima Availability e Reliability per i servizi Cloud. In caso di Failure, infatti, possono potenzialmente essere coinvolti tutti gli utenti serviti dal provider che ha subito il guasto. I servizi erogati via Cloud dovrebbero essere disponibili da chiunque li richieda e da qualunque parte del mondo ventiquattro ore su ventiquattro. Ovviamente una affidabilità massima non è verosimile, ma ci si aspetta una Reliability di molto vicina al 100. Ad esempio, BlueMix dichiara una Reliability del 99,95 percento. Per rendere l’idea, una Reliability del 99,95 percento sta a significare che, sulla base annuale, il servizio può non essere disponibile per circa 4 ore.

Upgrade Sono gli scenari di Upgrade un aspetto maggiormente critico. Come si può immaginare, molti servizi SaaS hanno bisogno di essere continuamente aggiornati e modernizzati. All’uscita di una nuova versione del software occorre che questa venga distribuita a tutti gli utenti del servizio. Distribuire un software su scala Cloud non è semplice come si possa pensare. Non si può infatti interrompere l’erogazione del servizio per far partire il processo di aggiornamento del prodotto, perché infatti questo processo può essere anche molto lungo. Occorrerà quindi adottare delle tecniche che diano l’impressione all’utente di una continuità del servizio. Vedremo nei prossimi capitoli quale strategia abbiamo adottato con BigFix SaaS.

4.4 Scalability

Definiamo invece la Scalabilità come la capacità di un software di adattarsi all’aumento del carico di lavoro senza un decadimento delle prestazioni. Ci aspettiamo, ad esempio, che BigFix SaaS non abbia difficoltà ad operare con un numero considerevolmente alto di endpoint, quali possono essere i 250.000 client supportati dalla suite in versione on premises. Il tutto ovviamente mantenendo gli stessi standard prestazionali che si osservano con l’interazione con pochi Endpoint. Questa qualità può essere in realtà merito di due diversi aspetti della Scalabilità:

- Scalabilità Verticale

Consiste nell’incrementare le risorse del sistema, aumentando ad esempio le

risorse hardware del server. SI può aggiungere RAM o CPU e rendere il sistema più performante sotto l'aumento del carico di lavoro.

- Scalabilità Orizzontale

Con la Scalabilità Orizzontale si ha un approccio diverso. Al verificarsi di un maggiore carico di lavoro non vengono incrementate le risorse di un server, ma vengono aggiunti nuovi server in parallelo, andando a formare tutti insieme un sistema unico. E' questo l'aspetto più interessante al punto di vista Cloud, ma ovviamente occorre che anche a livello software ci siano meccanismi intelligenti di ripartizione del carico nei diversi nodi che compongono il sistema.

Ovviamente la Scalabilità Orizzontale è un aspetto centrale nel Cloud Computing. Le richieste di utilizzo di un componente software possono crescere notevolmente e su scala mondiale al crescere degli utenti. Al tempo stesso le risorse di calcolo però sono anch'esse distribuite geograficamente. Introduciamo così notevole flessibilità ed agilità al sistema per far fronte ai bisogni di scaling causati dall'aumentare delle risorse richieste dagli utenti. Il tutto deve rientrare in un processo automatico di adattamento alle richieste, non possiamo pensare infatti che ci sia un intervento umano per far scalare il sistema secondo le esigenze.

4.5 Monitoring

Quello di Monitoring è una necessità del Cloud Computing prima ancora che requisito. Risponde infatti alla necessità di verificare che il servizio erogato dal provider si mantenga al di sopra di livelli ben stabiliti di qualità del servizio (QoS). Questi livelli vengono stabiliti con il Service Level Agreement tra le due parti. Occorre definire delle metriche e individuare delle metodologie accurate per compiere le misurazioni, effettuando opportunamente delle medie dei valori ottenuti o calcolando picchi dei valori, come nel caso della latenza.

Tra i più significativi parametri da misurare troviamo sicuramente il tempo di latenza, il tasso di perdita dei pacchetti Ip e i disturbi sul segnale. Bisogna considerare che dal punto di vista dell'esperienza utente il sistema si presenta come un

servizio unico e centralizzato. All’utente interessa che questo servizio gli garantisca affidabilità, facilità di utilizzo e tempi di risposta rapidi. Dietro questa astrazione sappiamo che ci sono in realtà molte componenti e spesso anche sistemi diversi che interagiscono tra loro. Il Provider deve quindi essere in grado di tracciare eventuali problemi, per risalirne alla causa e individuare le relative responsabilità. E’ fondamentale quindi riconoscere e tenere sotto controllo i fattori fondamentali che determinano la qualità percepita dall’utente.

Capitolo **5**

SaaS, le tecnologie che ne consentono la realizzazione

Nel corso degli ultimi anni, con il proliferare delle piattaforme e dei servizi di cloud computing, sono nate e si sono sviluppate molte tecnologie per soddisfare le nuove esigenze e i nuovi requisiti appena visti che questa rivoluzione della fruizione del software ha comportato.

5.1 Microservizi

Un concetto fondamentale, di cui il Cloud Computing fa largamente uso, sono i microservizi. Cominciamo col darne una definizione abbastanza formale: "Lo stile architettonico a microservizi è un approccio allo sviluppo di una singola applicazione come insieme di piccoli servizi, ciascuno dei quali viene eseguito da un proprio processo e comunica con un meccanismo snello, spesso una HTTP API.(Martin Fowler)".

L'approccio è quello di dividere le funzionalità del sistema in più microservizi. Ad ogni microservizio corrisponde una necessità dell'utente. La filosofia di dividere il software in base alle responsabilità è già presente da tempo nell'ingegneria del software. Una suddivisione modulare del sistema in base ai casi d'uso dell'utente è un dogma dell'Object Oriented Design, ma la novità apportata dai microservizi è che il

sistema risulta scomposto in piccoli servizi che sono completamente indipendenti tra loro. Ogni microservizio si preoccupa infatti di risolvere un particolare problema del cliente, un unico scenario. La comunicazione tra i servizi avviene attraverso la rete al fine di garantire l'indipendenza tra i servizi ed evitare ogni forma di accoppiamento. Ogni microservizio, infatti, rappresenta un'entità separata che generalmente può essere pubblicata come un modulo di una Platform as a Service.

5.1.1 Il modello monolitico a layer

Secondo il classico modello a layer le funzionalità vengono suddivise tra i diversi livelli in base al grado di astrazione, usando delle tecnologie proprie di ogni livello. Con questa architettura però, nonostante ci sia una suddivisione a strati, il software risulta essere un unico sistema monolitico, sebbene molti componenti possano essere comunque riusabili.

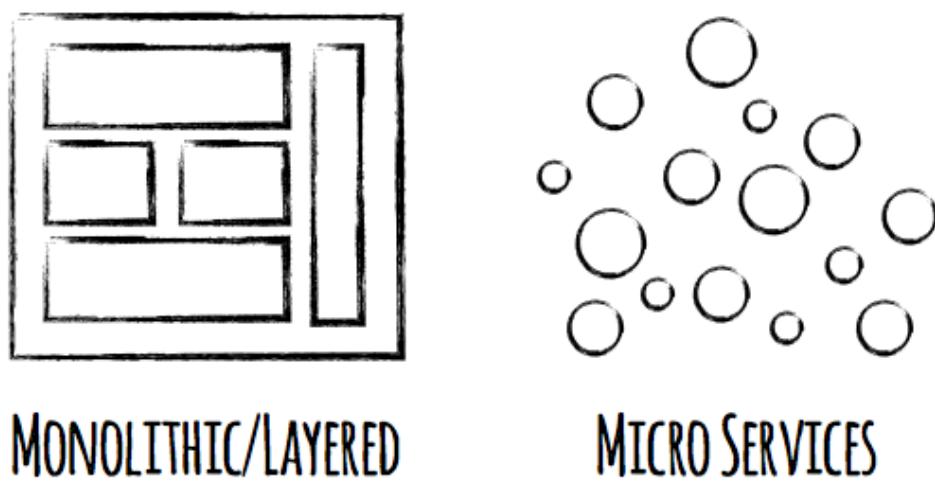


Figura 5.1: Il modello monolitico e i microservizi

5.1.2 Confronto tra l'architettura a microservizi e il modello monolitico

La scelta di adottare uno o l'altro approccio viene dopo un'attenta analisi dei requisiti che il sistema deve soddisfare. In questo studio però va anche tenuto conto quanto le esigenze possano cambiare nei futuri utilizzi del software.

- La struttura interna di tutto un sistema monolitico è composta dai layer di interfacciamento con l'utente, logica di business e persistenza dei dati. In un'architettura a microservizi non troviamo questa divisione a livello di sistema, ma la ritroviamo semmai all'interno di ogni singolo microservizio atomico. Il microservizio si occuperà, ad esempio, di preservare il suo stato tramite l'utilizzo di un proprio database non condiviso con gli altri microservizi.
- Uno dei fattori chiave da considerare è la scalabilità. Per scalare un'applicazione monolitica occorre necessariamente clonarla in più server, macchine virtuali o contenitori.
- Quando occorre scalare orizzontalmente un'architettura a microservizi, si creano e si distribuiscono indipendentemente tra loro repliche dei microservizi in più server o container.

5.1.3 Vantaggi e svantaggi di un'architettura a microservizi

Un'architettura di questo tipo porta con se ovviamente anche i suoi svantaggi e i suoi vantaggi. Andiamo a vedere come questi ultimi corrispondono proprio alle esigenze del cloud computing.

Vantaggi

- Velocità

L'architettura a microservizi è quella che si sposa meglio con la metodologia agile. un microservizio deve avere sempre delle dimensioni ridotte e il suo sviluppo ha una durata di circa due settimane. Ciò porta ad avere fin da subito piccole porzioni del sistema (i servizi appunto), pronte, testabili ed utilizzabili.

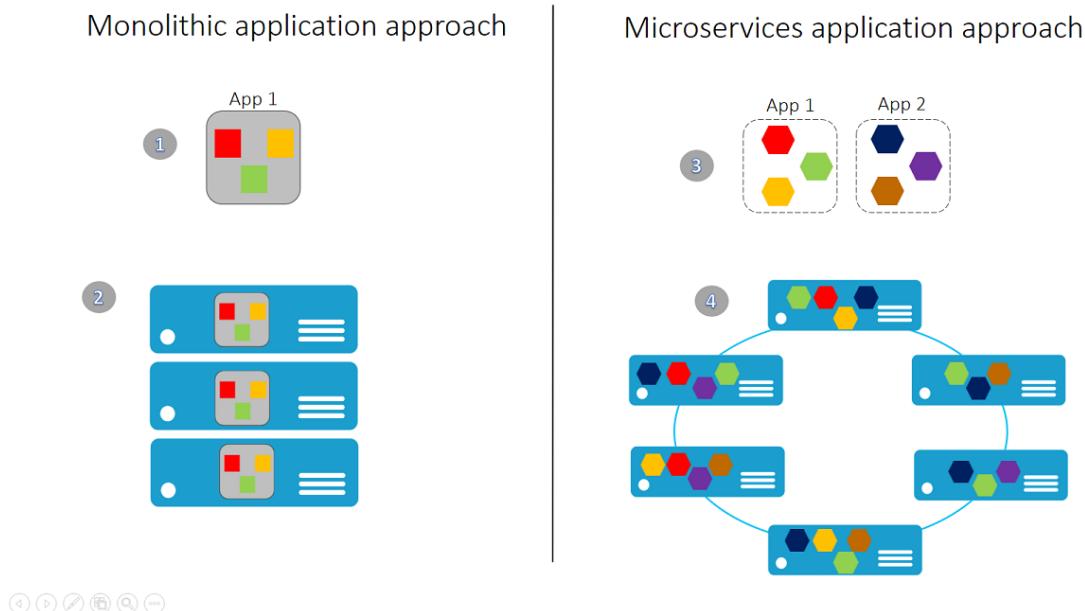


Figura 5.2: Il modello monolitico e i microservizi

Ogni microservizio inoltre è autonomo e può quindi giungere in ambiente di produzione indipendentemente dagli altri. In questo modo si riesce a reagire molto velocemente alle esigenze di mercato.

- **Sperimentazione**

Con i microservizi la modularità del sistema è un notevole punto di forza. Sperimentare nuove tecnologie all'interno di un singolo microservizio ha un impatto nullo su tutti gli altri. Si è in questo modo molto più invogliati a ricercare sempre più nuove tecnologie da inserire nel proprio prodotto. Il rischio è minimo in quanto, anche nel caso l'esperienza risulti fallimentare, la mole di lavoro che comporta la modifica di un microservizio è veramente molto ridotta.

- **Tecnologie ad hoc**

Altro fattore da considerare è la possibilità di differenziare le tecnologie a seconda del microservizio. Si prenda come esempio la vastità di tipologie di database che sono disponibili all'uso. Un database che è appropriato per un microservizio potrebbe non essere la scelta migliore per un altro.

- Scalabilità

I software con un'architettura a microservizi sono pensati per scalare orizzontalmente in maniera estremamente agevole. Si possono replicare a piacimento tramite l'utilizzo di containers e hanno un comportamento distribuito anche nel caso si trovino sulla stessa macchina, in quanto i container li isolano da tutti gli altri.

- Facilità di Deployment

Le modifiche hanno un impatto molto ridotto nell'intero sistema. Grazie a ciò è possibile rilasciare sul mercato il software aggiornato con frequenze molto maggiori. Potenzialmente ogni modifica può subito essere pubblicata e non occorre attenersi a lunghi processi di release in cui si cerca il più possibile di accumulare modifiche da effettuare per poi applicarle tutte insieme.

- Portabilità

Il software a microservizi è facilmente componibile e portabile su più contesti e dispositivi, come quello web, mobile ma anche sistemi embedded, dispositivi indossabili e molto altro.

Svantaggi

- Dipendenza dalla rete

E' questo il principale punto di critico di un'architettura a microservices. Abbiamo visto quanto l'interazione tra i singoli microservizi faccia affidamento su una comunicazione attraverso la rete. Ovviamente questo deve essere un requisito fondamentale. In mancanza di una connessione adeguata tutto il sistema smette di funzionare correttamente.

- Identità e autenticazione

Una volta che un utente effettua il login al sistema occorre garantire che la sua autenticazione, e soprattutto la sua identità, venga mantenuta in tutti i microservizi che andranno a comporre la sua esperienza utente.

5.2 Containers

I container sono l'habitat naturale dei microservizi. Essi forniscono al software tutto ciò che gli è necessario, garantendogli un ambiente estremamente leggero e flessibile.



Figura 5.3: Containers nell'accezione dell'industria dei trasporti

La parola container vuole alludere ad una analogia con l'attrezzatura specifica dei trasporti. Da dove è nata la necessità dell'utilizzo dei container? Immaginiamo lo scenario in cui alcune merci andassero trasportate prima via terra, magari con un camion, e poi via mare per raggiungere un altro stato. Prima dell'avvento dei container il camion arrivava al porto, andava aperto e il contenuto passato in un mercantile pronto sul molo. L'operazione era effettuata manualmente e i singoli imballaggi erano trasbordati uno alla volta con grande dispendio di tempo e mezzi. Si è iniziato allora a considerare più pratica l'idea di trasbordare sulla nave l'intero corpo del camion. Nacquero così i container: contenitori multiuso, realizzati in formati standard che possono essere passati con facilità da un camion a una nave e poi magari su un treno merci e così via.

E così anche nel nostro caso abbiamo bisogno di uno strumento che possa contenere i microservizi e le applicazioni, che ci consenta di manovrarle con facilità senza sapere cosa facciano esattamente. I containers sono infatti un metodo di virtualizzazione del sistema operativo che ha come obiettivo quello di isolare il software che ospita, permettendo di eseguire le applicazioni e le loro dipendenze in processi completamente isolati. L'infrastruttura del container interagisce direttamente con il kernel della macchina che lo ospita, scavalcando gli altri layer. In qualsiasi sistema operativo collociamo il container, le sue configurazioni interne rimarranno sempre separate, e l'applicazione contenuta si troverà garantito il suo ecosistema necessario all'esecuzione. Non ci si deve preoccupare, ad esempio, di produrre una versione software per Windows e una per sistemi UNIX, ma la soluzione a container è unica e portabile.

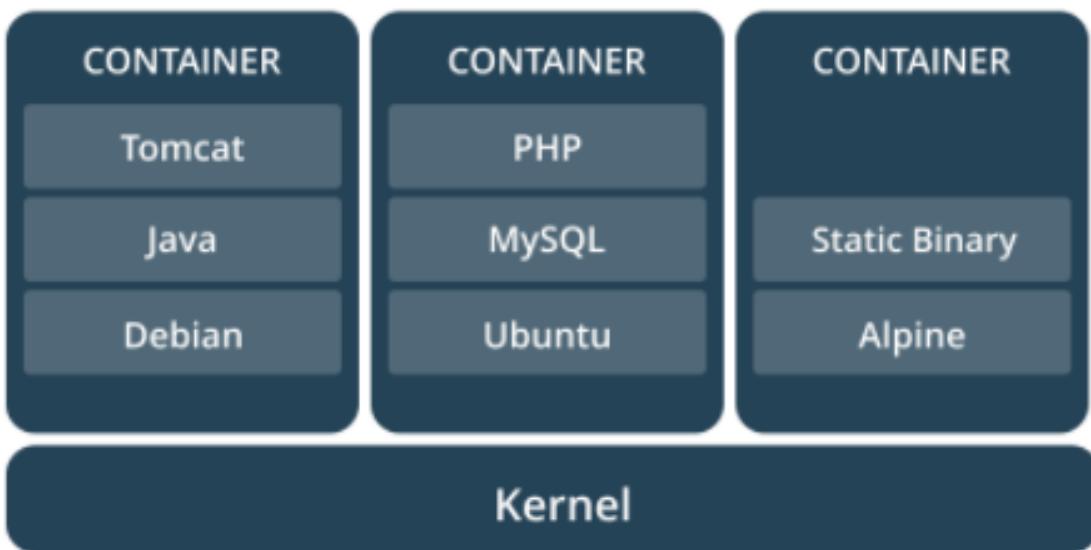


Figura 5.4: Schematizzazione di tre container sulla stessa macchina ospitante

5.2.1 I containers e le Macchine Virtuali

Stando alla descrizione dei container che abbiamo dato fino a questo punto potrebbe sorgere una domanda: perché utilizzare i container se potrebbero essere comodamen-

te usate delle macchine virtuali? Una Virtual Machine è per sua natura già isolata dalla macchina che la ospita. La risposta sta nella leggerezza d'uso dei container. I container infatti non virtualizzano l'hardware della macchina, ma solamente il layer applicativo, rendendoli più portabili ed efficienti.

Non avendo un proprio sistema operativo, il peso di un container è dell'ordine di qualche Megabyte, contro i Gigabyte di una macchina virtuale che sovrappone il proprio sistema operativo a quello della macchina ospitante. A differenza delle macchine virtuali inoltre, i container non necessitano dell'Hypervisor, un componente che svolge delle attività di controllo e coordinamento sulle macchine virtuali.

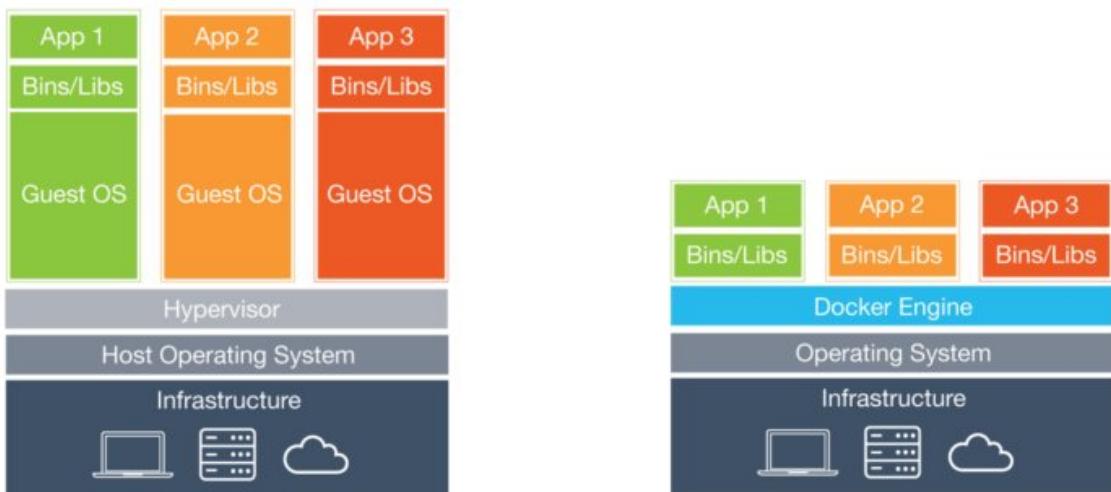


Figura 5.5: Confronto tra macchine virtuali e container, nell'esempio con l'utilizzo di un Docker Engine

5.2.2 Vantaggi dei container

Andiamo a ricapitolare quali sono le principali motivazioni che possono spingerci verso l'adozione dei container.

- Coesione dell'ambiente

L'ambiente di un container è fortemente disaccoppiato dalla macchina in cui

si trova. Questo fa sì che il proprio contenuto sia facilmente replicabile e portabile ovunque.

- Gestione delle risorse

Con i container si ha una gestione delle risorse di calcolo molto più efficiente. Richiedendo poche risorse alla macchina ospitante, si ha la possibilità di eseguire molti più container contemporaneamente.

- Produttività

Diminuendo le dipendenze, ci si alleggerisce di tutta la mole di lavoro necessaria per configurare correttamente un prodotto.

- Gestione degli aggiornamenti.

Molto spesso la gestione degli aggiornamenti è un meccanismo già compreso nei container engine, come Docker.

5.2.3 I container e i microservizi

Possiamo quindi comprendere come i container siano estremamente appropriati ad ospitare dei microservizi. Ponendo un microservizio dentro un container, abbiamo la garanzia che ogni microservizio operi come un sistema separato, anche nell'eventualità che due servizi risiedano nella stessa macchina fisica. Ogni microservizio inserito in un container gode automaticamente di tutti i vantaggi di portabilità e flessibilità dei container che sono tra i requisiti fondamentali che ci spingono verso l'architettura a microservizi.

5.2.4 Docker

Docker è una piattaforma open source nata nel 2013 e scritta in linguaggio Go. Il suo scopo è quello di facilitare ed automatizzare il deployment delle applicazioni all'interno dei container. Il tool offre allo sviluppatore delle comode API di gestione che consentono agli sviluppatori di testare le applicazioni, effettuare build e distribuire il proprio prodotto. Docker fa utilizzo di numerose librerie come, ad esempio, libcontainer che ha lo scopo di interagire con il kernel di Linux. In questo modo,



Figura 5.6: Logo di Docker

isolando risorse, servizi e processi, dalla prospettiva dell'utilizzatore del container si ha l'impressione di un utilizzo esclusivo del sistema operativo.

Il container diviene con Docker l'unità di distribuzione del prodotto. Quando il servizio è stato correttamente implementato, è pronto per essere distribuito e, attraverso il container, può essere inserito in un orchestratore per garantirne il ciclo di vita.

Docker Engine L'Engine di Docker è una struttura a strati, troviamo:

- Il server, un demone chiamato dockerd che è sempre in running. E' il componente che crea e gestisce gli oggetti Docker.
- Le REST API, che rappresentano l'interfaccia per interrogare il server.
- La Command Line Interface, che è quella con la quale si interfaccia l'utente e si aggancia alla REST API.

Architettura di Docker L'architettura di Docker è una classica architettura client-server. Il client parla direttamente con il Docker daemon che si trova sul server. E' proprio il dockerd che si prende l'onere di fare gran parte del lavoro, quello di far partire e distribuire i container.

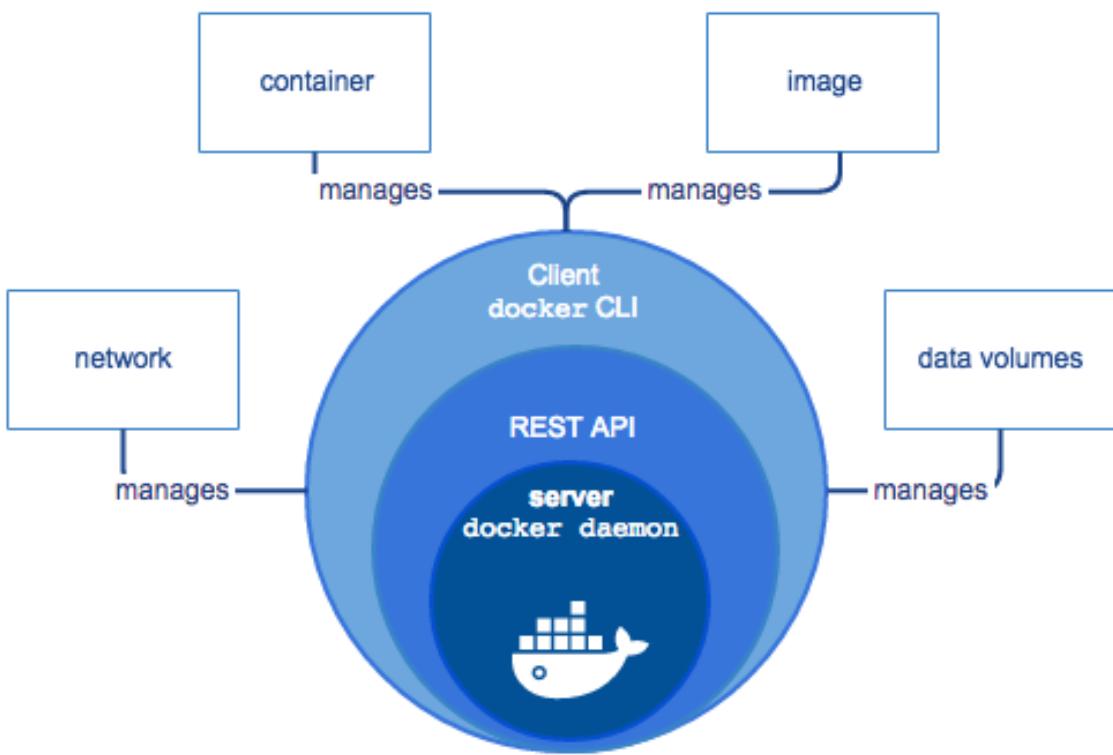


Figura 5.7: Docker engine

I componenti che vanno a costituire l'architettura di Docker sono i seguenti:

- Docker deamon

Abbiamo già parlato di lui. Dockerd è in ascolto di chiamate da parte della REST API. E' sua responsabilità far funzionare tutto l'engine della gestione dei container.

- Docker client

Lo scopo principale del client è interagire con chi sviluppa il contenuto dei container. Questo componente recepisce i comandi da parte dello sviluppatore e li traduce in chiamate per il deamon.

- Docker registries

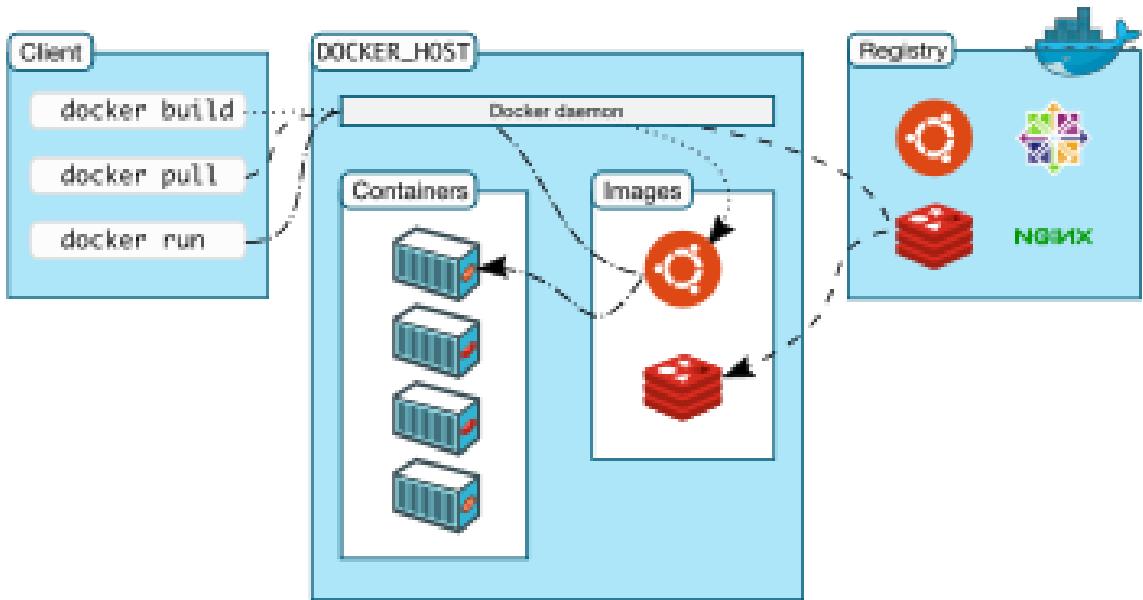


Figura 5.8: Architettura di Docker

Sono i registri che consentono di conservare le immagini di Docker. Immaginiamo che sia interesse di chi li sviluppa poter conservare e mettere in vendita servizi implementati all'interno dei container. Vengono offerte anche delle comode API e uno store nel quale mettere a disposizione le proprie immagini.

- Docker objects

In questa categoria rientrano più tipologie di oggetti Docker, come quelli che andiamo ad analizzare qui di seguito.

- Images

Un'immagine è un template standard che si utilizza per parametrizzare un nuovo container che si sta per mettere in piedi. Per creare la propria immagine, con i parametri personalizzati, si dichiarano nel Dockerfile gli step necessari. Successivamente ad ogni step corrisponderà a un layer del container.

- Container

Un container è l'istanziazione di una immagine, esso infatti è definito univocamente dalla propria immagine. E' un elemento che può essere

gestito a piacimento e può essere collegato ad una o più reti, fattore importantissimo per far interagire il proprio contenuto con quello di altri container.

- Services

I servizi permettono di scalare i container attraverso più Docker deamon. In questo modo si riesce a dare ugualmente l'impressione all'utente di utilizzare un servizio esclusivo e centralizzato.

5.2.5 Kubernetes



Figura 5.9: Logo di Kubernetes

Abbiamo appena tessuto le lodi di Docker. Ora però poniamoci alcune domande: come possono essere coordinati, distribuiti e gestiti i container e il loro workload, man a mano che vengono consumate le risorse disponibili nell'infrastruttura sottostante? Come operano i container in un ambiente network multi-tenant? Quale livello di sicurezza propone Docker? E chi decide quale sia il giusto livello di astrazione?

Per far fronte a queste necessità è nato da Google nel 2014 Kubernetes. Esso offre un layer di astrazione per migliorare le performance dei container stessi eliminando molti dei processi manuali coinvolti nel deployment e nella scalabilità di applicazioni containerizzate. Consente di far cooperare opportunamente insiemi di container componendo delle unità logiche utili nelle nostre applicazioni.

Perché utilizzare Kubernetes? Le applicazioni di produzione si espandono spesso su più container, questi devono essere distribuiti a loro volta su diversi server

host. Kubernetes offre le capacità di orchestrazione e gestione necessarie per distribuire i container, in modo scalabile, al fine di gestire i carichi di lavoro. L'orchestrazione di Kubernetes consente di creare servizi che si estendono su più container, gestirne la scalabilità e l'integrità nel tempo.

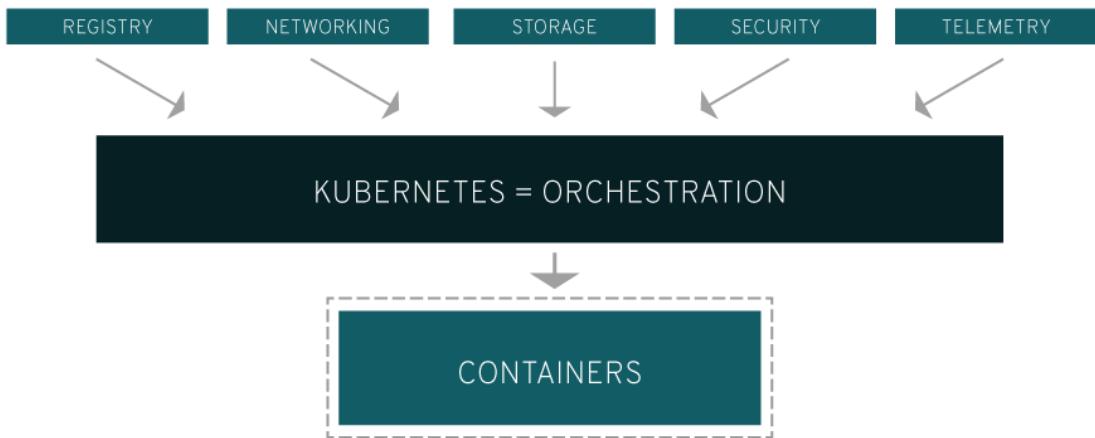


Figura 5.10: Ruolo di orchestratore di Kubernetes

I Pod di Kubernetes, cosa sono? Kubernetes risolve molti dei noti problemi relativi alla proliferazione dei container, raggruppandoli in un pod. I pod aggiungono quindi un livello di astrazione ai cluster di container. La loro funzione è quella di alleggerire i carichi di lavoro e fornire i servizi necessari, tra cui rete e storage, ai container stessi. Kubernetes agevola, inoltre, il bilanciamento del carico all'interno dei pod e garantisce l'utilizzo di un numero di container adeguato per supportare i carichi di lavoro.

Architettura di Kubernetes Andiamo a definire quelli che sono i termini di riferimento in Kubernetes:

- Master

E' la macchina che controlla i nodi Kubernetes. È il punto di origine di tutte le attività assegnate.

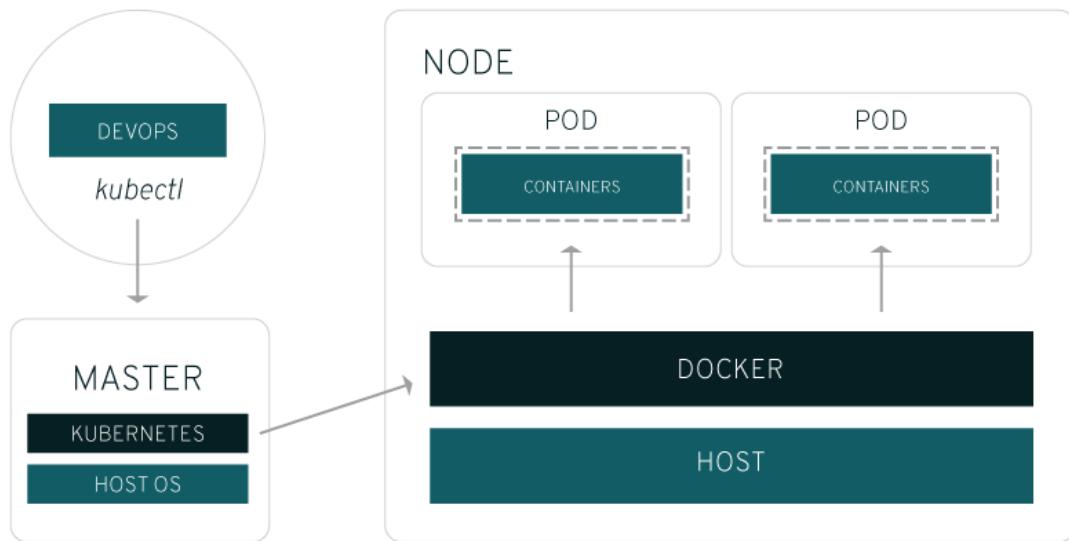


Figura 5.11: Architettura di Kubernetes

- Nodi

Queste macchine eseguono le attività assegnate richieste. Sono controllate dal nodo master di Kubernetes. Possono essere assimilate con gli host dei container.

- Pod

Rappresenta un gruppo di uno o più container distribuiti su un singolo nodo. Tutti i container presenti in un pod condividono indirizzo IP, IPC, nome host ed altre risorse. I pod astraggono la rete e lo storage dal container sottostante, consentendo di spostare i container nei cluster con maggiore facilità.

- Service

Questa componente ha la funzionalità di disaccoppiare le definizioni del lavoro dai pod.

- Kubelet

Questo servizio viene eseguito sui nodi, legge i manifest del container e garantisce che i container definiti vengano avviati ed eseguiti.

- Kubectl

Questo componente si interfaccia direttamente con il programmatore. Presenta una riga di comando per la creazione e gestione dei pod.

E Docker? La piattaforma docker mantiene le proprie funzioni. Quando Kubernetes assegna un pod ad un nodo, il kubelet su quel nodo chiede a docker di lanciare i container specificati. Quindi, il kubelet legge continuamente lo stato di quei container da docker e aggrega le informazioni nel nodo master. Docker invia i container sul nodo e avvia e arresta opportunamente i container. La differenza con lo scenario senza Kubernetes è che un sistema automatizzato con Kubernetes chiede a docker di eseguire queste operazioni, anziché assegnarle ad un amministratore, il quale deve eseguirle manualmente su tutti i nodi, in tutti i container.

5.3 Multitenancy

La multitenancy è un paradigma che, andando a braccetto con il cloud computing, si sta diffondendo sempre di più nel panorama delle architetture software. Esso prevede che una singola istanza del software in questione, situato su un server, sia utilizzato da molti utenti, chiamati tenant. I tenant condividono l'accesso comune al servizio con privilegi differenziati sulle istanze software. L'obiettivo principale è quello di garantire scalabilità al servizio e dare al tenant la percezione di un possesso esclusivo del software.

Vantaggi della Multitenancy

- Costi

Scalare un'architettura multitenant è più economico, in quanto si interviene solamente in un'unica macchina fisica e acquistare hardware più performante risulta meno dispendioso. Inoltre in questo modo si riduce anche il numero di licenze da acquistare, nel caso siano necessarie.

- Data Mining

Nel caso sia necessario estrapolare dei dati da tutti i clienti, avere dei tenant tutti sulla stessa macchina rende l'operazione molto più immediata.

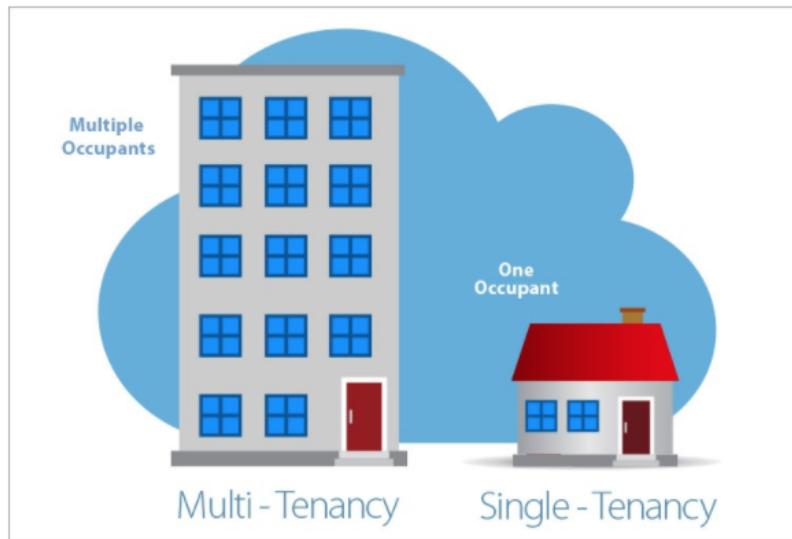


Figura 5.12: Esempi di Multitenancy e Single-Tenancy per il contesto abitativo

- Release Management

Al rilascio di una nuova versione il processo risulta essere molto semplificato. Ciò viene ovviamente dal fatto che dovendo aggiornare una sola istanza del software su una sola macchina fisica la mole di lavoro è sicuramente minore.

Requisiti Ovviamente un'architettura multitenant ha anche dei requisiti. Nonostante l'unicità del software, si deve garantire un alto grado di "personalizzazione" ai diversi tenant, proprio come se avessero un utilizzo esclusivo del servizio. Da un altro lato ci si aspettano elevati parametri di security, robustezza e prestazioni.

5.4 DevOps, Continuous Delivery e Continuous Integration

E' molto importante inquadrare il cloud computing nell'ambito delle pratiche di DevOps e di Continuous Delivery. Il DevOps è una metodologia di sviluppo software che ha come scopo quello di facilitarne il rilascio, consentendo un aggiornamento in frequenze molto elevate, in netta opposizione con la politica di lunghe release e diradate nel tempo che spesso si trova nei grandi team.

Tradizionalmente, dietro un rilascio di un prodotto software di una certa importanza, ci sono tre tipologie di team fortemente distinti: Il team di sviluppo, quello di Quality Assurance (QA) che effettua test qualitativi, e quello IT operation, ossia i system administrators impegnati a stretto contatto con i clienti per la manutenzione del prodotto. La diffusione dei servizi in ottica cloud porta a nuove necessità nel panorama delle release software. Gli aggiornamenti devono essere sempre più frequenti. Una interazione così farraginosa come si presenta quella tra le tipologie di team appena presentate non si presta a rilasci molto frequenti e ai nuovi paradigmi agile. Così nasce l'idea del DevOps, cioè quella di creare una stretta collaborazione tra i tre team appena descritti in modo da rendere l'organizzazione molto più snella e cooperare insieme per raggiungere degli intenti comuni. Si forma così un team di lavoro unico, con competenze molto eterogenee e una stretta empatia tra i componenti.

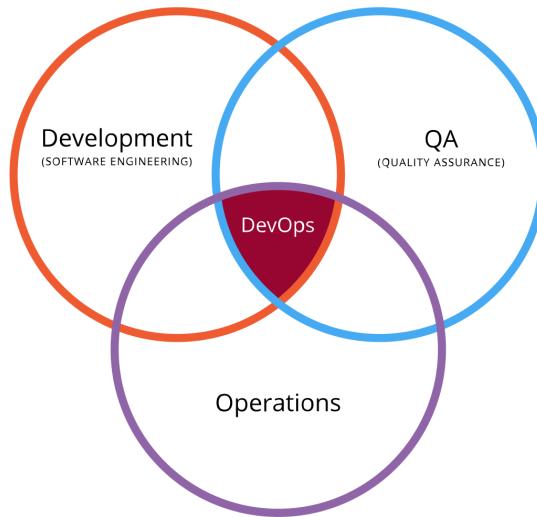


Figura 5.13: Schematizzazione dell'organizzazione del DevOps

Continuous Delivery e Continuous Integration La Continuoud Delivery e la Continuous Integration sono due pratiche strettamente correlate ai metodi DevOps. Esse consentono di accelerare il ritmo delle release fino molte volte al giorno avendo un impatto importantissimo sul time-to-market. L'integrazione continua (CI, Continuous Integration) spinge gli sviluppatori ad integrare prima possibile le loro

modifiche nel prodotto. In questo modo il sistema è costantemente aggiornato e il rischio di dover risolvere numerosi conflitti di merge si riduce drasticamente. Si possono utilizzare diversi tool di Continuous Integration, i quali, come nell'esempio di Jenkins, hanno dei riferimenti alle repository nelle quali risiede il codice e non hanno bisogno di un intervento umano nel reperire gli ultimi sviluppi, incrementando la velocità e riducendo il rischio di errori.

La distribuzione continua (CD, COntinuous Delivery) è uno dei principali motivi per cui le tecnologie cloud spingono i team verso il DevOps. Anche l'architettura a microservizi stessa è pensata per accentuare la flessibilità dei prodotti e l'agilità a rispondere a requisiti maggiormente mutevoli. La stretta interazione con team di Operations e soprattutto con quelli di Quality Assurance, unite con l'utilizzo di sistemi di automation performanti, porta ad un'alta consapevolezza e confidenza con i processi di release. Il prodotto che il cliente utilizza sarà sempre quello più funzionale e, al tempo stesso non risentirà negativamente della frenesia di rilasci ravvicinati, ma avrà una qualità e un'affidabilità anche maggiore dovuta alla collaborazione tra le diverse figure dei team che fanno della loro eterogeneità di competenze la loro ricchezza.

5.5 Monitoring Tools

La centralizzazione portata dal SaaS comporta anche un radicale cambiamento delle modalità di monitoring del sistema. Non è pensabile che una persona possa andare a controllare tutti i log dei servizi e misurare le prestazioni degli stessi manualmente. E' necessario l'utilizzo di appositi tool che hanno come finalità quella di raccogliere questa mole di informazioni, elaborarle e presentarle al personale addetto del provider nel modo più intellegibile possibile. In questa ottica andiamo a presentare due tool utilizzati nel progetto BigFix SaaS: Prometheus e Grafana.

5.5.1 Prometheus

Prometheus è un tool di monitoring open-source nato nel 2012 e scritto in Go. Si adatta sia alle architetture centralizzate che a quelle distribuite. La struttura del



Figura 5.14: Logo di Prometheus

tool è pensata per garantire un validissimo supporto nel caso il servizio monitorato abbia dei malfunzionamenti. Vediamo un elenco delle caratteristiche principali.

- Un data model multidimensionale che ha lo scopo di raccogliere tutti i dati.
- Un query language flessibile per far fronte a questi dati.
- Engine per la rielaborazione dei dati.
- Meccanismi sofisticati per collezionare serie storiche.
- Supporto per le dashboard.

5.5.2 Grafana



Figura 5.15: Logo di Grafana

Grafana consente di avere una finestra da cui monitorare tutti i servizi in maniera centralizzata. Consente di visualizzare dati, creare degli alert e visualizzare tutte le informazioni in comode interfacce per gli utenti.

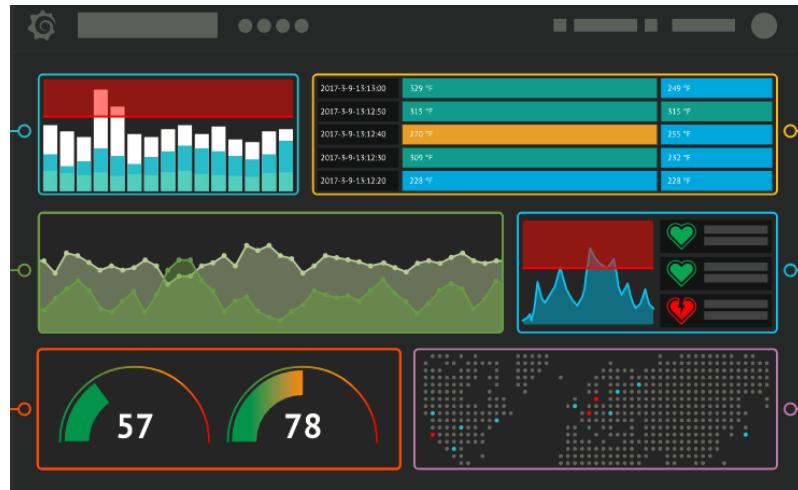


Figura 5.16: Una delle interfacce di Grafana

5.6 BlueMix Services



Figura 5.17: Logo di IBM BlueMix

Come abbiamo accennato precedentemente, IBM BlueMix è una PaaS che offre molti microservizi utili per il cloud computing. Il vantaggio dei microservizi è che possono essere utilizzati a piacimento in qualsivoglia progetto, come nel nostro caso. Alcuni dei servizi BlueMix sono stati anche utilizzati nel nostro progetto e altri lo saranno in seguito, con degli sviluppi futuri.

Ne sono un esempio il database DB2 e Kubernetes, che nel nostro caso sono stati integrati utilizzando le loro versioni presenti su BlueMix. E' possibile inoltre che in

futuro si adotti un’altro database IBM sempre presente su BlueMix, Cloudant, un database NoSQL nativo cloud.

Capitolo 6

IBM BigFix on SaaS, la progettazione

Per la realizzazione di un prototipo di questo tipo, è necessaria un'attenta progettazione. Quella di cui andremo a parlare a breve è la fase dell'ideazione che va dall'identificazione dei requisiti funzionali, dei bisogni dell'utente, alla definizione dei parametri qualitativi che deve avere il prodotto finale. Determiniamo in questo modo scelte molto importanti dal punto di vista architettonale. Al termine di questa fase iniziano gli sprint di development, raffinando sempre di più il modello del servizio che si vuole realizzare. Andiamo ora a vedere quali sono i primi passi che si sono mossi nella realizzazione del progetto.

6.1 Interaction Design

Non si può prescindere dal fatto che l'interaction design sia la primissima fase da affrontare quando si realizza un progetto. Se non si parte dai reali bisogni dell'utente finale, si rischia inevitabilmente di sbagliare strada e realizzare un prodotto che non avrà mai successo sul mercato. Nell'affrontare questo tipo di progettazione l'IBM ha adottato un framework sempre più diffuso nel panorama dello studio dell'usabilità, il Design Thinking.

6.1.1 Design Thinking

Empatia. E' questa la parola chiave della filosofia del Design Thinking. E' un processo creativo che ha come scopo quello di mettere al centro del progetto le necessità dell'utente. Ma proprio per meglio comprendere queste necessità è indispensabile instaurare un rapporto di empatia con gli utenti stessi. Capire i loro reali bisogni, ma anche osservarli durante la loro vita quotidiana per comprendere quelle necessità che non vengono direttamente esternate. Al tempo stesso, si vogliono massimizzare le occasioni di feedback cercando di produrre il prima possibile degli output che permettano di comparare più soluzioni alternative. Aumentando per quanto possibile gli input, si riducono le probabilità di fallimento. Ma analizziamo i diversi step che accompagnano un percorso di design thinking.

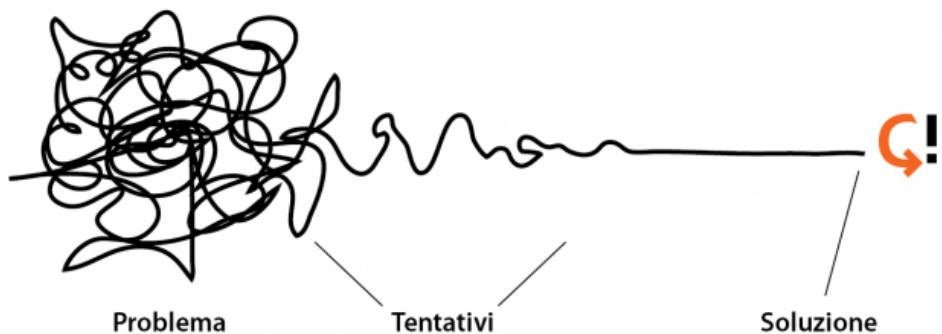


Figura 6.1: Schematizzazione molto basilare del Design Thinking

- Definire il problema

In questa fase del lavoro è fondamentale osservare, capire le abitudini degli utenti ed immedesimarsi in loro.

- Divergere

Qui entra in gioco la creatività, cercando di mettere sul piatto il maggior numero di soluzioni possibili, evitando però preconcetti e concentrandosi solamente sul problema.

- **Testare**

E' necessario ora produrre dei prototipi testabili in modo che si possano comparare le diverse soluzioni e ricevere feedback dagli utenti.

- **Convergere**

A questo punto è il tempo di dirigersi verso una soluzione, utilizzando anche la creatività per attuare dei compromessi tra quelle soluzioni parziali che intersecano al meglio i requisiti.

6.1.2 BigFix SaaS Interaction Design

Il nodo cruciale di questa fase del lavoro è stato quello di capire realmente quale fosse il target del nuovo servizio SaaS e quali siano i reali bisogni che possano spingere i clienti ad adottare un prodotto SaaS, siano essi già degli utenti della versione on premise o no. Il problema principale prima dell'avvento del paradigma design thinking era che i requisiti funzionali dei prodotti che venivano realizzati per le aziende erano stabiliti tramite delle contrattazioni svolte tra i progettisti e gli addetti agli acquisti delle aziende clienti, spesso trascurando i reali beneficiari del prodotto, ossia i tecnici dell'azienda cliente. Questo spesso porta a realizzare dei prodotti che non fanno fronte ai reali bisogni dell'utente.

Stakeholder Map L'obiettivo principale di questa fase del lavoro è stata quella di allineare tutti gli interessati, sviluppatori, dirigenti e potenziali utenti, sugli obiettivi del progetto SaaS. Per fare ciò si è fatto uso della Stakeholder Map, un artefatto che raffigura per l'appunto tutti gli Stakeholder interessati alla realizzazione del progetto. Possiamo notare come gli input vengano da figure dirigenziali, che dettano le direttive aziendali, e da clienti del panorama cloud. E' inoltre necessaria una stretta interazione tra il team di sviluppo e il Security Operation Team, ovvero il team che dovrà garantire la manutenzione del servizio SaaS, monitorando le prestazioni del servizio e intervenendo se necessario.

User Research Il coinvolgimento della figura dell'utente finale è avvenuto fin dalla progettazione. Questo è stato fatto tramite interviste strutturate, ma anche osservando gli utenti nella loro routine lavorative, cercando di captare necessità e

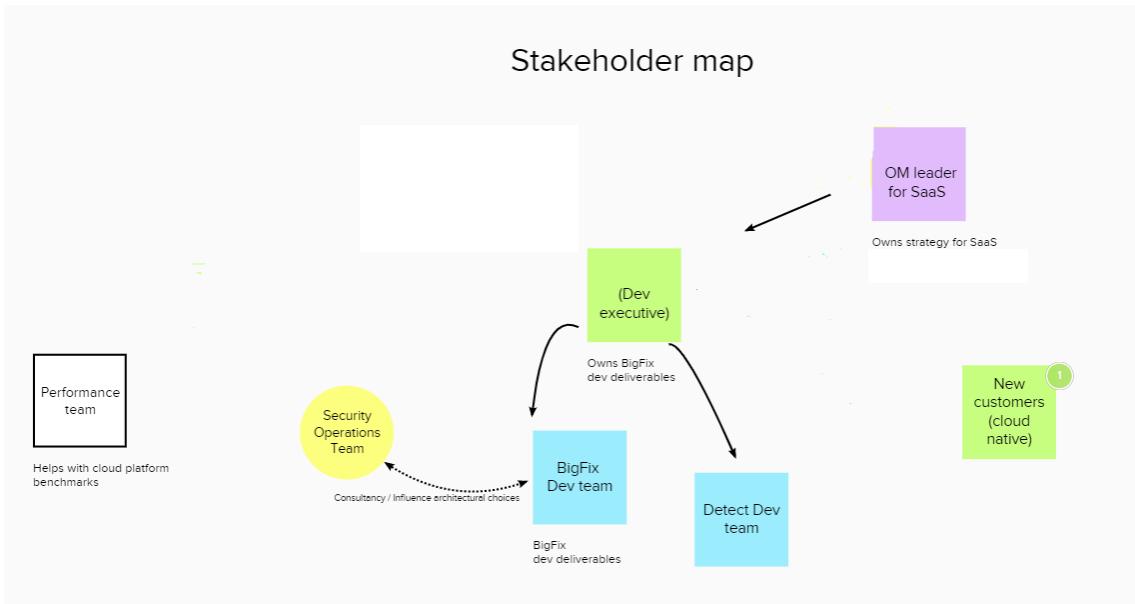


Figura 6.2: BigFix on SaaS Stakeholder Map

frustrazioni che vogliono essere eliminate e annotarle. L'obiettivo di fondo di questa fase del lavoro era quello di instaurare un rapporto di empatia tra gli utenti e chi realizza il progetto.

Nascita delle personas A questo punto occorreva fare un'operazione di astrazione. Cercare di identificare degli elementi chiave dal lavoro precedente e impersonare i bisogni e le caratteristiche scoperte in delle personas. Le personas sono personaggi fintizi che vengono creati per rappresentare i diversi tipi di utenti in base alle loro caratteristiche comportamentali. Vengono utilizzate per creare degli scenari e capire meglio il target del lavoro che si sta per compiere. Per il progetto sono state individuate le seguenti personas:

- **Rick - BigFix Operator**

Rick è l'amministratore che utilizza BigFix nella sua versione SaaS. Vuole poter gestire gli endpoint della sua azienda come farebbe con la versione on premise, distribuire contenuti e forzare le policy aziendali. Usa le applications di BigFix.

- James - Content Creator

James crea i contenuti per BigFix, crea Fixlet e task ad hoc per la propria azienda e distribuisce pacchetti da deployare su diversi endpoint aziendali.

- Scott - BigFix Architect

Scott è l'architetto dell'azienda cliente. Si occupa di installare la suite BigFix. Nel caso della versione SaaS questo risulta essere molto più agevole. Deve stabilire quale sia l'architettura aziendale, i relay e la rete di endpoint con agent.

- Rafael - Security Analyst

Rafael è la figura che si occupa di controllare che gli endpoint rispettino le policy aziendali. Può mandare dei messaggi per sollecitare l'attuazione della compliance.

- Lucy - IT Manager

Si occupa della gestione dell'infrastruttura IT dell'azienda. Ha bisogno di accedere a molti contenuti dell'operator e si interfaccia spesso con Rick.

- Hugo - OPS engineer

Hugo è un dipendente IBM che si occupa della manutenzione del servizio SaaS. la sua figura è di cruciale importanza nella buona riuscita del servizio sebbene non sia un cliente, ma una figura interna a IBM. Ma sta proprio nella rivoluzione del suo ruolo l'aspetto chiave del supporto di un prodotto SaaS. Più il suo lavoro sarà semplice, minori saranno i costi di gestione del prodotto per IBM.

Empathy Map A questo punto è stato necessario definire gli aspetti caratteriali dal punto di vista lavorativo delle personas appena individuate. Questo si formalizza attraverso una Empathy Map per ogni personas. In questo artefatto queste ultime vengono poste al centro e ne vengono appuntate le peculiarità. Viene scritto cosa ogni personas fa durante la giornata e le sue necessità, ma anche quelli che possono essere i suoi sentimenti durante lo svolgimento dei task quotidiani. Tra le caratteristiche che si sono cercate di delineare nei personaggi ci sono:

- Profilo professionale
- Attività
- Attitudini
- Bisogni
- Obiettivi
- Cosa si può fare per aiutarlo

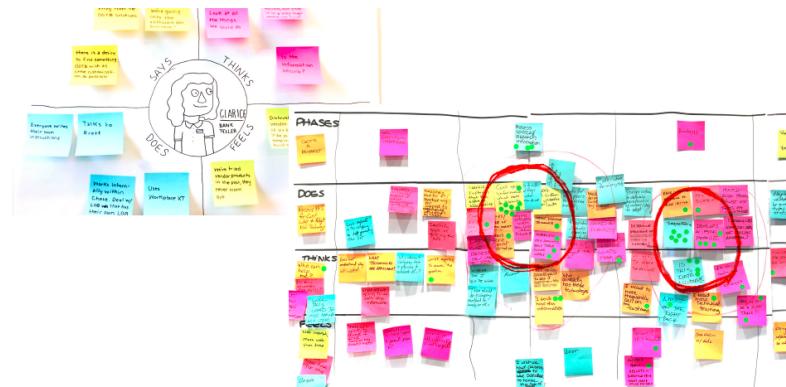


Figura 6.3: Esempio di Empathy Map

Scenario Map In questo nuovo elaborato le personas con le quali si è entrati in confidenza nella fase precedente iniziano ad essere inserite nel loro ciclo di vita quotidiano. Con lo scenario viene descritto un flusso di lavoro tipico del personaggio in questione. Nel succedersi degli stages, ovvero i passi in cui si divide lo scenario, si annotano quelli che possono essere i sentimenti dell’utente, cercando di individuare gli elementi di frustrazione e le opportunità per intervenire nella progettazione risolvendo i problemi dell’utente tipo. Vediamo qui di seguito una scenario map per Rafael.

Vediamo qui di seguito uno schizzo riassuntivo degli step del Design Thinking che si sono adottati:

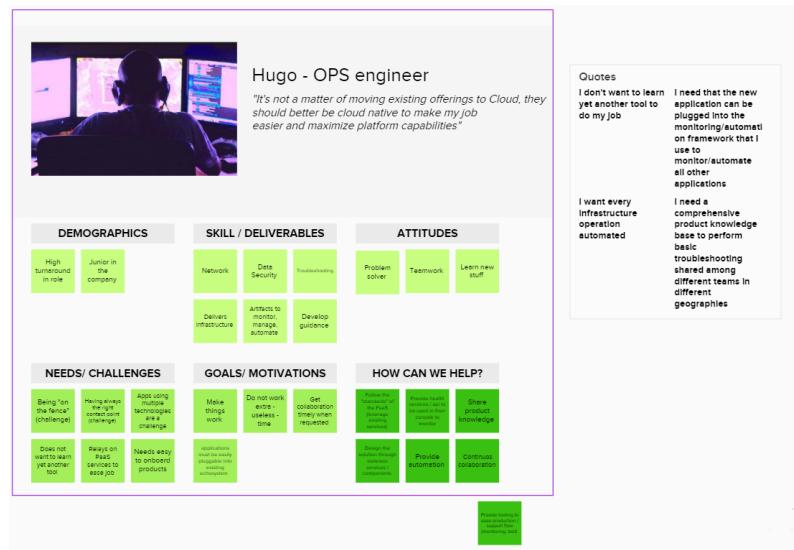


Figura 6.4: Empathy Map di una delle nostre personas

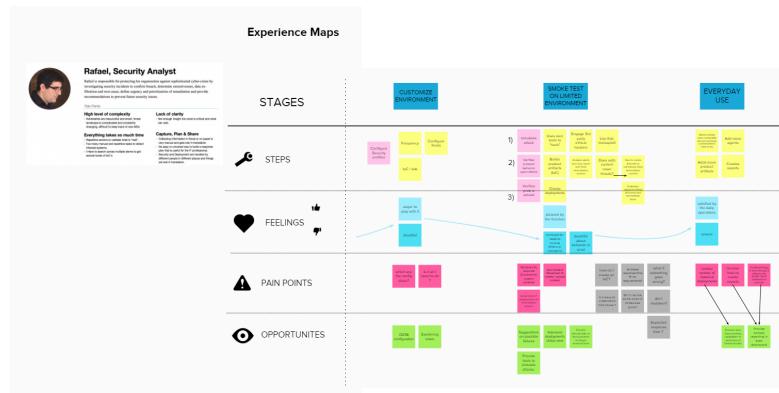


Figura 6.5: Scenario che rappresenta il primo utilizzo del servizio da parte di Rafael, il Security Analyst



Figura 6.6: Step del Design Thinking adottati nel progetto

Gli scenari in questo modo individuati vanno a rappresentare la base per la stesura delle Epiche. Queste, come abbiamo descritto nella sezione 2.3 verranno poi raffinate con la stesura delle Storie e infine divise nei Task implementabili dagli sviluppatori.

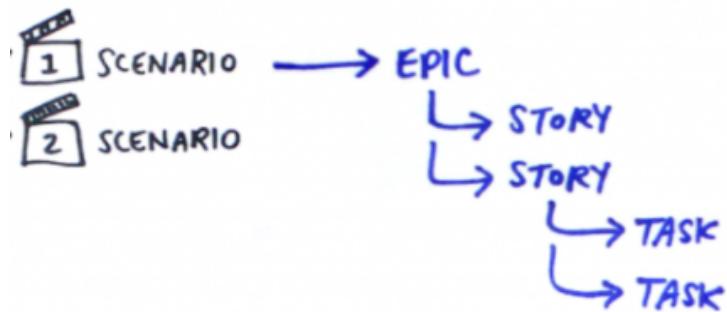


Figura 6.7: Relazione tra gli scenari individuati in questa fase e le Epiche del framework SCRUM

6.2 Requisiti Non Funzionali

Abbiamo già parlato nel capitolo 4 di quali sono le nuove problematiche alle quali una SaaS application deve far fronte. Ovviamente nel mio lavoro di tesi questo aspetto è stato un argomento cruciale delle prime fasi del lavoro. Soddisfare questo tipo di requisiti comporta infatti fare scelte architettoniche molto impattanti e in quanto tali occorre definirle prima possibile nel design di un sistema software.

6.2.1 Dependability

Il servizio di BigFix SaaS è stato progettato per garantire, quando sarà in produzione, un'availability che si mantenga sempre su valori superiori al 99. Ovviamente si prevedono carichi di utilizzo che possono essere anche molto elevati. La suite di BigFix è utilizzata contemporaneamente da clienti di tutto il mondo, alcuni dei

quali possiedono una rete di endpoint composta da un numero considerevole di nodi. Tutto ciò può portare a picchi di carico molto elevati nonostante i quali il servizio deve continuare a essere disponibile con prestazioni sopra delle soglie minime di accettabilità.

Microservizi e container Come abbiamo potuto osservare nei capitoli precedenti, l'adozione di microservizi e container è un must per i servizi cloud. Grazie a questa scelta possiamo garantire agli utenti di BigFix SaaS un'alta Dependability, fattore fondamentale nel contesto della security aziendale in cui si va a calare questa suite di prodotti. I microservizi di BigFix, infatti, verranno replicati tramite i container in data center IBM in tutto il mondo, ciò potrà garantire anche tolleranza ai guasti che possono presentarsi in futuro. Il grado di replicazione dei diversi microservizi sarà ovviamente proporzionale all'importanza del microservizio stesso. Ci saranno poi, ovviamente, dei microservizi, con dei ruoli più centrali di altri, che richiederanno un maggior numero di repliche.

Rolling Update

Un'altro aspetto critico nel garantire un'alta availability è quello dell'aggiornamento del servizio. Facciamo un paragone con i servizi SaaS che utilizziamo quotidianamente per consultare la posta elettronica. Notiamo che non assistiamo mai a fenomeni di mancanza del servizio quando il prodotto si aggiorna, bensì troviamo già il prodotto nella sua versione aggiornata quando questa viene distribuita. Vogliamo che questo comportamento si verifichi anche con la suite SaaS di BigFix e per questo occorre attuare una politica di Rolling Update. Silentemente, vengono aggiornate a turno tutte le repliche dei microservizi interessati dall'aggiornamento. Nel fare ciò però, l'esperienza utente non risente di peggioramenti, in quanto le repliche che rimangono funzionanti garantiscono l'efficienza del servizio.

Utilizzo di DB2

Anche la persistenza dei dati può risultare essere un elemento critico per la dependability. Occorre uno strumento che garantisca l'integrità dei dati, la resistenza ai guasti con adeguate misure di ripristino e soprattutto la riservatezza dei dati che,

in un contesto come la security aziendale, possono essere molto sensibili. Si è scelto di utilizzare come Database Management System DB2, un database relazionale prodotto da IBM. Una peculiarità di questo prodotto è la HADR (High Availability and Disaster Recovery). Diamo un'occhiata all'architettura di DB2 per capire di cosa si tratta.

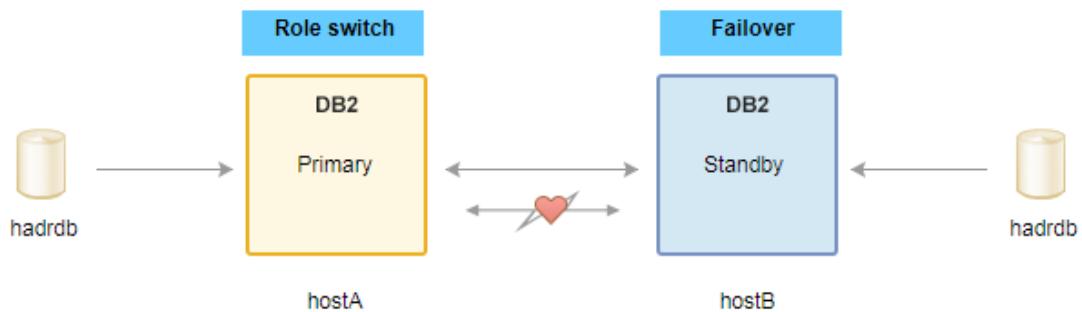


Figura 6.8: Architettura del DBMS IBM DB2

DB2 replica tutto il contenuto del suo database, chiamato Primary Database, in un secondo database detto Standby Database, il quale svolge anche il ruolo di backup. I dati di questi due sono consistenti e vengono sincronizzati costantemente. Qualunque malfunzionamento del database principale normalmente comporterebbe dei tempi di non availability più o meno lunghi nei comuni database. Con questa architettura HADR, invece, nel momento in cui il Primary Database presenta un guasto, lo Standby Database assume il suo ruolo (Failover) finché il database primario non torna disponibile e, solo a qual punto, dopo una nuova sincronizzazione tra i due database, questi tornano a svolgere il loro compito originario (Role switch). Un requisito importante però è che i due database risiedano in due data center distinti, o comunque provengano da due fonti di energia distinte nel caso si trovino nello stesso luogo geografico, per evitare che dei guasti possano colpirli entrambi.

6.2.2 Scalabilità

Per quanto riguarda la Scalabilità ci si prefigge di garantire le stesse specifiche del prodotto in versione on premise, quindi di supportare fino a 250.000 endpoint per

server. Il soddisfacimento di questa specifica, nel contesto SaaS, sposta l'attenzione ovviamente sul nuovo concetto di server, ossia una serie di microservizi distribuiti che svolgono le funzionalità che nella versione on premise era svolta dal server localizzato presso il cliente. Ancora una volta sta nella ridondanza dei microservizi la chiave per garantire la scalabilità prefissata.

6.2.3 Monitoring

Sotto l'aspetto del monitoring ci si è dovuti scontrare con una nuova complessità nata nel monitorare un servizio così diffuso come quello di SaaS. La necessità è quella di sostituire l'intervento umano nella consultazione dei log di tutti i servizi. Occorre analizzare i risultati, saper effettuare delle medie e calcolare dei picchi di variabili come il throughput o la latenza. Vogliamo infine che questa mole di dati sia facilmente consultabile agli occhi di chi effettua la manutenzione del prodotto, magari sotto forma di grafici facilmente intellegibili. Inoltre la necessità è quella di un sistema che faccia da "guardia" se le prestazioni o le risorse scendono sotto dei valori minimi. In quei casi un processo, anch'esso automatico, deve notificare gli operatori incaricati che è necessario un intervento. In questo modo l'operatore stesso è sollevato dal compito di osservare continuamente la dashboard per rilevare queste problematiche. Per soddisfare queste necessità abbiamo individuato i tool Prometheus e Grafana che si sono rivelati molto utili nelle fasi successive al deployment, come vedremo in seguito.

6.3 Gap con il prodotto on premise

La natura di un servizio SaaS porta con se alcune differenze strutturali importanti con il prodotto già esistente. La modalità di fruizione del prodotto è completamente diversa da quello on premise. E' necessario prendere subito in considerazione questi aspetti in quanto risultano essere molto impattanti dal punto di vista architettonale.

Introduzione della multitenancy Uno di questi è sicuramente la multitenancy. Nel modello SaaS può capitare che sulla stessa macchina fisica risiedano più server di clienti diversi. Dalla prospettiva utente però si deve dare l'impressione di un

possesso esclusivo del server tramite strategie di multitenancy. E' di fondamentale importanza che un cliente non entri in contatto con dati afferenti al server di altre organizzazioni. Tra le misure attuate ci sono:

- Modifica della modalità di archiviazione dei dati, permettendo di filtrare i dati appartenenti al tenant corretto.
- Speciali privilegi di utilizzo dei servizi server. Si è introdotto un ulteriore livello di privilegi di accesso. Utenti IBM possono avere infatti dei privilegi cross-tenant sulla macchina, possono potenzialmente avere accesso ai dati di tutti i tenant presenti sulle macchine. Al tempo stesso però, Un singolo tenant, anche se nel ruolo di amministratore, ha dei privilegi di utilizzo che gli consentono di visualizzare solo i dati relativi alla propria azienda.

Introduzione dei microservizi L'introduzione dei microservizi è un elemento centrale della conversione della suite a SaaS. Per attuarla è necessario un attento percorso di refactoring del codice del prodotto, suddividendolo in servizi coesi che possano rappresentare delle entità separate che cooperano tra loro.

6.4 Scelta dei tool e dei servizi da utilizzare

Nel mio caso mi sono mosso in un ambito, quello del cloud computing, da un lato privo di una consolidata storia alle spalle, ma anche ricco di continui nuovi contributi. Infatti compaiono sempre nuove tecnologie dedicate esclusivamente all'ambiente cloud, molte delle quali open-source con frequentissimi contributi da parte degli sviluppatori.

Trattandosi della realizzazione di un prototipo SaaS, l'attenzione principale non poteva che ricadere sui più diffusi trend in ambito cloud. Tra questi si è scelto di adottare l'utilizzo dei container. Come largamente trattato nella sezione 5.2, essi rappresentano una tecnologia fondamentale per realizzare un servizio SaaS. Occorreva quindi scegliere una piattaforma che automatizzi il deployment dei container in maniera efficace. Da questo punto di vista la scelta è ricaduta su Docker, una scelta quasi obbligata vista l'alta competitività del tool e la sua affermazione ormai

incontrastata. In questo modo ci si alleggerisce dall'overhead di utilizzare un'intera macchina virtuale per ogni container in quanto tutti i container sulla stessa macchina fisica condividono lo stesso sistema operativo, ma al tempo stesso sono isolati.

A questo punto però bisogna immaginare uno scenario in cui il servizio che sono andato a realizzare è scomposto in un numero piuttosto elevato di container, alcuni andranno creati per delle situazioni specifiche, altri eliminati o modificati. Per queste funzionalità l'IBM ha come direttiva quella di utilizzare Kubernetes, del quale abbiamo parlato anche nella sezione 5.2. Tramite questo tool sono in grado di orchestrare i container e controllarne il flusso di vita tramite i pod.

6.5 Definizione Architetturale

La definizione di un'architettura di un prodotto così complesso è guidata da un'attenta analisi dei requisiti appena descritti. Occorre stabilire quali siano i componenti da implementare, altri da riutilizzare e alcuni da adattare. Inoltre occorre stabilire come interfacciarsi con nuove tecnologie che devono essere opportunamente inserite nel contesto di applicazione.

6.5.1 Viste architetturali

Vista sull'architettura fisica e sui container

Questa è la più significativa delle viste architetturali. Da questa immagine possiamo chiaramente evincere la struttura a microservizi del SaaS di BigFix. Ogni microservizio è deployato in un container. Volutamente non si sono volute raffigurare macchine che ospitano i container per rendere il senso di portabilità dei container stessi. Potrebbero trovarsi tutti sulla stessa macchina fisica come in parti del mondo differenti. Tutti, come abbiamo sottolineato precedentemente, adottano Docker come gestore. Da questa architettura notiamo anche la presenza di nuovi componenti:

- Container Master

Questo container ospita il componente Kubernetes master, il quale ha il compito di governare il comportamento di tutti gli altri Kubernetes node.

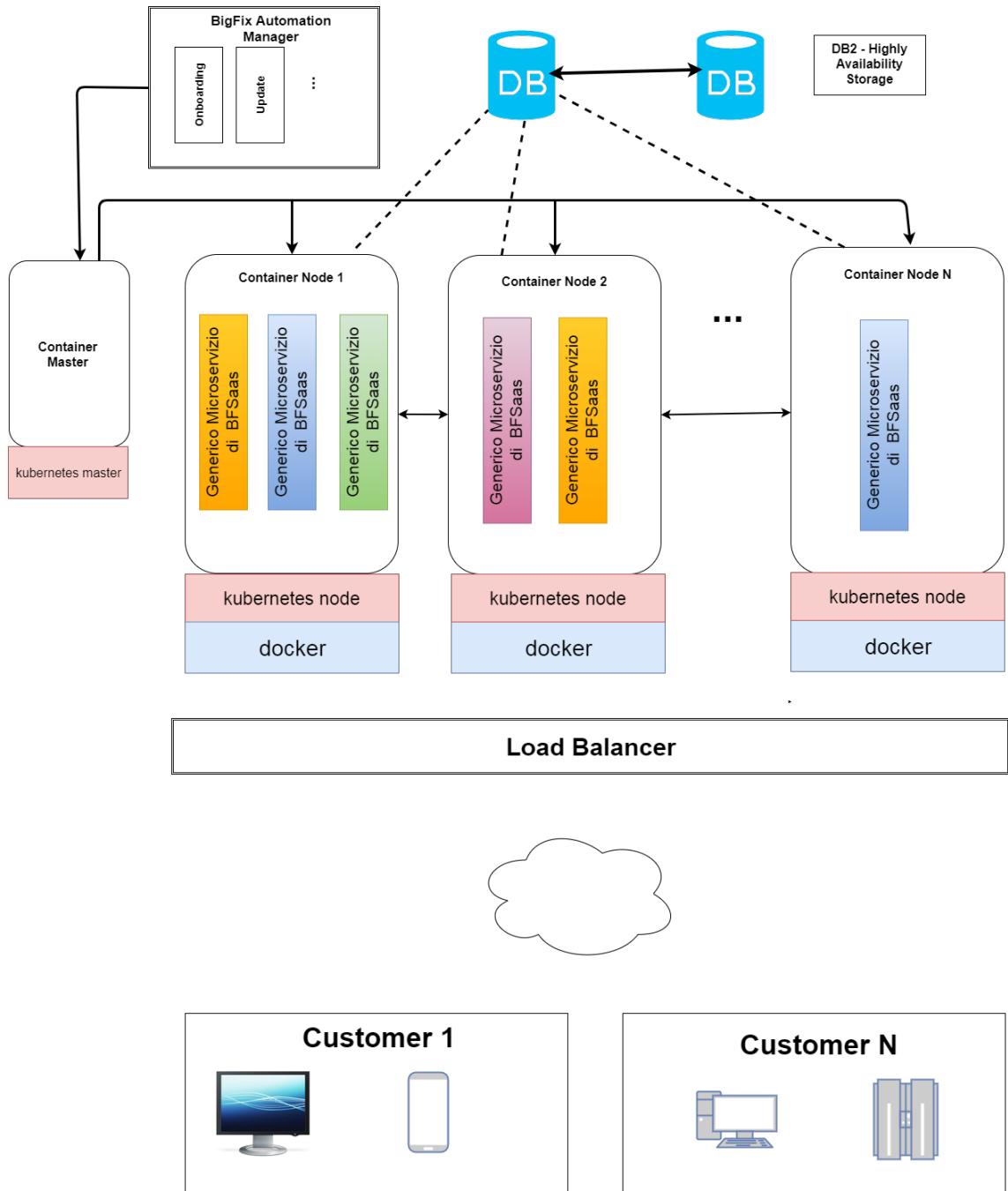


Figura 6.9: Architettura di BigFix SaaS

- Container Nodes

Sono le macchine nelle quali si trovano effettivamente i container. Docker è

presente su ogni Node dell’architettura per garantire che i container vengano installati. Essi sono per questo motivo il fulcro di tutta l’architettura BigFix SaaS

- **BigFix Automation Manager**

Questo componente è fondamentale per i processi di gestione, che vedremo in seguito. Si immaginino ad esempio scenari come l’onboarding di un nuovo cliente o la distribuzione di una versione del servizio.

- **Load Balancer**

Come suggerisce il nome stesso è il componente che ha la responsabilità di ripartire il carico di lavoro sui microservizi presenti sui container, alcuni di loro replicati. Una buona gestione del workload è fondamentale nelle situazioni di picco di utilizzo da parte dei clienti per garantire l’availability del prodotto.

Viewpoint dell’utente utilizzatore

Da questa immagine invece cerchiamo di ricostruire la struttura tradizionale di BigFix rivisitandola però in ottica SaaS. Le componenti del server e dei relay non sono più macchine fisiche facenti parte dell’infrastruttura del cliente. Essi sono completamente sotto il controllo del provider e sono composti da opportuni microservizi che cooperano per garantire le funzionalità del servizio. L’unico componente che rimane fisicamente dal cliente è l’agent, che è presente ovviamente in ogni dispositivo della rete di endpoint.

6.6 Definizione dei processi di gestione

Una delle novità nel distribuire un servizio SaaS riguarda i processi di gestione. Analogamente alla progettazione architettonale, anche i processi di gestione vanno ben definiti e, successivamente, messi in opera.

6.6.1 Novità rispetto al prodotto già esistente

Onboarding Si pensi ad esempio allo scenario dell’onboarding di un nuovo cliente. Il sistema deve garantire che un processo completamente automatico possa portare

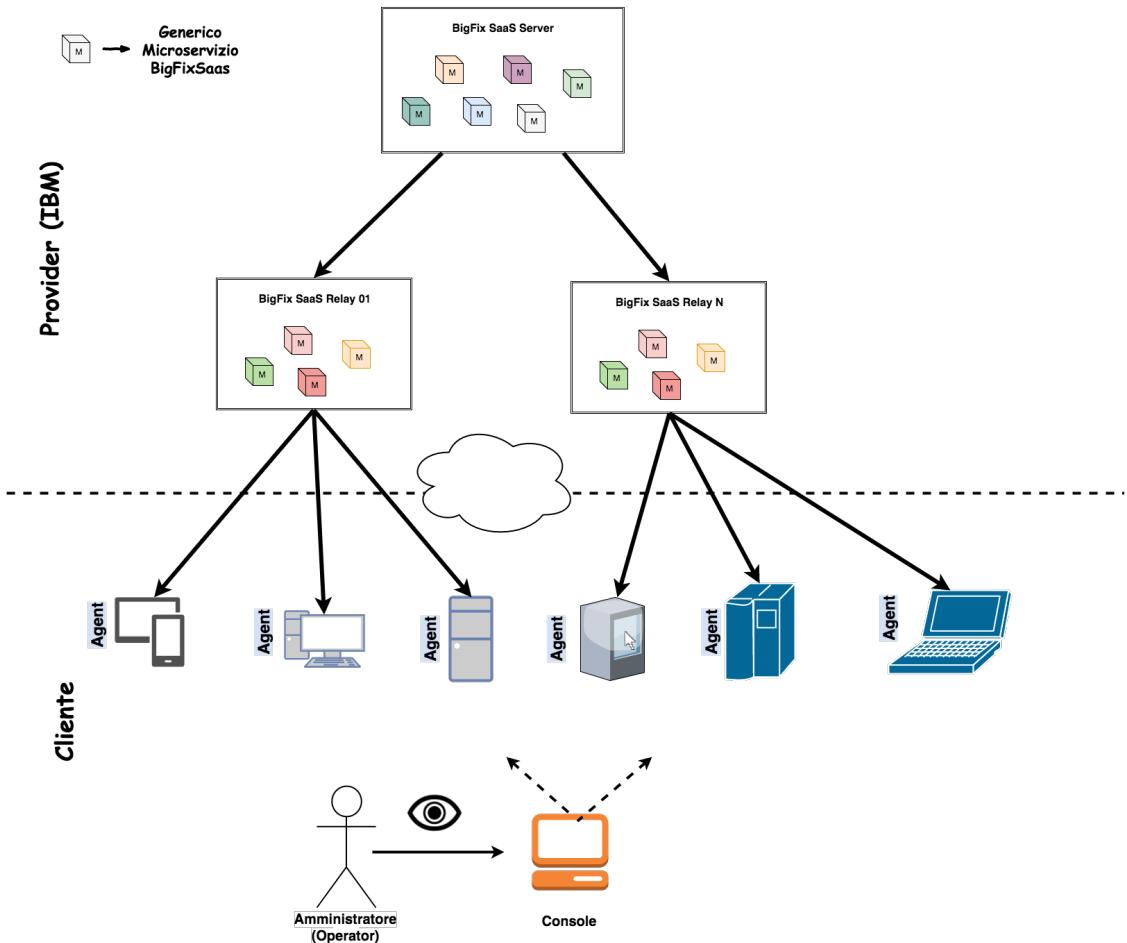


Figura 6.10: Architettura di BigFix SaaS

il nuovo utente dal click sulla form di registrazione al servizio BigFix su SaaS pronto all'utilizzo in pochi secondi, al massimo minuti. Gli utilizzi del servizio hanno delle dinamiche molto diverse rispetto allo scenario on premise.

Monitoring Anche il monitoring delle attività e delle prestazioni richiede nuovi strumenti perché l'attenzione viene spostata sui container e sul funzionamento dei microservizi. Abbiamo definito dei processi specifici (Prometheus) che sappiano monitorare i pod di Kubernetes e i container, ma soprattutto il corretto funzionamento dei servizi all'interno dei container.

6.6.2 Disaster Recovering

Dal punto di vista del disaster recovery, con il servizio SaaS abbiamo notevolmente diminuito il rischio di episodi di criticità dal punto di vista delle prestazioni, in quanto le infrastrutture fornite dal provider sono molto più efficienti da questo punto di vista. Al tempo stesso però, nel caso del verificarsi di qualche malfunzionamento, il pericolo è notevolmente maggiore. A quel punto infatti potrebbero essere coinvolti tutti i clienti forniti dal servizio. In sostanza avremo delle criticità molto più rare ma potenzialmente più dannose. In uno scenario del genere si sono progettate misure di emergenza che prevedono la redistribuzione del carico tra i microservizi ma anche l'attuazione del recovery di emergenza di db2.

Capitolo 7

IBM BigFix on SaaS, l'implementazione del prototipo

L'attenta progettazione guidata dall'architect che abbiamo visto nel capitolo precedente è servita da base per la vera realizzazione del prototipo che rappresenta l'aspetto implementativo del progetto BigFix SaaS. Ma queste due fasi del lavoro che stiamo presentando non sono l'una successiva l'altra. E' bene rimarcare che, seguendo un approccio agile, iterativo e incrementale, l'intero disegno del progetto si è ottenuto solamente a fronte di una continua esplorazione dei requisiti che si è protratta durante tutta la fase implementativa. Il metronomo dello sviluppo sono state le sprint demo, le quali vedevano la partecipazione anche di altri stakeholders interni all'azienda, oltre che al team stesso. Da questi confronti sono risultati continui feedback che hanno contribuito a portare il lavoro al suo stato attuale.

7.1 Container e microservizi di BigFix

Per la necessità di continui feedback, nei primi sprint del progetto si è scelto di adottare una soluzione intermedia per quanto riguarda la scomposizione del prodotto nei container. Si deciso infatti di fare in modo che, in questa prima fase, ogni container ospitasse un relay o un server di uno dei clienti forniti dal SaaS, e non un microservizio vero e proprio del prodotto. Questa scelta è avvenuta dopo un'analisi dei requisiti. Scomporre BigFix in microservizi è un'operazione che richiede molte

ore uomo di lavoro e affrontarla all'inizio del progetto non avrebbe consentito di testare nelle primissime fasi le tecnologie che si erano individuate per il deployment, ossia l'aspetto più importante. Avendo presto a disposizione gli ambienti cliente con relay e server invece, si sono subito testati scenari tipici del prodotto on premises nelle nuove tecnologie SaaS adottate.

7.2 Gli ambienti di sviluppo

La realizzazione di un progetto aziendale richiede più ambienti nei quali, sequenzialmente, viene testato il prodotto prima di metterlo sul mercato. L'ambiente ufficiale finale, quello di produzione, deve garantire tutti i parametri qualitativi di cui abbiamo parlato precedentemente. Per questo motivo è lì che si concentrano i maggiori investimenti a livello hardware per garantire alte prestazioni di servizio. Al tempo stesso, però, occorre avere a disposizione un "laboratorio" in cui sviluppare e testare il software, in cui implementare le nuove features quando il prodotto sarà già sul mercato, un ambiente nel quale le modifiche che si compiono al codice non impattano in nessun modo il servizio offerto ai clienti. Per questo motivo il primo contesto in cui si è andato a lavorare è l'ambiente di sviluppo. Un ambiente chiuso all'esterno dell'azienda, ma che al tempo stesso simulasse nella maniera più fedele possibile l'ambiente di produzione. A questi due si aggiunge un'ambiente intermedio di pre-production, nel quale vengono svolti tutti i test qualitativi (QA) per verificare che il prodotto sia conforme ai parametri non funzionali stabiliti.

7.3 Costruzione dell'ambiente e installazione di Docker e Kubernetes

Vediamo una schematizzazione dell'ambiente di sviluppo nella figura 7.2. Kubernetes è il tool che muove le danze avendo la funzione di orchestratore dei container. L'architettura di questo framework richiede che ci sia un nodo master che coordina i nodi denominati kube-node, che possono anche rappresentare macchine diverse. Su tutti i kube-node è installato anche docker, in quanto ci permetterà di ospitare su di essi i container. Questi vengono deployati su tutti i nodi a disposizione seguendo

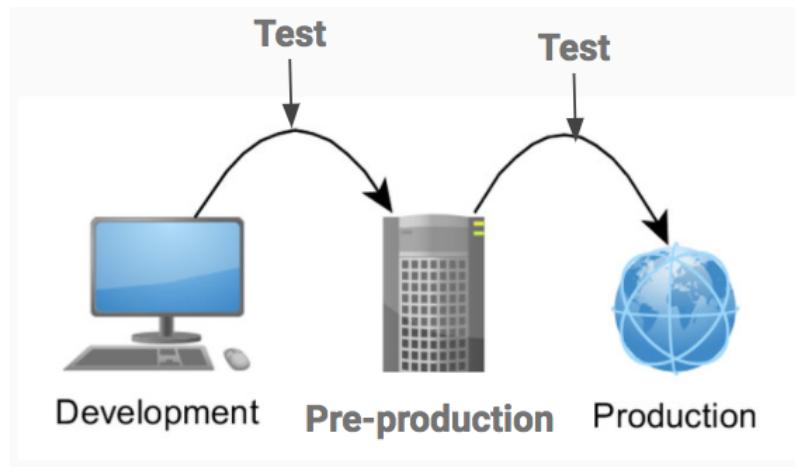


Figura 7.1: Ambienti di BigFix SaaS

do l'algoritmo di scheduling round-robin in modo da gestire al meglio le risorse di calcolo.

Il Kubernetes master si interfaccia, come posiamo vedere, anche con altre due macchine presenti nella rete: La macchina DB2 e la macchina NFS. Andiamo a vedere di cosa si tratta.

DB2 E' la macchina che ospita una replica del database. Vedremo in seguito come, nel processo di onboarding di un nuovo cliente, vengono dinamicamente allocate le risorse del database al nuovo utente. Le modalità di interazione tra i componenti BigFix nei container e il database ricalcano in sostanza quelle del prodotto on premise.

Network File System (NFS) Questo componente è pensato per fornire storage per i container tramite protocollo NFS. L'NFS è un protocollo di rete sviluppato dalla Sun negli anni 80. Esso rappresenta un file system distribuito che consente ai computer di utilizzare la rete per accedere ai dischi rigidi remoti come fossero dischi locali. La componente NFS è stata utilizzata solamente in una prima fase del progetto in quanto, con il passaggio all'ambiente ufficiale, si è fatto affidamento allo storage fornito da un particolare componente di Kubernetes, il Service.

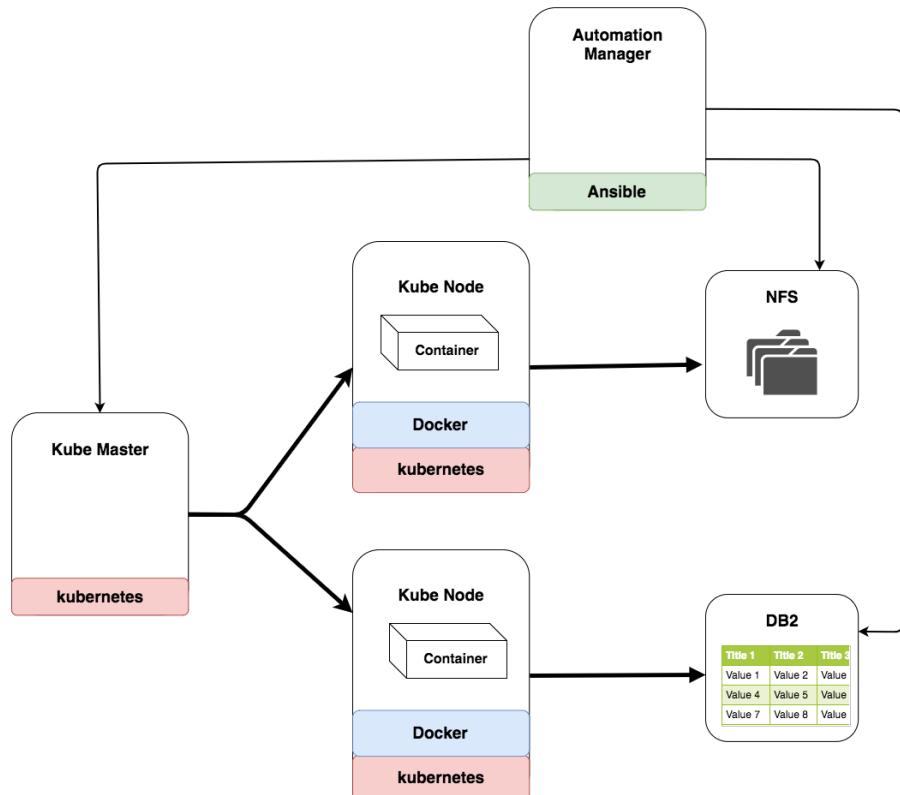


Figura 7.2: L'ambiente di sviluppo di BigFix SaaS

7.4 Re-working degli installer del server e del relay di BigFix

Il server e il relay di BigFix hanno i loro tradizionali installer relativi alla versione on-premise del prodotto. Ovviamente è stato necessario un grosso lavoro di re-working di questi componenti per fare in modo che risultassero molto più leggeri e adatti al deployment in un container.

7.5 Le immagini Docker

Docker consente di deployare i container partendo da immagini di una repository fornita da Docker stesso. Nel nostro caso si è scelto di porre come base di tutti i container del servizio una macchina Linux CentOS 7 sia per i relay che per i server,

una scelta dettata da esigenze aziendali. Docker fornisce delle versioni a container di molti sistemi operativi in modo da personalizzare secondo le proprie esigenze i servizi che si vanno ad implementare.

Questa macchina CentOS è ovviamente una versione molto embrionale dei servizi necessari per il prodotto. E' stato necessario creare delle directory di BigFix apposite per ospitare l'installer del server o del relay, a seconda dei casi. Si sono poste poi, all'interno di opportune cartelle, due file Bash fondamentali per il deployment: install.sh e start.sh. Nella prossima sezione spieghiamo il loro compito.

7.6 Docker containers, Pods e services

I file Bash di cui abbiamo parlato nella sezione precedente vengono in realtà eseguiti in contesti differenti. Install.sh viene chiamato in causa da Docker quando installa appunto il container. Successivamente Kubernetes chiama start.sh e avvia a tutti gli effetti i servizi di server e relay.

Ora occorre porre l'accento sulla modalità in cui i container interagiscono con Kubernetes. La scelta in questo progetto è stata quella di avere una corrispondenza biunivoca tra i container di Docker e i Pod di Kubernetes in modo da avere una semplicità di gestione dei container stessi. Vi è inoltre un ulteriore livello di astrazione sopra i Pod. Kubernetes offre infatti la possibilità di utilizzare il componente Service, che raggruppa in sé uno o più pod. Il Service è stato utilizzato con il fine di poter utilizzare il pod nella rete in maniera molto più efficiente.

YAML I Pod di Kubernetes utilizzano un particolare linguaggio di serializzazione, lo YAML (YAML Ain't Markup Language). Esso è per certi versi molto simile all'XML e al JSON, ma è molto più essenziale e quasi tutto il suo contenuto rappresenta il dato da serializzare. I suoi punti di forza sono la manutenibilità e la flessibilità. Un file JSON infatti è anche un file YAML valido, esso va a rappresentare quindi un sottoinsieme degli YAML possibili. All'interno dei file YAML si sono configurati tutti gli aspetti dei Pod che sono necessari a Kubernetes per far partire

```
---
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: rss-site
  labels:
    app: web
spec:
  containers:
    - name: front-end
      image: nginx
      ports:
        - containerPort: 80
    - name: rss-reader
      image: nickchase/rss-php-nginx:v1
      ports:
        - containerPort: 88
```

Figura 7.3: Esempio di YAML di configurazione per Kubernetes

i servizi relay e server con i settaggi desiderati. Vediamo nella figura 7.3 un esempio di configurazione per un Pod.

7.7 Modifiche al relay necessarie per la versione SaaS

Il componente relay ha avuto bisogno di numerosi accorgimenti per permettere il suo funzionamento in prospettiva SaaS. Per sua natura, ha bisogno di numerose informazioni a riguardo del server al quale fa riferimento. Per configurare il relay correttamente è necessario far rinvenire ad esso alcuni file contenenti informazioni di riferimento al server. Questa era una procedura che nella versione on premise veniva fatta a mano. Ora, nella realizzazione del servizio in SaaS, si è implementato un procedimento automatico che fa affidamento sullo storage condiviso fornito dall’NFS.

Relay scaling Altra proprietà del relay è la capacità di scalare adeguatamente rispondendo alle necessità dinamiche dei clienti. Durante il tipico utilizzo del pro-

dotto è molto comune che il numero dei client o la mole di lavoro richiesta cambino dinamicamente. Superata una certa soglia di workload o un certo numero di client (circa 1000), un singolo relay non è più in grado di far fronte alle richieste, ma ha bisogno che parte dell'onere di lavoro venga presa in carico da una sua copia identica. Questo processo viene chiamato di "scale up". Analogamente possono verificarsi delle situazioni in cui le risorse allocate siano sovradimensionate rispetto al carico di lavoro. Fortunatamente Kubernetes fornisce un comando ad hoc per entrambe queste necessità. Questo strumento utilizza dei volumi condivisi di appoggio per far sì che le nuove copie dei relay non si debbano configurare da capo. Il nuovo infatti eredita dal primo relay sia tutte le configurazioni di BigFix e di Docker, ma anche la cache dell'altro relay, in maniera tale da essere subito operativo in pochissimi secondi.

Air-gap Un'altro elemento che è necessario per abbattere i tempi di funzionamento è l'Air-gap. Senza scendere il dettagli e tecnicismi, questo componente ci consente di scaricare Fixlet e altre configurazioni proprie di BigFix sul nuovo relay da un repository per i clienti (BES Support) in tempi estremamente rapidi.

7.8 Automazione del Deployment

Facciamo il punto della situazione cercando di individuare gli elementi che sono stati definiti fino a questo punto. Abbiamo da un lato la possibilità di deployare dei container che svolgano le funzioni di server o di relay perfettamente funzionanti, da un'altro c'è il database DB2 pronto a fornire persistenza a tutti i dati del cliente, da un'altro ancora altri componenti necessari all'ambiente per il corretto funzionamento, come l'NFS. Supponiamo che in un istante, non predicibile ovviamente, un nuovo cliente acquisti la licenza ad utilizzare BigFix SaaS e abbia appena compilato la form con tutti i dati necessari. Cosa manca?

Non è certo pensabile che a questo punto ci sia bisogno di un intervento umano per mettere a disposizione del nuovo cliente tutte le risorse necessarie. Ci si aspetta che il servizio sia disponibile nel giro di pochi minuti e la richiesta può essere avvenuta da qualunque parte del mondo e in qualunque momento della giornata.

Ecco quindi che è necessario un processo di software automation. Un processo automatico cioè che porti il prodotto ad essere pronto all'utilizzo da parte del nuovo cliente senza che gli sviluppatori o il team di operation intervengano. Questo processo deve essere tollerante a malfunzionamenti e deve poter interagire con tutte le componenti facenti parte del sistema. Si comporta, in sostanza, come una figura umana dedita all'installazione.

7.8.1 Bash Scripting

Nel progetto si è fatto largo uso del linguaggio Bash. Dovendo interagire con sistemi UNIX sono stati spesso inseriti file Bash in processi di automazione presenti negli scenari di gestione del sistema.

Bash, acronimo che sta per Bourne-Again-Shell, è un'interfaccia a riga di comando pensata per gestire i sistemi operativi UNIX nata alla fine degli anni '80. Come altri strumenti analoghi, oltre alla modalità interattiva, prevede anche la possibilità di creare script, con funzioni, cicli e costrutti tipici, e di eseguirli poi in blocco. Questi script sono contraddistinti dall'estensione .sh e dall'incipit "#!/bin/bash", il quale indica il percorso della shell che dovrà eseguire lo script, Bash per l'appunto.

Utilizzo degli script Bash nel progetto Gli script Bash sono stati di fondamentale importanza per il progetto. Data la loro versatilità e potenza è stato possibile utilizzarli per molti scopi di configurazione. Sono entrati, ad esempio, in flussi Ansible e Jenkins. Questi script venivano mandati tramite scp su opportune macchine e, una volta configurati i permessi, venivano eseguiti per svolgere i più disparati compiti necessari.

7.8.2 Jenkins

Il solo utilizzo di script bash non può garantire la corretta gestione di un'architettura così complessa come quella del SaaS di BigFix. Gli step di configurazione necessari ogni qualvolta si debba effettuare l'onboarding di un nuovo cliente sono numerosi e ripetitivi e quindi risulta molto utile adoperare un tool di software automation.

Per questo motivo si è scelto di studiare l'integrazione di uno dei più diffusi strumenti di continuous integration: Jenkins. Esso è un progetto open-source, distaccatosi da Oracle, nato negli ultimi anni. Jenkins ci consente di eseguire e monitorare sistematicamente task ripetitivi come possono essere ad esempio i processi di building o il deployment dei container. Il sistema, disponibile tramite server web, ha la possibilità di essere integrato con innumerevoli plugin che lo rendono adatto a automatizzare i task più disparati sulle macchine più eterogenee.

Nel lavoro di tesi si sono utilizzati proprio alcuni di questi plugin per permettere, a partire dalla macchina di Automation Manager in cui è stato installato Jenkins, di orchestrare tutti i task sulle singole macchine dell'ambiente tramite ssh e scp.

Uno step preliminare che è stato necessario è quello di distribuire opportuni certificati alle macchine in gioco, in modo da poter consentire la comunicazione tramite Jenkins. In questo modo non era più necessario esplicitare ogni volta la chiave ssh, ma si instaura una comunicazione a chiave pubblica e chiave privata.

A questo punto è necessario scrivere opportuni script Bash per i diversi task che sono necessari per allocare le opportune risorse a ogni cliente. I tipici step necessari nelle diverse macchine del nostro ambiente sono i seguenti:

- Creazione di opportune directory nell'NFS per ospitare file di configurazione.
- Validazione della licenza di utilizzo del servizio
- Creazione e connessione al database per i dati dell'utente e configurazione dello stesso.
- Personalizzazione degli YAML relativi al server e al relay
- Creazione e avvio dei servizi del server
- Creazione e avvio dei servizi dei relay

Ovviamente per eseguire questi passaggi è necessario interagire con tutte le macchine dell'ambiente. Jenkins ha la responsabilità di guidare questi passaggi e prendere opportune contromisure a eventuali malfunzionamenti.

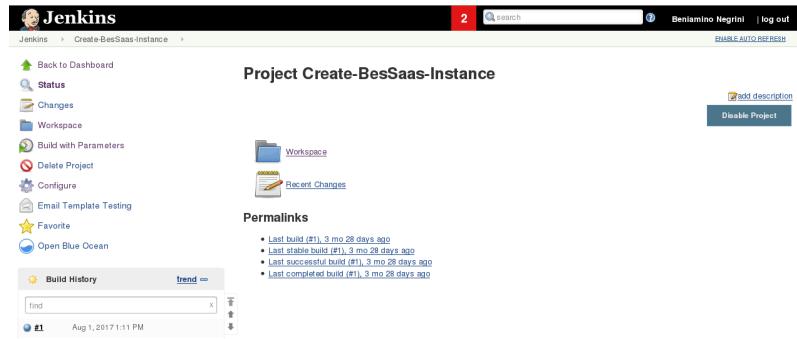


Figura 7.4: Una delle schermate di configurazione di Jenkins

7.8.3 Ansible

Dopo un confronto con il security operations team però, si è deciso di sostituire l'utilizzo di Jenkins con l'adozione di un utilizzo combinato di Ansible e IBM UrbanCode Deploy. Il security operation è un team di IBM, situato in Irlanda, che avrà il compito di porsi tra i clienti BigFix SaaS e il team di sviluppo quando il sistema è in produzione. Tra i suoi compiti ci sono quello di monitorare le attività del SaaS, di porre rimedi a eventuali miglioramenti, di intervenire in caso di cali di prestazioni e molto altro. Dal confronto tra questi due team si è evinta la necessità di allineare i tool di BigFix SaaS a quelli degli altri prodotti cloud di IBM, in particolar modo UrbanCode. Un'altra motivazione che ha spinto la scelta verso UrbanCode è la possibilità di fare code promotion tra più ambienti di sviluppo, come vedremo in seguito.

Relativamente alle modalità di utilizzo che si sono fatte in questo progetto Ansible ha sempre rappresentato un'alternativa all'utilizzo di Jenkins. Ansible è uno strumento di automation nato nel 2012. Il tool si basa su due tipi di componenti, le macchine controllori che fanno partire l'automation e i nodi che sono le macchine dove avvengono eseguiti i task.

Nel progetto è stata sfruttata molto la modularità di Ansible che permettere di sfruttare le strutture dei playbook e dei roles. Sostanzialmente un role è una successione di determinati task che hanno un fine e un target comune. I playbook



Figura 7.5: IBM UrbanCode Deploy

sono delle collezioni di roles, i quali vengono così assemblati a piacimento per ottenere le configurazioni desiderate, come nel caso dell'ambiente di BigFix SaaS.

7.8.4 UrbanCode Deploy e code promotion

C’è ancora un tool che è necessario integrare per garantire continuous integration e continuous delivery. Teniamo per un attimo in mente gli ambienti di sviluppo di cui abbiamo parlato nella sezione 7.2. Sarebbe molto utile che, ogni qualvolta viene effettuata una modifica al codice, un processo automatico integri questa modifica sequenzialmente negli ambienti di development, pre-production e production. Il passaggio tra questi ambienti può essere automatizzato ponendo come condizione di promozione all’ambiente successivo opportuni test automatici. Questo processo è chiamato di code promotion.

Il tool in questione è un prodotto di IBM chiamato UrbanCode Deploy. Esso consente di coordinare e automatizzare le implementazioni delle applicazioni, le configurazioni di middleware e le modifiche ai database in ambienti di produzione e di test on-premise o basati su cloud. Nel progetto di tesi UrbanCode monitora l’esito dei playbook di Ansible e, in base al loro esito, decreta se fare o meno code promotion.

7.9 Scenario di onboarding di un nuovo cliente

Questo scenario è stato il uno di quelli che ha richiesto più attenzione e quindi affrontato tra i primissimi. Dato il coinvolgimento di molte componenti del sistema

New customer onboarding	
Iterazione	Sprint 1
Attore	BigFix Architect
Pre-condizioni	Il cliente ha acquistato la licenza ad utilizzare il servizio SaaS ed è pronto a configurare il suo ambiente BigFix.
Post-condizioni	L'intero servizio SaaS per il cliente è completamente funzionante. Il server, i relay e le risorse acquistate sono a disposizione dell'organizzazione cliente che può iniziare ad utilizzare la suite di prodotti BigFix su cloud.
Priorità	Medium

Figura 7.6: Scheda dello scenario di onboarding

è stato uno dei primissimi ad essere realizzato e testato.

L'utente, come primo step, riempie una form come quella nella figura 7.7 con tutti i dati necessari al sistema per configurare correttamente il suo ambiente. Tra questi dati necessario troviamo anche l'indirizzo email in modo da notificare la disponibilità del servizio al termine del processo.

A questo punto entra in gioco l'automation di UrbanCode e Ansible che prende in pasto i dati appena inseriti nella form. Come prima cosa si mette in piedi il database per l'utente corrente. Questa operazione richiede un discreto numero di configurazioni, che come anche le successive, vengono effettuate grazie a file bash opportunamente richiamati da Ansible.

Una volta fatto partire il database, occorre "costruire" i file di YAML necessari per creare i Pod di Kubernetes. Questi file vengono scritti partendo da un template che presenta dei placeholder. Loro indicano sia i dati dell'utente corrente, sia le versioni di build del prodotto stesso. Il patching di questi file avviene tramite il linguaggio sed (stream editor), utilizzato per applicare espressioni regolari.

Gli YAML che ora sono personalizzati con i dati e le configurazioni del nuovo utente possono ora essere finalmente dati in pasto a Kubernetes, il quale installa i

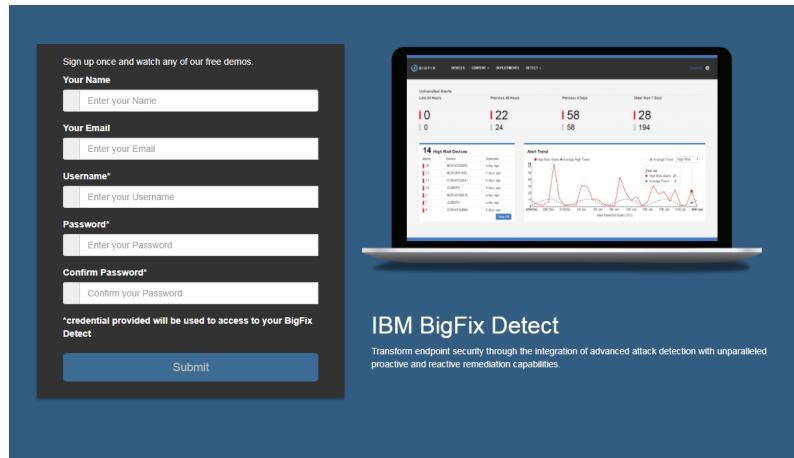


Figura 7.7: Form per il cliente di BigFix SaaS

container di Docker e avvia i servizi del server e del relay, come vediamo in figura. 7.8

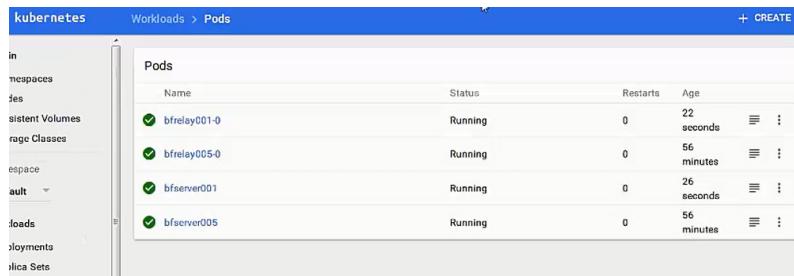


Figura 7.8: Dashboard di Kubernetes

Gli ultimi step da compiere sono quelli fornire un IP pubblico a questi servizi, in modo da renderli accessibili al cliente, e mandare una mail al cliente fornendo un comodo link per accedere ai servizi della suite BigFix SaaS. Come possiamo notare, dalla prospettiva dell'esperienza utente, è richiesto solamente che il cliente compili la form iniziale. Dopo una breve attesa i servizi sono pronti all'utilizzo direttamente dal dispositivo dal quale è stata compiuta la richiesta. Questo scenario può rappresentare una vera rivoluzione confrontandolo con l'analogo caso d'uso nella versione on premise di BigFix.

7.10 Il passaggio all’ambiente di produzione

La caratteristica principale di un ambiente di sviluppo è che esso non è raggiungibile dall'esterno. La comunicazione si sviluppa solamente tra macchine della rete interna dell'azienda al fine di preservare l'ambiente ufficiale dalle modifiche al prodotto prima che queste vengano completamente testate e collaudate. Nel passaggio all'ambiente di produzione, devo sono state effettuate anche diverse sprint demo nel corso del progetto, si deve tener conto di alcuni accorgimenti da apporre al prodotto. Occorre infatti che i container di BigFix SaaS possiedano un IP pubblico per essere raggiunte dalla rete. Per fare ciò si è utilizzato il componente "Service" di Kubernetes che, wrappando il pod, gli fornisce un IP accessibile via rete e quindi, comunicabile immediatamente all'utente al termine del processo di onboarding.

7.11 Automazione del Testing

Quella del test automation è un'attività molto importante nel contesto di un progetto SaaS. Non si può pensare infatti di fare Continuous Integration delle frequenti modifiche che si apportano ai microservizi, effettuando un collaudo manuale del software. Occorre che un processo automatico si sostituisca all'uomo e effettui test approfonditi sia dal punto di vista sia funzionale che qualitativo, al termine dei quali si prendono provvedimenti o si portano le modifiche in produzione in modo che siano fruibili da tutti gli utenti. Il test non fa altro che comparare i risultati ottenuti dalle sue simulazioni con i risultati attesi dal prodotto. Al termine di ogni test è necessario che venga prodotto un report che possa essere consultabile dai team di operations. Alcuni progetti danno tanta importanza al test automation da sviluppare il realtà prima i test e poi il prodotto stesso. Si sviluppa poi guidati dall'obiettivo di far superare tali test. Questa tecnica è chiamata viluppo guidato dal test (TDD, Test Driven Development).

Continuous Delivery In questo progetto si vuole che le modifiche che il team apporta al codice attraversino una serie di controlli prima di giungere alla totalità dei clienti. Le nuove modifiche infatti, entrano in un processo automatico composto di numerosi test. Dapprima vengono effettuati dei test funzionali, per appurare

che le nuove modifiche non abbiano intaccato le funzionalità del prodotto. Poi il nuovo codice giunge in un ambiente di Quality Assurance (QA) dove, sempre automaticamente, vengono effettuati test di performance e di security a cascata. Se i nuovi componenti passano tutti i test previsti dal flusso automatico giungono finalmente in ambiente di produzione, dove sono fruibili dai clienti.

Anche questo ultimo passaggio, però, non è immediato. Sostituendo simultaneamente tutte le repliche del microservizio aggiornato si incorrerebbe in una non availability dell'intero sistema. Ciò non è accettabile in un servizio SaaS. Occorre aggiornare i container quindi un po' alla volta, redirigendo tramite il Load Balancer opportunamente il traffico su quei container ancora attivi o già aggiornati e riavviati. L'esperienza utente in questo modo non risentirà di nessun disservizio.

7.11.1 Functional Test

Come detto poc'anzi, i primi test in cui un nuovo microservizio deve fare i conti sono quelli funzionali. Presso IBM Security si sono canonizzati una collezione di test cases che verificano peculiarmente tutte le specifiche di BigFix nella sua versione onpremise. Questi test vengono svolti mediante un tool sviluppato nel team in cui ho lavorato che si basa su JUnit, un framework Java per compiere unit testing.

JUnit

JUnit è il più diffuso framework Java per compiere unit testing. Lo unit test rappresenta l'attività di testare singoli moduli software compiuta direttamente dagli stessi sviluppatori per testare singole porzioni di codice appena implementate. Lo scopo è quello di individuare eventuali bug da correggere prima di integrare le modifiche. JUnit consente di estendere le classi che intendiamo testare e tramite delle annotations indichiamo quali sono i metodi da invocare nei test cases.

JUTAA

JUTAA (Java Unified Test Automation Architecture) estende proprio JUnit. Presso IBM si è realizzato questo tool per migliorare la qualità dei test effettuati su BigFix

e aumentarne il riuso. L'architettura è relativamente semplice. Una macchina funge da JUTAA master e può interagire sia con i server di BigFix che con i relay in modo da far girare su di essi i test case. Questi sono opportunamente raggruppati e catalogati. Per comunicare con le macchine slave JUTAA utilizza un'altro componente IBM, denominato STAF (Software Testing Automation Framework). Vediamo nella figura 7.9 una schematizzazione dell'architettura di JUTAA.

E' stato ovviamente necessario un processo di adattamento dei test cases in versione on premise alla versione SaaS. Questo lavoro ha visto l'estensione di classi Java precedentemente scritte per la versione on premise aggiungendo o sovrascrivendo opportuni metodi.

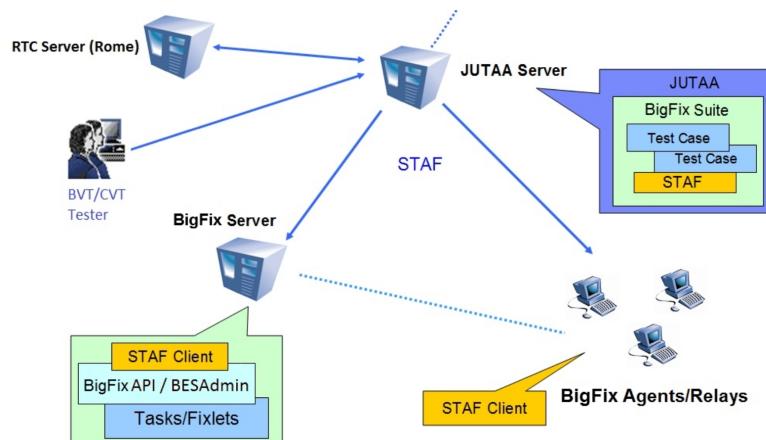


Figura 7.9: Architettura di JUTAA

Step per eseguire un test con JUTAA

- Test construction

JUTAA presenta una struttura modulare. E' possibile assemblare ad hoc i test di cui si ha bisogno tramite due file di configurazione in XML: env.xml e suite.xml.

- Test execution

Tramite un main.java viene lanciata la suite di test precedentemente dichia-

rata. Il framework scarica automaticamente il software più aggiornato da una repository.

- **Test results analysis**

Tramite opportuni accorgimenti si raccolgono e si visualizzano i risultati dei test, determinando eventuali malfunzionamenti.

7.11.2 Pre-production environment

A questo punto il software è pronto per passare nell'ambiente di pre-produzione. Qui i servizi devono superare gli ultimi ostacoli, ossia i test qualitativi. In sequenza verranno effettuati test di security, di performance e di penetration al termine dei quali il prodotto entra in rolling release. Questo ambiente è curato dagli esperti di Quality Assurance che utilizzano metodi consolidati di testing come andremo a vedere nelle prossime sezioni.

7.11.3 Security Test

Una tematica di testing fondamentale per un servizio SaaS è quella di security. In questo ambito, per BigFix SaaS si compiono due tipi di indagini differenti. Una riguarda le exposure di sicurezza e una la riservatezza dei dati.

Image Compliance

Il concetto di base è che ogni componente o tecnologia che man mano si aggiunge al progetto ha delle vulnerabilità ben note. Il test si basa su una precisa descrizione e catalogazione di queste vulnerabilità. All'aggiunta di un nuovo componente software, Image compliance va a controllare se questo componente potrebbe esporre il prodotto a qualche vulnerabilità. Nel caso affermativo si va a controllare se quella vulnerabilità è stata adeguatamente coperta in modo da renderne il servizio immune. Questo compito è svolto da un tool di un progetto open source denominato Clair, che aiuta proprio in questo tipo di comunicazioni.



Figura 7.10: Clair

AppScan

AppScan è un prodotto di IBM che ha come finalità quella di monitorare la vulnerabilità dei dati sensibili. Nel caso specifico di BigFix, occorre porre molta attenzione a questa tematica in quanto i dati delle singole aziende clienti sono molto sensibili e la filosofia del multitenancy ci esporrebbe a notevoli rischi.



Figura 7.11: IBM AppScan

7.11.4 Performance Test

I test di performance devono stabilire se il prodotto è conforme a dei parametri che sono stati definiti in fase di progettazione. Per fare ciò si sono implementati in IBM Security dei simulatori che, mediante l'utilizzo di hardware molto potente, riesce a simulare l'utilizzo del prodotto con un carico di lavoro considerevole. Questi simulatori sfruttano diverse tecnologie per rendere la simulazione più fedele possibile ad un utilizzo reale.

7.11.5 Penetration Test

Il penetration test per il prodotto BigFix SaaS è ancora in fase di studio. Questi tipi di test sono quelli relativamente più complessi in quanto si basano sulla simulazione di attacchi da parte di utenti malintenzionati. E' in corso una fase di studio nell'individuazione di tecniche e tool di automation di questi tipi di test che, per certi aspetti, possono essere i più ardui da automatizzare in quanto si basano su comportamenti umani meno prevedibili rispetto alle dinamiche delle altre tipologie di test.

7.11.6 Rielaborazione degli output del testing

Gli output di questa grande mole di test occorre che siano analizzati e interpretati approfonditamente per decretare se una nuova modifica del prodotto che si esegue nei continui cicli di produzione possa essere distribuita presso i clienti. Per questo è necessario sviluppare un componente che sia in grado di prendere decisioni riguardo al passaggio tra i diversi ambienti di produzione del prodotto e possa presentare i risultati rielaborati al personale incaricato.

7.12 Scenario di upgrade del servizio

Questo scenario vede come attori del sistema il team di DevOps. E' anche questo uno scenario emblematico del passaggio al SaaS in quanto mostra le peculiarità di un aggiornamento del prodotto, o per meglio dire una parte di esso, ovvero i microservizi. Lo scenario che vogliamo presentare riguarda l'integrazione di alcune nuove modifiche di un microservizio nel prodotto che è presente sul mercato.

La problematica principale da risolvere è quella di mantenere un'alta availability del sistema nonostante alcune sue componenti vengano aggiornate e sostituite. Prima di giungere ai clienti però, le nuove modifiche devono passare la lunga filiera dei test che abbiamo descritto nei paragrafi precedenti. Il processo, pur sotto la supervisione del team di DevOps, è completamente automatico.

Upgrading	
Iterazione	Sprint 6
Attore	IBM Developer
Pre-condizioni	E' pronta una nuova immagine per un microservizio di BigFix SaaS. Il team di DevOps decide di distribuire questa nuova immagine tra i clienti cercando di limitare al minimo disservizi che possono verificarsi a fronte di questo aggiornamento.
Post-condizioni	La nuova immagine è stata correttamente distribuita in tutte le repliche del servizio interessato. I clienti possono utilizzare la nuova versione senza osservare disservizi.
Priorità	Medium

Figura 7.12: Scheda dello scenario di onboarding

Quando è pronta una nuova build, viene triggerato un apposito processo di UrbanCode che, notando la presenza di questa build, cerca di passare le modifiche dall'ambiente di sviluppo a quello di pre-produzione e poi a quello di produzione entrambe dopo aver effettuati opportuni test. Come prima cosa viene effettuato un deploy dei microservizi che sono stati interessati dagli aggiornamenti in modo che su di essi si possano girare opportuni test. Una volta preparato l'ambiente, vengono chiamati in causa opportuni test case di JUTAA per verificare che i requisiti funzionali del prodotto vengano rispettati. Ovviamente è sottinteso che i singoli componenti implementati o modificati siano stati già opportunamente testati del team che li ha sviluppati.

Se i risultati dei test funzionali sono soddisfacenti, il servizio con le nuove modifiche appena apportate passa e nell'ambiente di pre-production per i test di QA. Una volta effettuato tutto il ciclo di test non funzionali può iniziare la Rolling Release. A mano a mano vengono aggiornate tutte le repliche con la nuova versione di build, monitorando poi anche eventuali problematiche che possono sorgere con questa operazione. Il processo di Rolling Release continuerà, finché tutti i clienti utilizzeranno solamente la versione aggiornata del prodotto.

Capitolo **8**

Conclusioni

parlare della valenza del prototipo all'interno dell'azienda ibm

8.1 Sviluppi futuri

8.2 Considerazioni

il prioggetto èstato molto sfidante, impegnativo, ma....

Capitolo **9**

Ringraziamenti

Appendice A

Tecnologie Utilizzate

A.1 Linguaggi di programmazione

- Bash
<https://www.gnu.org/software/bash/>;
- Java 8
<https://java.com/>;
- C++
<http://www.cplusplus.com/>;
- Sed
<http://www.grymoire.com/Unix/Sed.html>;

A.2 Linguaggi di Markup e di serializzazione

- YAML
<http://yaml.org/>;
- XML;

A.3 Tool di sviluppo

- Docker
<https://www.docker.com/>;
- Kubernetes
<https://kubernetes.io/>;
- Jenkins
<https://jenkins-ci.org/>;
- Ansible
<https://www.ansible.com/>;
- IBM UrbanCode Deploy
<http://www-03.ibm.com/software/products/it/ucdep>;
- Ansible
<https://www.ansible.com/>;
- Prometheus
<https://prometheus.io/>;
- Grafana
<https://grafana.com/>;
- IBM BlueMix (IBM Cloud)
<https://www.ibm.com/cloud/>;
- JUnit
<http://junit.org/junit5/>;
- JUTAA;

- Clair
<https://github.com/coreos/clair>;

- IBM AppScan
<https://www.ibm.com/security/application-security/appscan;>
- Clair
<https://github.com/coreos/clair;>
- VMware
[https://www.vmware.com/it.html;](https://www.vmware.com/it.html)

A.4 Framework agili

- SCRUM
[https://www.scrumalliance.org/;](https://www.scrumalliance.org/)
- DevOps;
- Design Thinking
[https://www.ibm.com/design/thinking/;](https://www.ibm.com/design/thinking/)

A.5 Code Editors

- Vim
<https://github.com/vim/vim;>
- Sublime Text 3
[https://www.sublimetext.com/;](https://www.sublimetext.com/)
- gedit;

A.6 Sistemi operativi

- CentOS 7
[https://www.centos.org/;](https://www.centos.org/)

- RHEL 7
<https://www.redhat.com/en/store/linux-platforms;>
- Microsoft Windows 7 Professional;

Dedica a fine pagina