UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

CORSO DI LAUREA INTERATENEO E INTERFACOLTA' IN SCIENZE STRATEGICHE

Relazione di laurea
in
INFORMATICA APPLICATA

LA DESKTOP VIRTUALIZATION: STUDIO DELLE CARATTERISTICHE E DELLE SUE CONCRETE POTENZIALITA'

ANNO ACCADEMICO 2011 – 2012

“Sono convinto che l'informatica abbia molto in comune con la fisica.
Entrambe si occupano di come funziona il mondo a un livello abbastanza fondamentale.
La differenza, naturalmente, è che mentre in fisica devi capire come è fatto il mondo,
in informatica sei tu a crearlo. Dentro i confini del computer, sei tu il creatore.
Controlli - almeno potenzialmente - tutto ciò che vi succede.
Se sei abbastanza bravo, puoi essere un Dio. Su piccola scala.”

(Linus Torvalds, ‘Rivoluzione per caso’, 2001)

Ringraziamenti

A coloro che mi sorvegliano dall'alto, che mi proteggono da ogni paura
e mi accompagnano per gl'ardui sentieri della vita.
Al cuginone Fabrizio, a zio Carmine, ai nonni tutti, a nonno Andrea e a coloro che
resteranno per sempre nel mio cuore, affinché possano vivere eternamente.

Alle persone che mi supportano nei travagli e nella letizia, che mi guidano coi consigli
e mi aiutano a superare gli ostacoli con fermezza e gioia.
Ai miei genitori, a mio fratello Flavio, alla mia amata Francesca,
a tutto il resto della famiglia e ai miei amici più cari.

Indice

Indice 4

Sommario 5

Introduzione 6

1. CAPITOLO "Overview sulla Virtualizzazione di Sistemi Operativi" 8
1.1. Panoramica generale 9
2.1. Il Ruolo dell'Hypervisor 11
3.1. Hardware Virtualization 12
1.3.1. Vantaggi della Virtualizzazione 13
1.3.2. Tipologie 14

2. CAPITOLO "Studio della tecnologia VDI" 19
2.1. Analisi della Virtual Desktop Infrastructure 20
2.2. Storia e stato dell'arte 22
2.3. Vantaggi e svantaggi 26

3. CAPITOLO "Piattaforme a supporto della Desktop Virtualization" 30
3.1. VmWare vSphere 31
3.2. Citrix XenServer 34
3.3. Microsoft Hyper-V 37
3.4. Panoramica riepilogativa 40

4. CAPITOLO "Conclusioni " 45

Appendice A "White paper Georgia State University" 46

Bibliografia 51

Sommario

Questo lavoro ha il compito di spiegare in maniera chiara e specifica lo stato d'arte, le caratteristiche e le potenzialità della Virtualizzazione dei Desktop. Questa nuova tecnologia permette di ottenere un'ottimizzazione del consumo di risorse tramite la creazione di macchine virtuali implementate su appositi Server e disponibili, tramite un'infrastruttura di rete, all'utilizzatore direttamente sulla sua scrivania.

La tesi è strutturata su quattro capitoli e un'appendice finale.

Il primo capitolo è utile a fornire una panoramica generale della Virtualizzazione e, in particolare, tratta delle tipologie di Hypervisor e delle sue principali tecniche di lavoro. Questo primo approccio consente successivamente di poter trattare altri importanti elementi in maniera più particolareggiata.

Nel secondo capitolo si è giunti ad esaminare, in maniera più specifica, quelli che sono gli aspetti e le caratteristiche di un'infrastruttura basata sulla Desktop Virtualization. Infatti, dopo un breve *excursus* storico si è passati alla trattazione di benefici e svantaggi della tecnologia.

Il terzo capitolo pone la sua attenzione sulle piattaforme di virtualizzazione, qui vengono analizzate le tre soluzioni che, a mio parere, risultano essere le più efficienti da un punto di vista funzionale e qualitativo. Nella parte conclusiva del capitolo è presentato un confronto trai tre prodotti che privilegia, per una comprensione immediata, l'aspetto grafico.

Il capitolo finale propone delle considerazioni volte a valutare l'effettiva utilità di questo tipo di virtualizzazione. Esso inoltre descrive il livello raggiunto dal progetto promosso dall'Esercito Italiano e ne propone difficoltà e problematiche.

A completare la tesi vi è, nella parte ultima della stessa, l'appendice che espone il *case study* proposto da un'università dell'America del Nord.

Introduzione

I grandi passi compiuti dall'*Information Technology* sono frutto, ormai, dell'irrefrenabile necessità di informatizzare tutti i processi umani. Oggigiorno, infatti, il mondo informatico appare come un bisogno intrinseco delle quotidiane attività grazie alla sua facoltà di ottimizzare e automatizzare le procedure che altrimenti richiederebbero troppo tempo o che sarebbero addirittura irrealizzabili. Il lavoro prodotto in questa tesi si inserisce in questo contesto e si interessa, in maniera particolare, di un settore che si pone al centro della vita economica di un paese, quello delle aziende. Le attuali difficili condizioni economiche impongono, quasi ovunque, una riduzione dei bilanci delle imprese e impongono l'esigenza di realizzare un diverso approccio alla persecuzione dei propri obiettivi. Nel campo informatico di un'azienda è possibile intraprendere una via che mira alla riduzione dei costi attraverso la tecnologia della Virtualizzazione dei Desktop, essa occupa attualmente una quota superiore al 43% del comparto all'interno degli Stati Uniti d'America [30].

La tecnologia consente di ottenere ottimi risultati nel campo della scalabilità e della flessibilità d'impiego. La prima qualità consente di ovviare ai problematiche dovute alla fluttuazioni delle richieste di lavoro grazie alla semplicità e alla velocità con cui è possibile creare nuove postazioni di lavoro. La flessibilità è invece garantita dalla possibilità di accesso alla propria macchina virtualizzata da qualsiasi postazione connessa in remoto coi Server fornitori del servizio.

La difficoltà nell'adozione di questo tipo di virtualizzazione consiste nel forte carattere innovatore che essa adotta: le risorse hardware necessarie al funzionamento delle applicazioni non sono più locate all'interno del PC presente sulla scrivania ma all'interno di Server reputati a tale funzione.

La scelta dell'argomento della tesi è stato dunque motivato dall'interesse per la conoscenza e la comprensione di un argomento il quale appare ben lontano da attrarre l'attenzione di un pubblico formato da classici utilizzatori di PC per scopi personali e non lavorativi. Infatti la Desktop Virtualization interessa esclusivamente il lato *business* dell'*Information Technology* ma presenta un diverse innovazioni, dal mio punto di vista, molto interessanti e che sanciscono la definitiva

separazione dell'informatica dall'ambiente *home* a quello dedicato alla produzione. In particolare, l'analisi del risparmio dei costi in termini di risorse energetiche e monetarie, analizzato in maniera analitica all'interno dell'ultimo paragrafo del II capitolo, ha contribuiti ad attrarre la mia attenzione sull'argomento della tesi.

Il lavoro di ricerca delle fonti da cui attingere per arrivare alla stesura della tesi ha dimostrato la scarsa attenzione riposta in questa tecnologia da parte del settore IT in Italia, infatti le uniche documentazioni disponibili in lingua italiana sono state reperite dai siti internet dei principali *vendors* del settore. D'altro canto è stato possibile rinvenire numerose e varie documentazioni in lingua inglese tra cui *case study*, studi di settore e veri e propri libri. Ciò testimonia la consapevolezza, nell'ambiente informatico globale, della reale efficienza di questo tipo di virtualizzazione testimoniata dai numerosi casi di successo nelle aziende.

L'organizzazione di questo lavoro è stata condotta per garantire una comprensione dell'argomento anche a un lettore che supplisce con la curiosità alla mancanza di nozioni elementari per la comprensione di questo tema. La tesi, infatti, presenta un glossario per i termini tecnici posto all'inizio di ogni capitolo e si avvale, inoltre, di numerose immagini e tabelle che facilitano la comprensione dell'elaborato.

1. CAPITOLO "Overview sulla Virtualizzazione di Sistemi Operativi"

❖ **Glossario**

Per agevolare la comprensione del testo verrà riportato in principio di ogni capito un glossario contenente le definizioni semplificate dei termini presenti nella tesi:

Sistema Operativo ospite *(guest).* Sistema operativo in esecuzione all'interno di una Macchina Virtuale.

Macchina virtuale *(**V**irtual **M**achine - **VM**).* Ambiente d'esecuzione per un sistema operativo ospite. Costituisce una rappresentazione virtualizzata di una macchina fisica che viene eseguita e gestita dall'Hypervisor.

Hypervisor*.* Strato software, eseguito direttamente sull'hardware, responsabile dell'esecuzione di tutte le macchine virtuali. Può implementare varie funzionalità, di base (come lo scheduling dei VMM) e avanzate.

VMM *(**V**irtual **M**achine **M**onitor).* Sinonimo di hypervisor.

Kernel*.* Costituisce il nucleo di un sistema operativo. E' la parte software di un Sistema Operativo, grazie alla quale i vari processi in esecuzione sull'elaboratore possono avere un accesso sicuro e controllato all'hardware sottostante.

CPU *(**C**entral **P**rocessing **U**nit).* Unità di elaborazione adibita a eseguire le istruzioni di un programma presente nella memoria.

CPU Overhead. Con il termine *overhead* si intende tutto il tempo speso dal processore (CPU) per l'esecuzione di istruzioni di "contorno" usate per la gestione del sistema. Es: memorizzazione di backup dei registri.

Hypercall. Processo tramite il quale si richiede l'accesso ai servizi dell'*Hypervisor* da parte del Sistema Operativo ospite.

1.1. Panoramica generale

Con il termine Virtualizzazione si intende la creazione di una versione virtuale di una risorsa normalmente fornita fisicamente. In termini tecnici, la virtualizzazione fornisce la capacità di lanciare applicazioni, Sistemi Operativi, o servizi di sistema in un ambiente logico che può differire completamente dal livello fisico sottostante. E' importante ricordare che la Virtualizzazione differisce dall'emulazione,infatti se la prima riscrive la routine del programma (traducendolo e rendendolo comprensibile per l'hardware su cui lo stesso gira), un emulatore necessita sempre della presenza di software del sistema capace di simulare la presenza di un hardware compatibile.

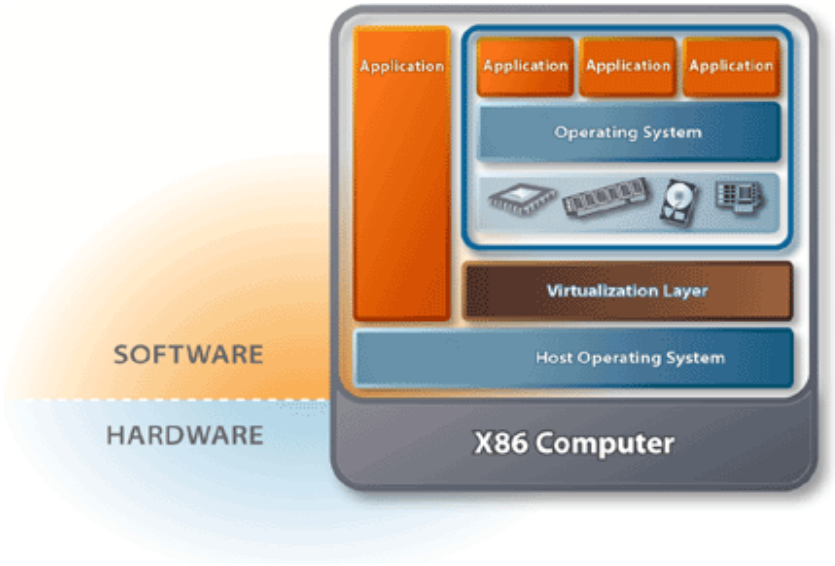
Qualsiasi risorsa hardware o software può essere virtualizzata: Sistemi Operativi, server, memoria, spazio disco, applicativi, reti. Anche la divisione di un disco fisso in partizioni logiche rientra nel campo delle Virtualizzazioni. Tra gli svariati impieghi possibili, il più utilizzato è probabilmente la Virtualizzazione dei Sistemi Operativi. Sarà proprio questo argomento ad essere esaminato in quanto essenziale per l'analisi del Desktop Virtualization.

Facendo un passo indietro si esamina un concetto primario: a livello software è necessario un Sistema Operativo ospitante, chiamato Host, in esecuzione che esegua un software di Virtualizzazione il quale crea ad alto livello le varie "Virtual Machine" (definite in gergo tecnico Guest o VM), ognuna delle quali gira come se fosse un normale programma e che comunica con l'hardware solo indirettamente, tramite il software di controllo che agisce a basso livello (chiamato Hypervisor). Ciascuna Macchina Virtuale può condividere con le altre un insieme comune di risorse hardware, ignorando il fatto che esse possono essere usate contemporaneamente anche dalle altre VM. Il Sistema Operativo in esecuzione all'interno di una Macchina Virtuale vede un insieme di risorse hardware isolato e indipendente dalle componenti fisiche effettive.

Esaminando il lato pratico delle VM, possiamo definirle come un PC all'interno di un PC; tramite tale tecnica è possibile installare un Sistema Operativo all'interno di un altro e ciò dà possibilità di utilizzo di software in un ambiente 'stagne' e controllato, in modo tale da garantire l'isolamento tra i Sistemi Operativi Guest e quello Host , garantendo così un elevato grado di sicurezza.

Proprio per questo motivo la macchina virtuale è stata definita da Popek e Goldberg, due precursori della moderna virtualizzazione, *"un efficiente, duplicato isolato della macchina fisica reale"*[(1)]. Tale tecnica, dunque, viene largamente utilizzata dai sistemi operativi per prevenire bug o l'esecuzione di codice malevolo.

Esistono diversi tipi di Virtualizzazione: Hardware, Desktop, Software, Storage e Network. Ognuna di essa usa tale tecnica con l'obiettivo di centralizzare l'amministrazione e migliorare la scalabilità e l'utilizzazione delle risorse Hardware. Nonostante la finalità ultima della trattazione di questa tesi riguarda la Virtualizzazione lato Desktop, il paragrafo 1.3 analizzerà nel dettaglio le varie tecniche alla base dell'Hardware Virtualization, poiché senza da essa non si può descrivere, in maniera esaustiva, la tecnologia analizzata nella tesi.

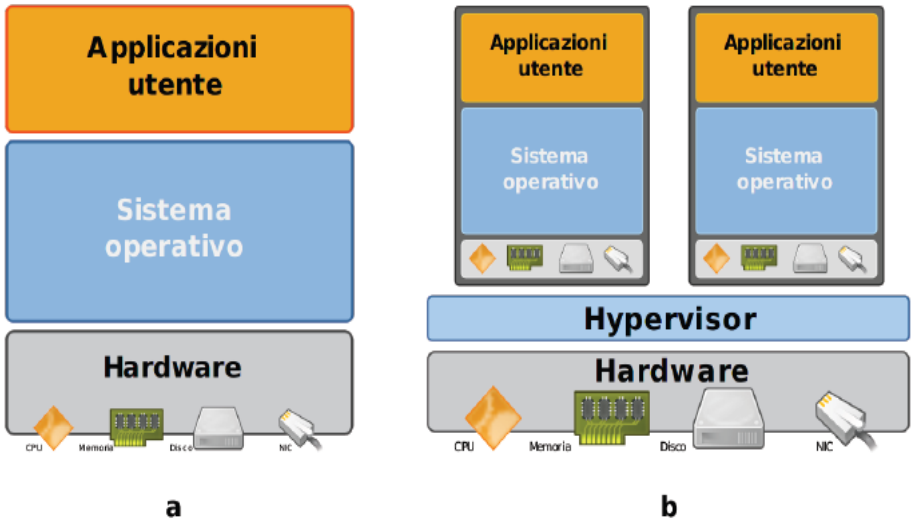


1.1 - Esempio di virtualizzazione di un'architettura X86

(1) Gerald J. Popek and Robert P. Goldberg. "Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures". *Communications of the ACM*. (1974)

2.1. Il Ruolo dell'Hypervisor

Ad un livello inferiore rispetto a una VM (Virtual Machine), svolge un importante lavoro l'Hypervisor, esso rappresenta infatti uno strato specifico all'interno dell'architettura a strati che permette di eseguire più sistemi operativi (ciascuno all'interno di una propria macchina virtuale) in modo concorrente su una stessa macchina fisica, al contempo gestendo la condivisione dinamica delle risorse disponibili. Svolge attività di controllo al di sopra di ogni sistema, permettendone lo sfruttamento anche come monitor e debugger delle attività dei sistemi operativi e delle applicazioni in modo da scoprire eventuali malfunzionamenti e dare la possibilità di intervenire celermente per permettere la loro chiusura. I requisiti richiesti a questo scopo sono quelli di compatibilità, performance e semplicità. Per queste qualità viene anche chiamato Virtual Machine Monitor (VMM).

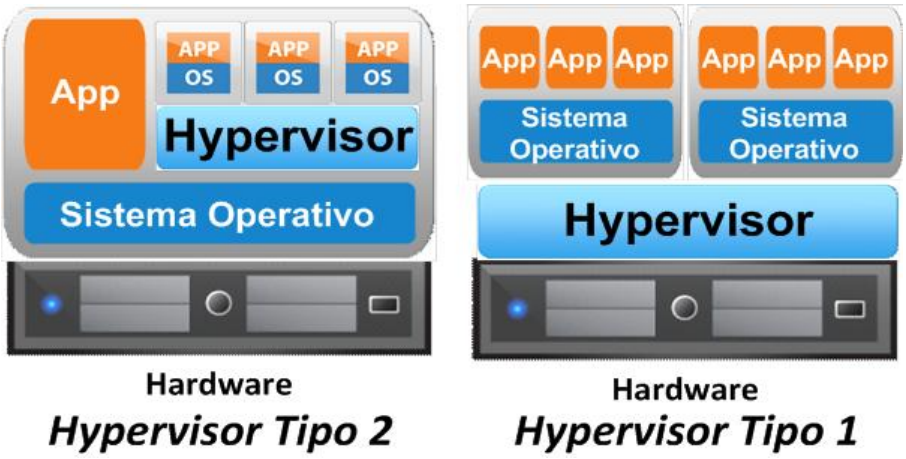


1.2 - Differenza tra un Sistema tradizionale (a) e uno virtualizzato (b)

Rientrano nelle competenze dell'hypervisor l'allocazione delle risorse hardware secondo il principio di necessità, l'isolamento dell'architettura per incombere a problemi relativi a S.O. virtualizzati o a suoi programmi applicativi e, infine l'ottimizzazione del tempo necessario all'avvio virtuale di un S.O. Esistono fondamentalmente due tipi di hypervisor:

- TIPO 1: detti nativi (o *Bare Metal*) (vedi fig. 1.3 a) , vengono eseguiti direttamente utilizzando le risorse hardware della macchina host e non si appoggiano a software sottostante. Soluzione adottata da *Xen* e da *WMware vSphere*;

- TIPO 2: o *hosted* (vedi fig. 1.3), sono applicazioni eseguite sempre sulla macchina host, ma in modo tale che software di virtualizzazione, hypervisor e sistema operativo host, siano eseguiti su tre livelli diversi. Questo tipo di hypervisor è quello implementato fra l'altro dalle soluzioni adottate da: *VMWare Workstation, Microsoft Virtual PC* e *VirtualBox.*

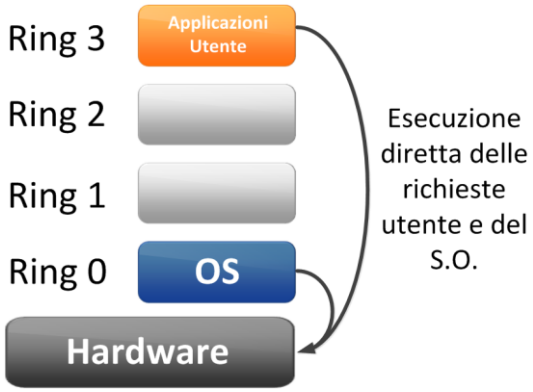


1.3 b - Esempio Hypervisor Tipo 2 o Hosted 1.3 a - Esempio Hypervisor Tipo 1 o Bare Metal

Avendo acceso diretto all'hardware, l'implementazione basata su hypervisor è più efficiente rispetto a quella hosted (che rimane comunque una valida alternativa nel caso le prestazioni non siano l'aspetto preponderante).

3.1. Hardware Virtualization

Prima di analizzare e approfondire il discorso sulle tipologie di Virtualizzazione, bisogna fare un *excursus* su l'architettura dei processori e in particolare IA-32 (a 32 bit), più comunemente conosciuta come x86. La famiglia x86 usa quattro livelli, o anelli, di privilegi per l'esecuzione delle istruzioni in protected-mode (ossia che permette al S.O. di controllo massiccio sulle Application Software) numerati da 0 a 3. Il processore usa tale sistema di livelli per determinare se una tale applicazione può accedere o meno ad un indirizzo di memoria. Il livello 0 è considerato quello con il può alto grado di privilegi, ed ha il controllo totale del processore, mentre il livello 3 è quello con il più basso livello di privilegi. (fig 1.4)



1.4 - Funzionamento dell'architettura x86

I moderni sistemi operativi come Windows, Linux e molte varianti UNIX, sebbene riconoscano tutti e quattro i livello di esecuzione ne utilizzano solo due, il livello 0 e quello 3. Il livello 0 è comunemente chiamato *Supervisor-Mode* ed include il kernel del sistema operativo, mentre il livello 3 chiamato *User-mode* è il livello in cui girano le applicazioni. Se un programma di un user che gira nel livello 3 tenta di accedere alla memoria al di fuori del suo segmento di autorizzazioni, un interrupt hardware ferma l'esecuzione del codice aumentando così i meccanismi di sicurezza del sistema host.

Tale meccanismo porta ad un problema: il Sistema Operativo virtualizzato, all'interno di un'architettura x86, non è più a contatto diretto con l'hardware, alcune istruzioni non possono essere virtualizzate se non sono eseguite al Ring 0. In un primo tempo il quesito sembrava insuperabile ma già nel 1998 la VMWare riuscì a sviluppare una tecnica, chiamata traduzione binaria, che permetteva allo strato di virtualizzazione di girare al Ring 0 e spostava il sistema operativo al Ring successivo.

1.3.1. Vantaggi della Virtualizzazione

Di seguito vengono elencati i principali benefici apportati dalla virtualizzazione. In questa sede e relativamente all'argomento del capitolo, essi verranno analizzati da un punto di vista per lo più pratico.

- ✓ Esecuzione del *software legacy* , la possibilità di utilizzare programmi sviluppati con linguaggi di programmazione non recenti e che non sono sostituibili dati i costi per una nuova implementazione per i sistemi più recenti.

- ✓ Utilizzo simultaneo di più Sistemi Operativi con la possibilità di utilizzo di programmi sviluppati in esclusiva per alcune piattaforme software (esempio di programmi di grafica per Macintosh) o che hanno licenze che vincolano il loro esclusivo utilizzo su una di esse.
- ✓ Possibilità di salvataggio, copia e spostamento di una macchina virtuale su macchine fisiche differenti, anche durante l'esecuzione (migrazione delle macchine virtuali).
- ✓ Isolamento degli errori e accesso a maggiori informazioni di stato per il loro controllo.
- ✓ Minore complessità di amministrazione rispetto a un insieme di macchine.
- ✓ Ambiente semplificato per il debug e il testing dei sistemi operativi e delle applicazioni.

1.3.2. Tipologie

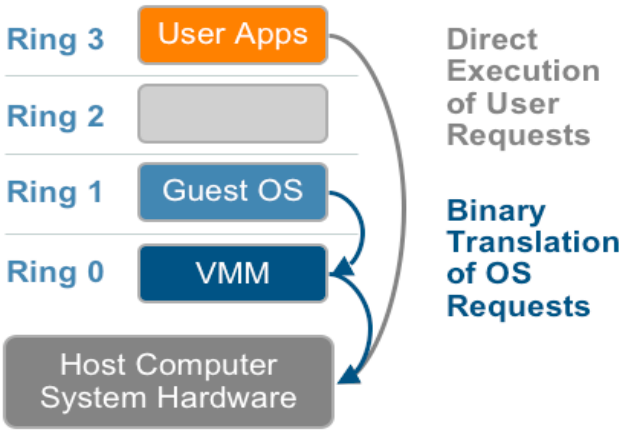
Le principali tecniche per la virtualizzazione della piattaforma x86 sono le seguenti:

- *Full Virtualization;*
- *Paravirtualization;*
- *Hardware-assisted Virtualization.*

➢ **Full Virtualization** (vedi fig. 1.5), detta anche *binary rewriting*, questo approccio molto popolare grazie a VMWare usa il metodo della riscrittura dei binari nel quale viene scansionato il flusso delle istruzioni che provengono dalle macchine virtuali e identificate le istruzioni privilegiate, vengono riscritte per puntare alle loro versioni emulate. Questo approccio non è da considerare tra i più performanti soprattutto se vi è un intenso uso dell I/O e le performace di solito sono tra 80-97% rispetto alla macchina host, con la possibilità di peggiorare ulteriormente se se il flusso contiene molte istruzioni privilegiate.

Le istruzioni che provengono dalle applicazioni vengono direttamente eseguite dal processore. Sia l'uso del *binary rewriting* sia quello della diretta esecuzioni delle istruzioni delle applicazioni fanno in modo che il SO virtualizzato sia completamente astratto e per tale motivo non ha nessuna modifica al proprio kernel.

Questa è la tecnologia utilizzata da importanti software commerciali come VMWare e VirtualBox.



1.5 - L'approccio Full Virtualization sui sistemi x86

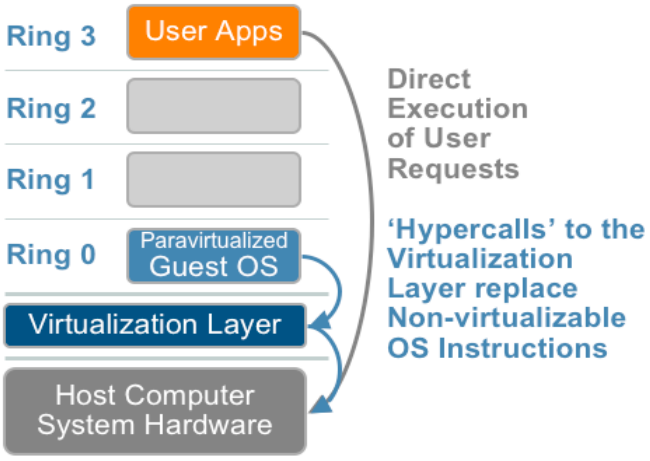
- **Paravirtualization** (vedi fig. 1.6), tramite questa tecnica di virtualizzazione si aggiunge un livello software tra la macchina fisica e le macchine virtuali , in tale livello software vi è l'hypervisor il quale gira nel livello di privilegi 0 (vds. fig. 1.6 "*ring 0*") e che ha il compito di gestire e schedulare le istruzioni che arrivano dai sistemi operativi virtualizzati i quali vengono posti ad un livello più alto rispetto all'hypervisor, al livello 1 (vds. fig. 1.6 "*ring 1-3*").

  Tale tecnica comporta la modifica degli OS kernel per rimpiazzare le istruzioni privilegiate, che non possono essere eseguite direttamente dalla macchina host , con delle *hypercalls* (vds. Glossario).

  L'approccio paravirtualizzato è simile a quello del *binary rewriting*, eccetto il fatto che la riscrittura delle istruzioni privileggiate viene fatta a *compile-time* (quindi direttamente dal S.O. Guest) e non a *run-time* (intercettate dal S.O. Host e riscritte facendole puntare alle loro versioni emulate) come accade nella full virtualization e questo comporta un tempo di overhead quasi nullo.

  Senza l'aiuto dei nuovi processori *Intel VT* e *AMD-V* la portabilità di molti Sistemi Operativi non sarebbe stato possibile in tale approccio.

  Tale tecnica di virtualizzazione è resa popolare grazie al monitor di macchine virtuali *Xen*.

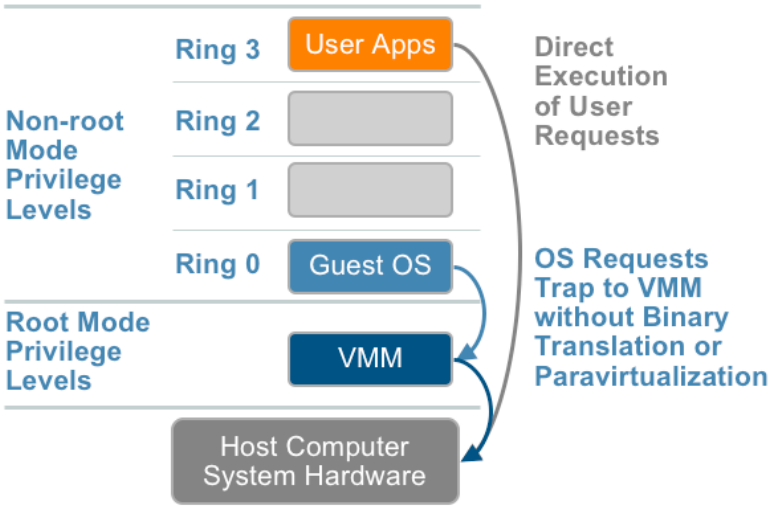


1.6 - Approccio Paravirtualizzato su sistemi x86

- **Hardware-assisted Virtualization** (vedi fig. 1.7), molto simile alla tecnica paravirtualizzata e a quella full virtualization. Tale tecnica usa un hypervisor che gira ad un livello più basso del livello 0 (dove abitualmente è situato nelle altre due tecniche di virtualizzazione) grazie ad una innovazione dei nuovi processori Intel-VT ed AMD-V alias Pacifica i quali introducono un livello -1 nel quale viene aggiunto un modo privilegiato di esecuzione extra delle istruzioni (nella figura Root Mode Privilege Levels) .

  In questo modo i sistemi operativi girano nel livello 0 dove essi si aspettano di stare e tutte le istruzioni che fanno diretto accesso all'hardware vengono intercettate dall'hypervisor, il quale converte le istruzioni e schedula l'accesso all'hardware dei sistemi operativi ospiti.

  Questa tecnologia permette a vari S.O. virtualizzati di essere eseguiti senza alcuna modifica del kernel ed inoltre è considerata la più semplice per ottenere le migliori performance in questo contesto. Di contro vi è un eccessivo utilizzo della CPU che comporta come conseguenza l'*overhead* (vds. il Glossario).



1.7 - Approccio Hardware per la virtualizzazione su sistemi x86

Tabella Riepilogativa delle Tipologia di Virtualizzazione Hardware

Tipo	Descrizione	Vantaggi	Svantaggi
Full Virtualization (binary rewriting)	L'hypervisor fornisce una completa macchina virtuale, identica alla macchina fisica sottostante e permette al SO guest di essere eseguito senza alcuna modifica	Flessibile, non ha bisogno di modifiche di nessun genere al SO guest. Può mandare in esecuzioni SO di diversi produttori	Il SO non sa di essere virtualizzato, per tale motivo vi è dell'*overhead*, soprattutto se vi è un largo uso di I/O
Paravirtualization	L'hypervisor crea una virtual machine molto simile all'hardware sottostante , per cui il kernel dei SO guest devono essere modificati per poter comunicare con l'hypervisor	E' una tecnica che assicura velocità di esecuzioni quasi prossime al SO nativo (0.5%-3.0% di eccesso di richieste in eccesso rispetto a quelle necessarie)	I SO che funzionano nelle macchine virtuali devono essere modificati (impossibilità di utilizzo sistemi Microsoft)
Hardware-Assisted Virtualization	L'hypevisor gira ad un livello -1 e in questo modo può bloccare e gestire tutte le istruzioni di accesso all'hardware fisico e permette ai SO guest di girare senza modifiche	Permette a vari SO di girare senza alcuna modifica al proprio kernel. E' considerato il metodo può semplice per ottenere le migliori performance	Richiede l'esplicito supporto nella CPU host. Usando SO senza alcuna modifica comporta un largo uso di problemi legati all'accesso in memoria e quindi *cpu overheads* (vds. Glossario)

2. CAPITOLO "Studio della tecnologia VDI"

❖ Glossario

Desktop Virtualization. Architettura nella quale ogni postazione Desktop, comprendente sia il Sistema Operativo che i programmi, gira su separate Virtual Machine elaborate dall'Hypervisor e poste su Server all'interno di una rete che può essere interna o esterna (es. *Cloud*).

VDI *(**V**irtual **D**esktop **I**nfrastructure).* Termine coniato dalla WMware inc., indica l'utilizzo, all'interno di un'infrastruttura, di un Sistema Operativo virtualizzato su di una Virtual Machine in esecuzione in hosting su uno o più Server in maniera centralizzata o remota.

Thin client. Macchina client che permette l'interazione con il S.O. virtualizzato su apposito Server. Contiene componenti Hardware riconosciuti da tutti gli Hypervisor ed ha costi più contenuti rispetto a un *Personal Computer* in quanto ha una piccola o nessuna applicazione logica, poiché l'elaborazione dei dati viene delegata al Server centrale.

Workload. Ammontare di processi che vengono affidati per l'elaborazione a un processore in un determinato intervallo di tempo.

Downtime. Indica il tempo in cui un sistema fallisce nel fornire o effettuare le sue funzioni primarie. Può essere il risultato di *software bug,* errori umani, di periferiche hardware o di trasmissione di dati in una rete.

Clustered file system. E' un *file system* che può essere collegato contemporaneamente a più Server. Permette perciò a una VDI di continuare ad operare anche in caso vi sia un *downtime* a uno dei Server.

NAS *(**N**etwork **A**ttached **S**torage).* E' un dispositivo reputato a condividere in una rete un'area di storage. Esso consente di centralizzare l'immagazzinamento dei dati in un solo device accessibile a tutti i nodi della rete.

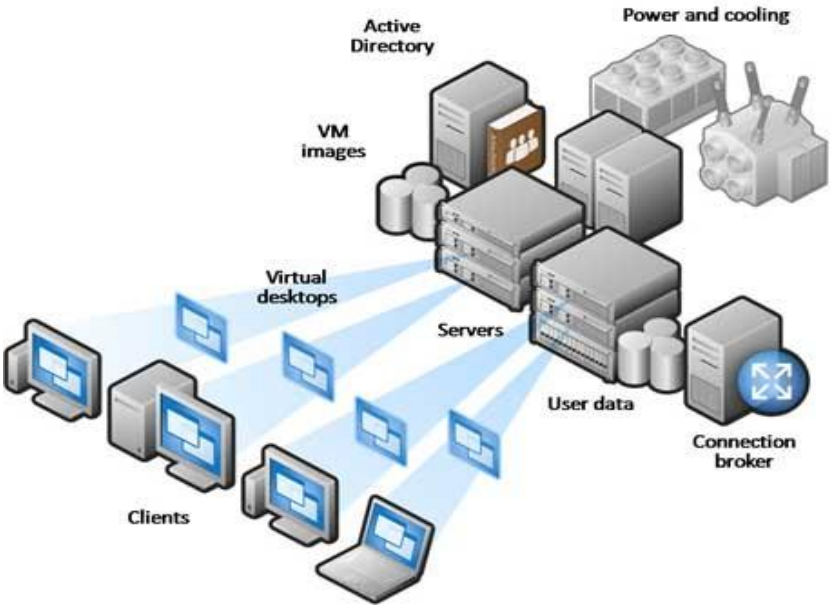
2.1. Analisi della Virtual Desktop Infrastructure

La Virtualizzazione dei Desktop è spesso indicata con l'acronimo VDI (Virtual Desktop Infrastructure) in quanto con quest'ultimo termine rende meglio l'idea di una vera e propria infrastruttura costituita da più Server in grado di permettere l'esecuzione di diversi Sistemi Operativi Host. Ognuno di essi è ospitato da una Virtual Machine che riceve *input* da postazioni Desktop o *thin client* (vds. Glossario) collegati agli stessi tramite un cavo di rete o semplicemente una *WLAN* (*Wireless Local Area Network)*.

Lo scopo della VDI è quello di eliminare fisicamente i PC sulle scrivanie degli utenti, per fare ciò si rende necessario virtualizzarli e affidare a meno ingombranti *thin client* la funzione di lettura di *usb drive* o di *DVD* tramite porte seriali integrate o lettori ottici. L'utilità di fare ciò risiede nel fatto che è possibile operare con il proprio Sistema Operativo, personalizzato sia per quanto concerne il lato dei programmi che dello *storage*, da qualsiasi postazione dell'azienda o consentendo una completa mobilità utilizzando il *laptop* come Thin client per l'accesso all'interfaccia grafica del proprio SO. Inoltre il classico PC situato sulle scrivanie degli uffici è, da sempre, un oggetto che ha bisogno di frequente assistenza e questo è fonte di disagi per un'azienda sia in termini di costi che di tempo. Esso, viste la velocità di evoluzione delle moderne tecnologie, ha una vita operativa discretamente breve a causa della velocità con cui lo si può considerare obsoleto. Il suo costo d'acquisto non è l'unica spesa da considerare: il costo totale, che comprende sia costi di esercizio che quelli di manutenzione, sarà difficilmente quantificabile in maniera preventiva.

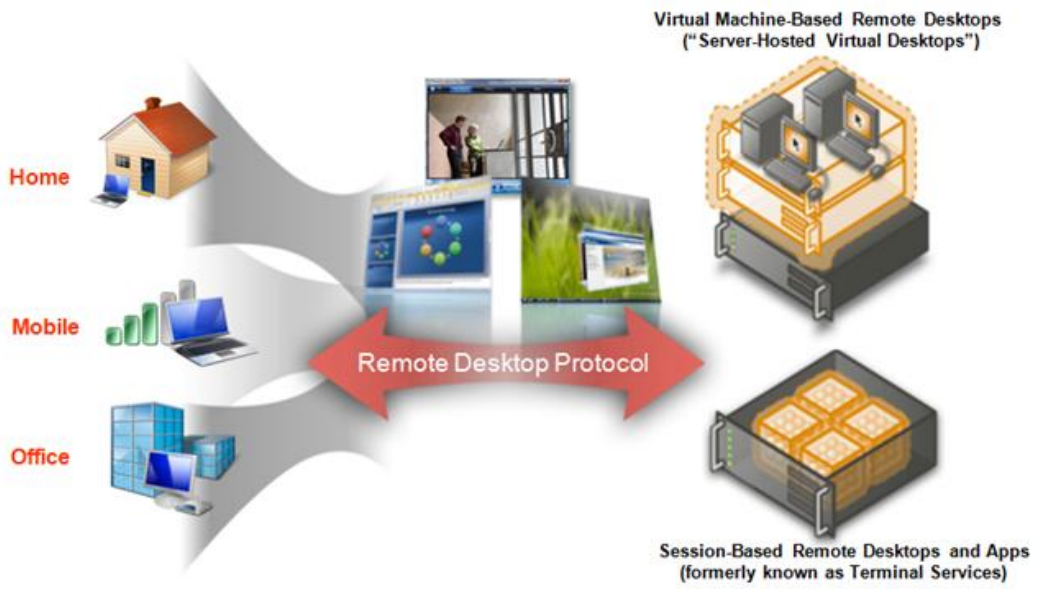
Tutti questi fattori hanno portato le grandi industrie *hardware* e *software* a lavorare allo sviluppo di macchine e programmi utili a rendere più produttiva ed economica l'attività delle aziende, siano esse di grande o di medio-piccole dimensioni. La tecnologia VDI richiede l'utilizzo di Server ad alta efficienza, per lo più dotati di memorie ad accesso sequenziale alquanto capienti e processori ad alta potenza di calcolo: sono queste qualità, infatti, a caratterizzare la possibilità di incremento del numero delle Virtual Machine gestibili dall'Hypervisor. La quantità di VM implementabili dipende soprattutto dal tipo di applicazioni che devono essere eseguite all'interno del S.O. virtualizzato, se si utilizzano infatti programmi ad alto utilizzo di memoria Ram, come quelli di foto e multimedia editing, non sarà possibile l'impiego in hosting di molte Virtual Machine. Tuttavia un moderno Server riesce in ogni caso a gestire più di una decina di Sistemi Operativi tra loro concorrenti. L'attività di gestione e supervisione delle VDI, fornita da appositi *software* sviluppati dalle diverse

aziende concorrenti nel settore, permette di evitare un collasso dell'infrastruttura informatizzata provocato da una richiesta massiccia di risorse da parte di più Virtual Machine così come può avvenire nel caso di *boot storm*, ossia l'avvio simultaneo di più macchine che di norma avviene durante l'inizio dell'orario lavorativo.



2.1 – Esempio di un'infrastruttura VDI

La tecnologia richiede un'architettura di supporto adeguata affinché essa possa garantire un adeguato livello di storage. L'*hard disk* della postazione desktop viene sostituito nella sua funzione da dispositivi NAS (vds. Glossario) che consentono, tramite il loro collegamento ai Server, grande capacità di immagazzinamento di dati oltre a una velocità di trasferimento che non crea un cosiddetto "collo di bottiglia", ossia un fenomeno che limita le prestazioni di un sistema a causa di un rallentamento provocato da uno dei componenti del sistema stesso.
La comunicazione tra Server e Client avviene tramite protocolli di comunicazioni sviluppati *ad hoc,* essi devono consentire il veloce trasferimento di dati sia per la visualizzazione del video che per l'accesso alle periferiche interagenti con le Virtual Machine. Attualmente il protocollo più utilizzato si chiama RDP (Remote Desktop Protocol), sviluppato dalla Microsoft. Esso ha però dimostrato di essere vulnerabile dato che potrebbe consentire, tramite appositi software di analisi del flusso di dati in un network, l'accesso delle informazioni scambiate, a scapito della sicurezza. Per risolvere l'inconveniente è stato implementata nelle ultime versioni una funzione che permette all'amministratore di sistema di criptare i dati e renderli, in questa maniera, indecifrabili.



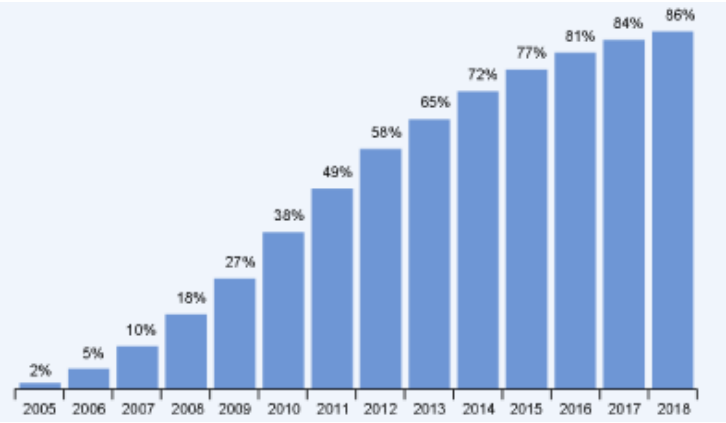
2.2 – Funzionamento del protocollo RDP (Remote Desktop Protocol)

2.2. Storia e stato dell'arte

La Virtualizzazione è una tecnologia sviluppata dall'IBM e pone le sue basi negli anni 60', essa infatti venne utilizzata per ovviare agli ingenti costi di acquisto degli allora ingombranti *Computer*. Quest'ultima puntò all'utilizzo simultaneo di più applicazioni e processi in modo da smorzare sia i costi che le tempistiche per l'esecuzioni di istruzioni. Con l'arrivo tra la fine degli anni 80' e l'inizio degli anni 90' del processore con architettura x86 permise di abbattere i costi per la costruzione sia di Personal Computer che di Server, ciò comportò la messa in ombra della Virtualizzazione.

Nel 1999 venne sviluppato, da parte di VMWare, un software capace di virtualizzare un S.O. ma con risultati tutt'altro che efficienti e convincenti. Passarono alcuni anni prima che la stessa azienda con sede in California elaborasse un *software* in grado di permettere a un Server l'esecuzione di diverse VM senza l'ausilio di un SO Host, correva l'anno 2001 e il programma fu chiamato VMware ESX Server e permise l'esecuzione di diversi Sistemi Operativi Microsoft Windows XP. Bisognò aspettare, però, fino al 2006 per coniare il termine VDI nato proprio da un convegno in cui si discusse della *virtualization technology* e presieduto dalle aziende concorrenti nel settore tra cui anche la neonata Citrix Systems. Il 2008 fu, però, l'anno in cui si ebbe un intenso sviluppo del VDI, all'azienda VMware e al suo prodotto si profilarono due rivali: la già citata Citrix Systems, che presentò i servizi XenApp e XenDesktop, e la Microsoft che mise sul mercato la tecnologia Hyper-V, implementata per l'utilizzo su Windows Server 2008.

Dagli studi di settore della Gartner, azienda che monitorizza l'adozione di nuove tecniche informatiche, si evidenzia che già in quest'anno il 18% dei server utilizzò la virtualizzazione (vds. fig. 2.2). La competizione tra queste imprese e l'affermarsi nei vertici d'azienda dell'effettiva utilità della tecnologia portava, secondo i dati prima citati, a un aumento esponenziale della domanda per l'implementazione di un'infrastruttura virtualizzata di anno in anno dal 2008 sino al 2012, da questa analisi si evince che sempre più aziende chiedono di poter costituire un'infrastruttura consapevoli dei vantaggi sia in termini di economicità che di efficienza. Le previsioni future sono incoraggianti, nel 2012, dopo aver superato con successo più della metà dei *workloads* (vds. Glossario) elaborati tramite VM basati su architettura x86, la crescita rallenterà. Tuttavia già nel 2016 i carichi di lavoro saranno gestiti da Virtual Machine per l'ammontare dell' 80% dell'intero comparto informatico. Secondo questi risultati nel prossimo futuro si procederà verso una saturazione del mercato da parte delle VDI che porterà a rivoluzionare il nostro modo di vedere il modo di concepire un'impresa dal punto di vista organizzativo e telematico. Si procederà in questa direzione anche grazie all'influenza della tecnologia complementare del *cloud computing,* ossia di una serie di servizi che consentono all'utente generico di memorizzare dati o elaborarli grazie alle risorse messe a disposizione da un *provider*. In questo caso la virtualizzazione ha sede nei server del fornitore dei servizi i non nei server di un'azienda come nel VDI.

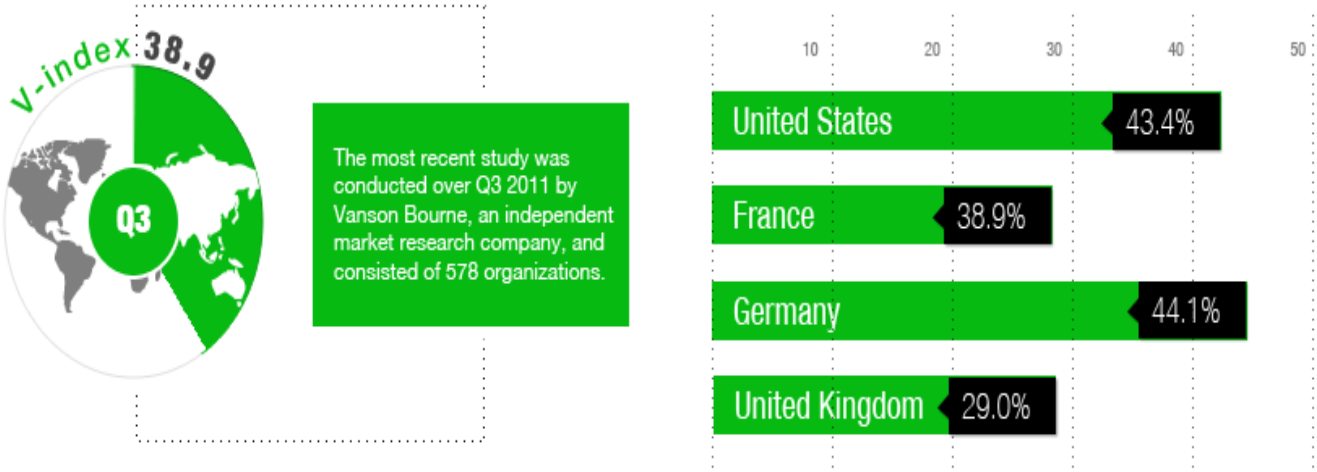


2.3 – Percentuale di architetture x86 che lavorano con VM (Fonte gartner.com)

Sono disponibili altri dati relativi al diffondersi della virtualizzazione nelle aziende, essi si basano sul documento "Virtualization Data Protection Report"[(2)] prodotto ed elaborato dalla Veeam

[(2)] Documento prodotto dalla Veeam, azienda leader nella protezione e nella gestione dei sistemi virtualizzati, nel mese di settembre del 2011 e disponibile pubblicamente all'indirizzo http://www.v-index.com/;

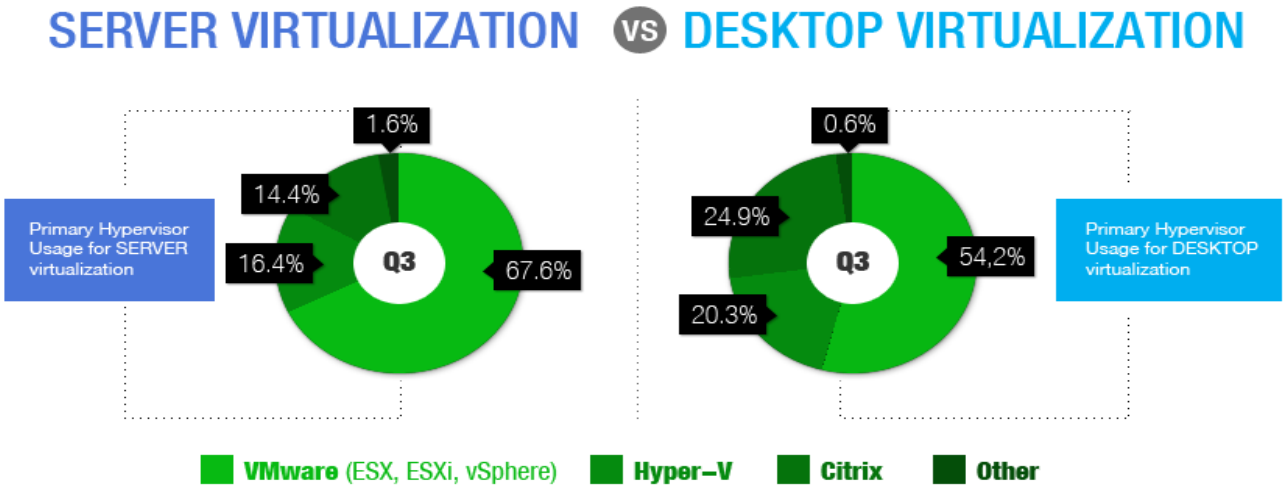
Software nel 2011. Questo rapporto mette in evidenza dei dati meno ottimistici rispetto agli omologhi della Gartner e afferma nel dettaglio che nel Settembre 2011 il livello di diffusione della virtualizzazione all'interno delle imprese su larga scala è del 38.9 %, con picchi del 44.1 % e del 43.1% rispettivamente in Germania e negli Stati Uniti. (vds. fig. 2.3)



2.4 – Diffusione della Virtualizzazione sui Server delle imprese nel mondo nel Sett. 2011 (Fonte v-index.com)

Si evincono altri dati dal documento prodotto nel 2011, le percentuali evidenziano la distribuzione delle fette di mercato tra le aziende produttrici di software in grado di permettere la creazione di VM su server dedicati, consentendo dunque di creare sessioni desktop virtualizzate. Sia per quanto riguarda la Desktop Virtualization che quella lato Server, il ruolo egemone spetta a WMware a cui è destinata più della metà dell'intera quota di mercato. La sua egemonia è duvuta al fatto che questa ditta di software è presente da più tempo sul mercato, godendo perciò di maggiore rilevanza, e per gli accordi preferenziali che la stessa ha saputo intrattenere con aziende produttrici di server come l'IBM e la CISCO. Sono quindi le scelte di marketing a incidere e non una vera e propria superiorità tecnica.

E' altresì interessante constatare che non esistono imprese in grado di competere con le tre "grandi" del settore, infatti nella Virtualizzazione dei Desktop le società minori occupano solo lo 0.6% del mercato.



2.5 – Percentuali di diffusione delle Piattaforme di Virtualizzazione

Nel mercato odierno è importante sottolineare che esiste un sottoinsieme della Desktop Virtualization che permette l'esecuzione di applicazioni senza che esse siano state propriamente installate sui normali PC gestiti all'utente, i programmi sono eseguiti sfruttando le risorse hardware presenti sui Server della rete. Ciò rende possibile l'aumento della longevità della postazione desktop, in quanto essa viene sfruttata soltanto per contenere dati o fare operazioni che richiedono poche risorse dal punto di vista computazionale. Si riducono in questa maniera i costi di rinnovamento del parco computer ed inoltre si elimina il problema di dover ricorrere all'installazione del software su ogni macchina, favorendo così l'aggiornamento dell'applicazione in maniera immediata. I prodotti sviluppati in questo campo permettono l'esecuzione delle applicazioni anche su semplici *thin client* e in aggiunta permettono il salvataggio delle impostazioni private tramiti appositi file registro che consentono all'utente una totale personalizzazione, così come avviene per il software realmente installato sulla macchina.

La Desktop Virtualization in Italia è una realtà grazie anche al contributo portato da Telecom Italia la quale ha reso disponibile il servizio "Nuvola IT", essa consente all'impresa di fare uso della tecnologia VDI senza possedere Server propri ma utilizzando quelli situati presso i Data Center di Telecom Italia. Ciò consente di ottenere una totale mobilità in quanto da qualsiasi postazione connessa alla rete internet a banda larga è possibile accedere al proprio Sistema Operativo virtualizzato e ai documenti e le applicazioni che su esso sono presenti. Con questo servizio offerto dall'azienda di telecomunicazioni si giunge quasi a una fusione tra la virtualizzazione della postazione di lavoro e il servizio *cloud* che permette un salvataggio sicuro dei dati grazie al *backup*

degli stessi. In particolare sono previste tre tipologie di prestazioni: Il *Desktop Personale Persistente* dove l'immagine di ogni postazione è personalizzabile totalmente dall'utente, il *Desktop Personale Non Persistente* dove l'immagine è standardizzata e solo alcune caratteristiche sono modificabili in maniera durevole dall'utente, il *Desktop Non Personale Non Persistente* dove i desktop virtuali hanno caratteristiche comuni a tutti ed inoltre no permettono il salvataggio delle eventuali modifiche fatte sulle impostazioni della sessione corrente.

2.3. Vantaggi e svantaggi

Il processo di continua espansione della tecnologia all'interno dell'*Information Technology* non avrebbe raggiungo i livelli analizzati nel paragrafo precedente se non fosse supportato da un'ampia schiera di vantaggi che non sono meramente economici. Grande importanza viene rivestita delle dimensioni dell'impresa che si orienta su questo tipo di scelta e da come avvia il processo di trasformazione. Se, infatti, essa ha un numero di dipendenti superiore alla centinaia di unità, allora l'azienda avrà vantaggi economici anche nel breve periodo. Questa appare la soluzione ideale per l'operatore che necessita di raggiungere il proprio sistema operativo virtualizzato da una qualsiasi postazione disponibile, è il caso, ad esempio, dei *call center*. Inoltre, come già accennato in precedenza, un'infrastruttura VDI, per portare benefici **reali** all'azienda, deve essere implementata in modo corretto. Sono frequenti i casi di insoddisfazione degli utenti a causa di implementazioni avvenute con scarsa celerità e che avvengono con tempi diversi, dilungando eccessivamente il tempo di transizione. Queste problematiche richiedono perciò un cospicuo investimento iniziale necessario per l'adattamento della rete alla grande mole di dati che da essa transiterà e per l'acquisto di server efficienti, nonché di *thin client* per la gestione delle Virtual Machine.

Dal punto di vista economico, oltre allo sforzo iniziale, si individuano essenzialmente i seguenti vantaggi:

- ✓ Riduzione dei costi di gestione e di manutenzione grazie a software addetti al controllo e all'eventuale riparazione degli errori riscontrati sulle macchine virtuali.
- ✓ Diminuzione delle spese derivanti dall'aggiornamento degli apparati informatici per l'essenza stessa della VDI, ossia la gestione dei processi a livello Server e non di singola postazione.
- ✓ Limitazione dei consumi energetici grazie all'utilizzo di *thin client* e di Server a basso consumo.

- ✓ Abbattimento dei costi per l'acquisto di licenze software, infatti le aziende produttrici adottano sconti in caso di acquisto di *VDI License.*

Per quanto riguarda il risparmio energetico è interessante illustrare i dati prodotti da un'azienda specializzata nel settore IT, ossia la Atos Origin.

Classic desktop situation		
1.000 desktops	150 Watt	150 kWatt
cooling factor	1,25 dissipation	187,5 kWatt
Sub Total		337,5 kWatt
Equipment use	2000 hour/y	675000 kwh/y
Total use		675000 kwh/y

2.6 – Consumo energetico in kwh all'anno di un'infrastruttura composta da 1000 Desktop PC

Example of virtual sesktop situation		
local power use		
1.000 thin clients	8 Watt	8 kWatt
cooling factor	1,25 dissipation	10 kWatt
Sub Total		18 kWatt
Equipment use	2000 hour/y	36000 kwh/y
Central power use		
Servers & storage	750 Watt	12 kWatt
cooling factor	1,25 dissipation	15 kWatt
Sub Total		27 kWatt
Equipment use	4000 hour/y	108000 kwh/y
Total		144000 kwh/y

2.7 – Consumo energetico in kwh all'anno di una VDI con 1000 postazioni disponibili (thin client)

Dall'analisi due tabelle, emerge una consistente differenza a livello di consumi energetici tra un'impresa strutturata sulle comuni postazioni fisse e un'omologa che ha adottato la tecnologia VDI. Il coefficiente di riduzione su un campione di 1000 computer risulta essere dello 0.79, ossia il consumo si riduce del 21 % grazie all'utilizzo di *thin client* a basso dispendio di energia elettrica. E' interessante considerare che la maggior parte dei Watt necessari al funzionamento di un'Infrastruttura Desktop sono destinati ad alimentare e raffreddare i Server, sono questi infatti

che, per natura stessa della tecnologia, svolgono il carico di lavoro più impegnativo a livello di risorse e quindi energetico.

Dal punto di vista della gestione la Desktop Virtualization risulta essere molto efficace in quanto permette la gestione dell'intera infrastruttura con appositi software che comunicano con l'Hypervisor per fornire un'analisi completa delle risorse utilizzate dalle Virtual Machine. Questi programmi di management permettono, inoltre, di ridurre il *downtime* (vds. Glossario) dei client desktop fornendo un'immagine della macchina virtualizzata precedente all'insorgere dei problemi che hanno causato il crollo della stessa. La manutenzione ordinaria dovuta a problematiche prodotte dall'utente è facilmente gestibile in remoto dall'amministratore di sistema permettendo una contrazione dei tempi di riparazione. Inoltre il salvataggio su sistemi NAS (vds. Glossario) permette un recupero totale dei dati in ogni eventualità grazie alle funzioni di *backup* dei sistemi stessi.

Per ciò che concerne l'aspetto della sicurezza di una VDI, essa è bisognevole di un'adeguata gestione. La possibilità di accedere alla propria macchina virtuale, e quindi ai file personali, da qualsiasi computer connesso alla rete dell'infrastruttura potrebbe creare non pochi inconvenienti qualora qualcuno venisse a conoscenza della password di accesso dell'utente. E' per prevenire tali accessi indesiderati che alcuni *thin client* sono dotati di lettori di *smart card* per consentire un accesso sicuro.

Un altro fattore che incide positivamente sulla diffusione della tecnologia è la scalabilità. L'utilizzo di macchine virtuali implementate tramite hypervisor su dei Server permette infatti di aumentare o diminuire le postazioni virtualizzabili in funzione della necessità e della disponibilità. Dunque se l'azienda ha bisogno di incrementare o decrementare il numero dei sui dipendenti può farlo semplicemente con l'impiego di nuovi Server o con la dismissione degli stessi.

Tra gli svantaggi della tecnologia troviamo la necessità di avere una rete sempre attiva affinché ogni utente possa lavorare con la sua postazione. E, perciò, in caso di *downtime* del *network* si verificherebbe una fase di stallo difficilmente risolvibile in tempi brevi. Questa eventualità può essere risolta con l'utilizzo di *clustered file system* (vds. Glossario). Un altro handicap della virtualizzazione desktop è quello del difficile reperimento dei driver necessari all'utilizzo di stampanti e altre periferiche. Quest'ultime richiedono infatti driver appositi che spesso non sono forniti al momento dell'acquisto del prodotto.

L'esecuzione di file multimediali è stato un problema molto diffuso in precedenza sui Sistemi Operativi virtualizzati, questa particolare operazione richiede una scambio di dati intenso tra

Server e Client e ne consegue che vi erano, e per alcuni versi vi sono ancora, difficoltà dovute al rallentamento nell'esecuzione di video. Attualmente le ultime versioni dei software di gestione delle VM hanno ridotto sensibilmente l'effetto latenza grazie a migliorie nel campo dei protocolli di trasmissione dati.

In conclusione si può terminare il capitolo affermando che la tecnologia di virtualizzazione risulta essere un buon antidoto alla carenza di budget , alla scarsità di risorse IT e al bisogno di ottenere una buon livello di sicurezza. Utilizzando thin client, al contrario dei classici PC da tavolo, le aziende possono garantire all'utente le stesse essenziali ottenute in precedenza, con un notevole risparmio economico in termini di manutenzione e generici costi di supporto. Al contempo si facilita la flessibilità di lavoro e la facile gestione di qualsiasi macchina virtualizzata; quest'ultime, infatti, possono essere utilizzate e amministrate da qualsiasi postazione nella rete.

3. CAPITOLO "Piattaforme a supporto della Desktop Virtualization"

❖ Glossario

Provisioning. Processo tramite il quale, all'interno di una macchina, si gestisce l'implementazione di nuovi servizi agli utenti. In particolare, all'interno di un'infrastruttura formata da più Server, essa garantisce l'attribuzione di determinate risorse in termini di sistema, dati e programmi al fine di garantire le operazioni all'interno del *network*

Allocazione dinamica della memoria. Attribuzione di una quantità di memoria necessaria per la corretta esecuzione di un programma. Essa permette la gestione ottimale delle risorse in termini di memoria fisica.

***API** (**A**pplication **P**rogramming **I**nterface).* Insieme di procedure standardizzate che agevolano il lavoro del programmatore in quanto permettono l'utilizzo di codice già scritto in precedenza e pronto per essere adattato alle esigenze contingenti.

***GNU license** (**GNU G**eneral **P**ublic **L**icense).* Tipologia di licenza che caratterizza il software libero. Essa permette libertà di utilizzo, copia, modifica e distribuzione dei programmi purché resti disponibile la sorgente nativa dello stesso.

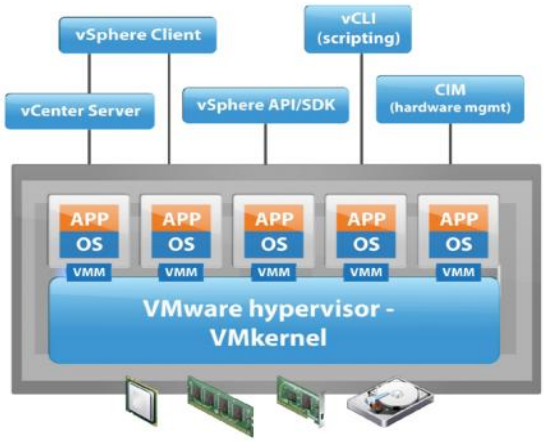
Hub. Dispositivo di rete che svolge il ruolo di smistatore dei pacchetti di comunicazione inviati all'interno della rete, organizzata prevalentemente con la tecnologia a stella.

Pool. Insieme di risorse fisiche utilizzate in parallelo per svolgere un'attività informatica comune. Comprende di solito più Server collegati tra loro da un *network*.

3.1. VmWare vSphere

VMWare vSphere è il nome della suite di programmi e funzionalità fornite da VMWare per la virtualizzazione di un'infrastruttura. Tra i prodotti e le funzionalità presenti nell'ultima versione (vSphere 5.0) troviamo essenzialmente le seguenti componenti:

- **Architettura hypervisor VMware ESXi**: un nuovo tipo di tecnologia che sostituisce l'ESX e garantisce prestazioni più elevate e simili a quelle di una normale postazione Desktop PC;
- **VMware vCenter Server per Essentials**: consente la gestione centralizzata e il monitoraggio delle prestazioni di tutte le macchine virtuali e degli host vSphere con la conversione integrata da macchina fisica a virtuale (P2V) e il provisioning rapido (vds. Glossario);
- **vSphere Virtual Symmetric Multiprocessing (SMP)**: abilita l'impiego di macchine virtuali dotate di quattro CPU virtuali sviluppate a partire da ogni Core presente sul processore del Server, essa supporta la virtualizzazione di 120 CPU e di 2 TB di RAM;
- **vSphere vStorage Virtual Machine File System (VMFS)**: è un *file system* ad hoc che permette alle macchine virtuali di accedere ai dispositivi di storage condivisi (*Fibre Channel*, *iSCSI*, ecc.) e funge da tecnologia abilitante per altri componenti di vSphere come Storage vMotion;
- **vSphere vStorage Thin Provisioning**: garantisce l'allocazione dinamica (vds. Glossario) della capacità di *storage* condivisa e permette di contenere i costi per l'acquisto periferiche di archiviazione dati;
- **vSphere vStorage API**: forniscono l'integrazione con alcune soluzioni di protezione dei dati fornite da terze parti.



3.1 – Archittettura del prodotto WMware vSphere 5.0

L'Hypervisor utilizzato da VSphere è del primo tipo, detto anche *Bare Metal* (vds. I Capitolo, II Paragrafo), ed è chiamato ESXi per distinguerlo dalla sua versione precendente, denominata ESX. ESXi, a differenza della *release* precendente, non dispone di Service Console. La Service Console non è altro che una console basata su Linux, la quale fornisce un insieme di comandi (ridotti rispetto ad una normale shell Linux dal momento che include solo i comandi strettamente necessari) per interagire con il *vmkernel*. Quest'ultimo non è altro che un *kernel* ridotto alle funzioni essenziali ed è usato per gestire in maniera sicura e controllato l'accesso alle risorse utilizzate da un programma eseguito su una Virtual Machine. L'Hypervisor ESXi è molto leggero (solo 70 MB di dimensioni) e più sicuro rispetto ad ESX, nell'ultima *release* si sono infatti risolte le vulnerabilità che affliggevano la vecchia versione della console.

	ESX 1	ESX 2	VMware Inf. 3	VMware vSphere4	VMware vSphere 5
CPU (VCPUs)	1	2	4	8	32
Memory (GB per VM)	2	3.6	64	256	1,000
Network (Gb/s)	<.5	.9	9	30	>36
IOPS	<5,000	7,000	100,000	300,000	1,000,000

4x

IOPS = operazioni I/O al secondo

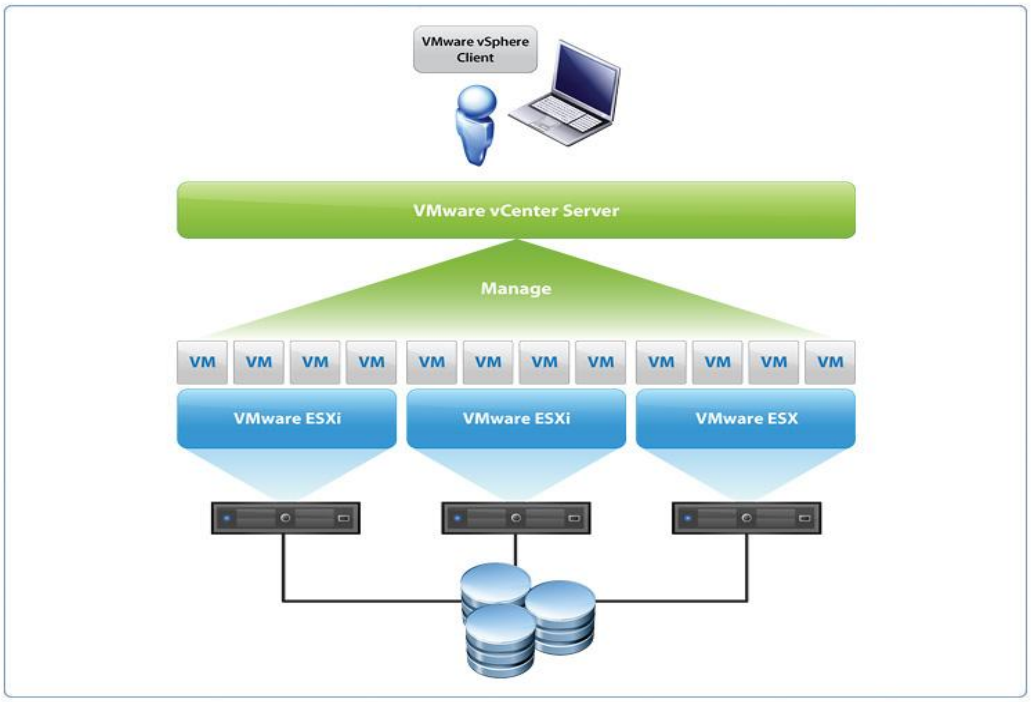
3.2 – Evoluzione dell'Hypervisor ESX in base alle capacità di virtualizzazione

L'hypervisor a sua volta è suddiviso in due componenti: *Virtual Machine Monitor* e *vmkernel*. Ogni Macchina Virtuale viene gestita da un *Virtual Machine Monitor* separato (vds. figura 3.1), situato all'interno dell'hypervisor, che ne soddisfa le richieste di CPU, memoria e I/O. Su un host ESXi è possibile accedere attraverso diverse interfacce:

- vSphere Client connesso direttamente all'host o al VCenter Server
- vSphere Command-Line Interface vCLI
- vSphere API/SDK
- Common Information Model (CIM)

ESXi ha il pieno supporto per le architetture dei processori Intel, Xeon e superiori, o AMD Opteron. L'Hypervisor della VWware comprende un VMkernel a 64 bit e con il quale è possibile eseguire sistemi operativi virtualizzati sia a 32 bit che 64 bit .

Tra le altre importanti caratteristiche di vSphere 5.0 è importante citare il pieno supporto a periferiche USB 3.0 nonché quello al nuovo Sistema Operativo Mac OS X Server 10.6, nuova soluzione prodotta dalla Machintosh per la creazione di Virtual Machine operanti con un sistema operativo Mac a prezzi di *licensing* contenuti.
Nel campo della gestione delle Virtual Machine vi è l'applicativo vCenter, con il quale è possibile gestire in maniera centralizzata tanti aspetti relativi all'infrastruttura VMWare. (vds. figura 3.3)



3.3 – Struttura dell'applicativo vCenter incluso nella suite di vSphere

Le funzioni di vCenter sono molteplici, esso consente di:

- Monitorare attraverso grafici l'utilizzo delle risorse (come CPU, disco,memoria) delle varie macchine virtuali e dei server ESXi;
- Pianificare operazioni in determinati momenti della giornata;
- Allertare gli amministratori in caso si verifichino situazioni anomale che si vogliono gestire.

- Aggiungere altre Macchine Virtuali in maniera speditiva a quelle già esistenti, specificando il *template* da utilizzare, ossia la struttura standard che si intende dare al Sistema Operativo da virtualizzare e quali programmi eseguire durante la sua esecuzione.

Per quanto riguarda la compatibilità con i Server in commercio, vSphere supporta tutte le componenti di ultima generazione e non è necessario installare alcun driver poiché essi sono incorporati nel sistema stesso.

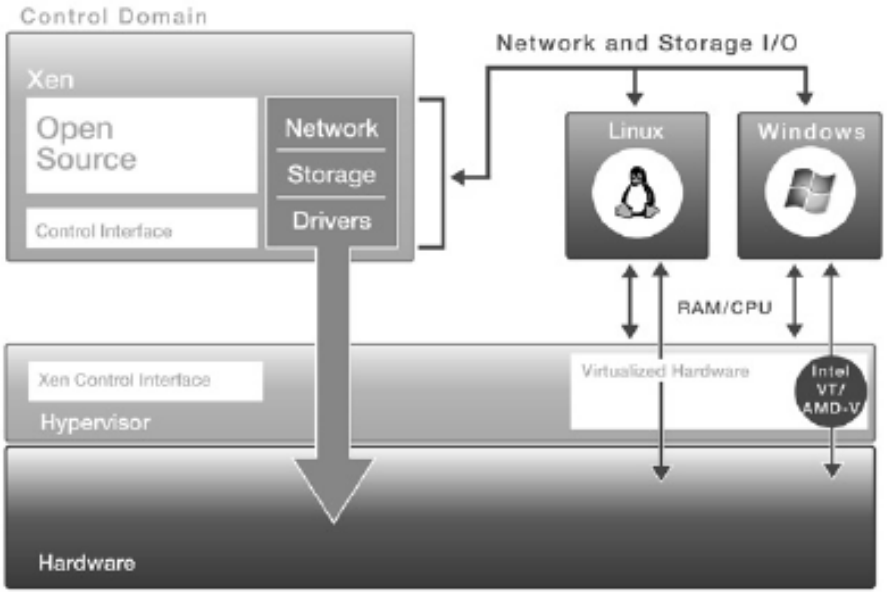
3.2. Citrix XenServer

Nell'ambito delle VDI il prodotto offerto dalla Citrix si chiama XenServer e sfrutta l'Hypervisor Xen. Fa parte anch'esso del tipo 1 o *bare metal* e perciò permette la sua installazione direttamente sul Server senza richiedere la presenza di un Sistema Operativo *host*. Tra le sue caratteristiche troviamo la relativa pesantezza rispetto alla mole di dati che richiede, circa 1,8 GB, e la sua derivazione da un Sistema Operativo *Open Source* come Linux. Esso infatti è stato sviluppato in principio nei laboratori dell'Università di Cambridge e da allora ha conservato il suo carattere "libero" in quanto è attualmente sviluppato sotto *GNU license* (vds. Glossario). XenServer presenta quattro tipologie di prodotto:

- **Free Edition**: versione gratuita che permette il completo utilizzo dell'Hypervisor Xen assieme alla gestione delle Virtual Machine tramite l'applicativo XenCenter e alla tecnologia XenMotion che consente la conversione di macchine virtuali implementate da Hypervisor concorrenti come Microsoft Hyper-V e WMware ESXi;
- **Advance Edition**: variante con licenza commerciale che, oltre ad incorporare le caratteristiche della versione gratuita, consente di sfruttare funzioni di *back-up* e *recovery* delle VM;
- **Enterprise Edition**: anch'essa con le stesse funzionalità della versione precedente al quale si aggiunge lo StorageLink, ossia un sistema che permette il rapido caricamento di macchine virtuali attraverso una gestione ottimizzata dello *storage*;
- **Platinum Edition**: edizione completa che comprende l'assistenza tecnica *on site* e il *back-up* in remoto delle Virtual Machine su Server dedicati messi a disposizione da Citrix.

Sulla maggior parte delle CPU, XEN utilizza il paradigma della paravirtualizzazione, il che significa che il sistema *guest* dev'essere modificato per usare un'interfaccia virtuale tramite chiamate ad opportune API, dette Hypercall. Grazie alla paravirtualizzazione, XEN può ottenere alte prestazioni, paragonabili a quelle di una la macchina non virtualizzata.

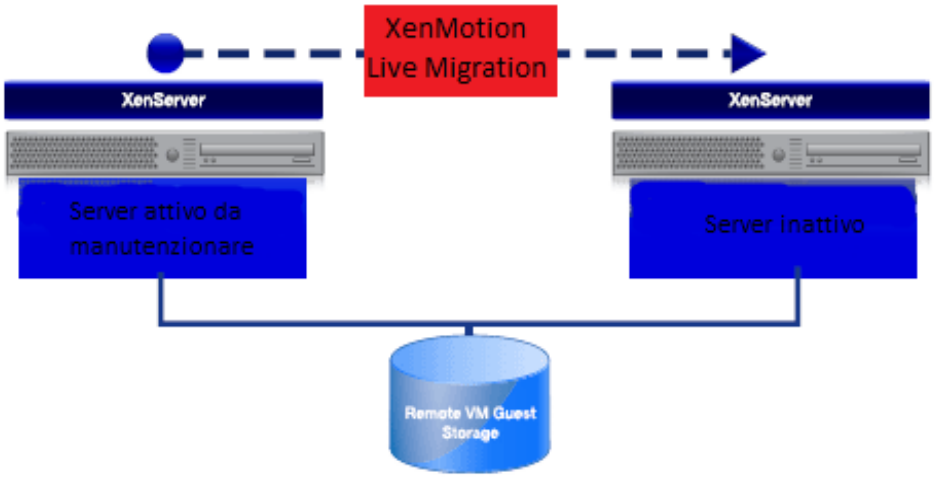
Grazie alla cooperazione con l'azienda produttrice di microprocessori Intel, XEN ha potuto sviluppare un nuovo tipo di virtualizzazione definita *Hardware assisted*, essa sfrutta l'architettura VT-x (chiamata Vanderpool). In maniera similare anche AMD ha ideato un prodotto similare, chiamato AMD-V. Entrambe le tecnologie, pur essendo sostanzialmente diverse nell'implementazione e nell'organizzazione delle istruzioni, sono gestite in XEN da un "abstraction layer" comune, offrendo la possibilita di far girare sistemi operativi guest non modificati (cfr. 1.3.2). Tale tecnologia ha portato notevoli miglioramenti alle infrastrutture, in quanto è possibile virtualizzare sistemi operativi proprietari senza che il loro kernel richieda alcuna modifica, se vengono eseguiti su hardware VT-x o AMD-V.



3.4 – Architettura del prodotto Citrix XenServer

Un'altra importante funzionalità offerta da XEN è la possibile migrazione a caldo delle VM tra host fisici diversi, essa è denominata XenMotion Live Migration e richiede un *downtime* impercettibile e senza la necessità di riavvio della macchina virtuale. Durante questa procedura, la memoria della macchina virtuale è copiata nella destinazione senza che ne sia inficiata l'esecuzione,con tempi di sospensione molto brevi di circa 60-300 ms. Questo fa sì che si possano installare aggiornamenti o

patch relative alla sicurezza su Virtual Machine in maniera immediata ed evitando l'intervento diretto sulla postazione che esegue la sessione, oppure eseguire interventi di manutenzione su un determinato Server e trasferire le macchine virtuali eseguite su di esso su di un altro Server della rete. E' importante ricordare che per usufruire di questa funzione è necessario avere uno *storage* condiviso tra i Server dell'infrastruttura.

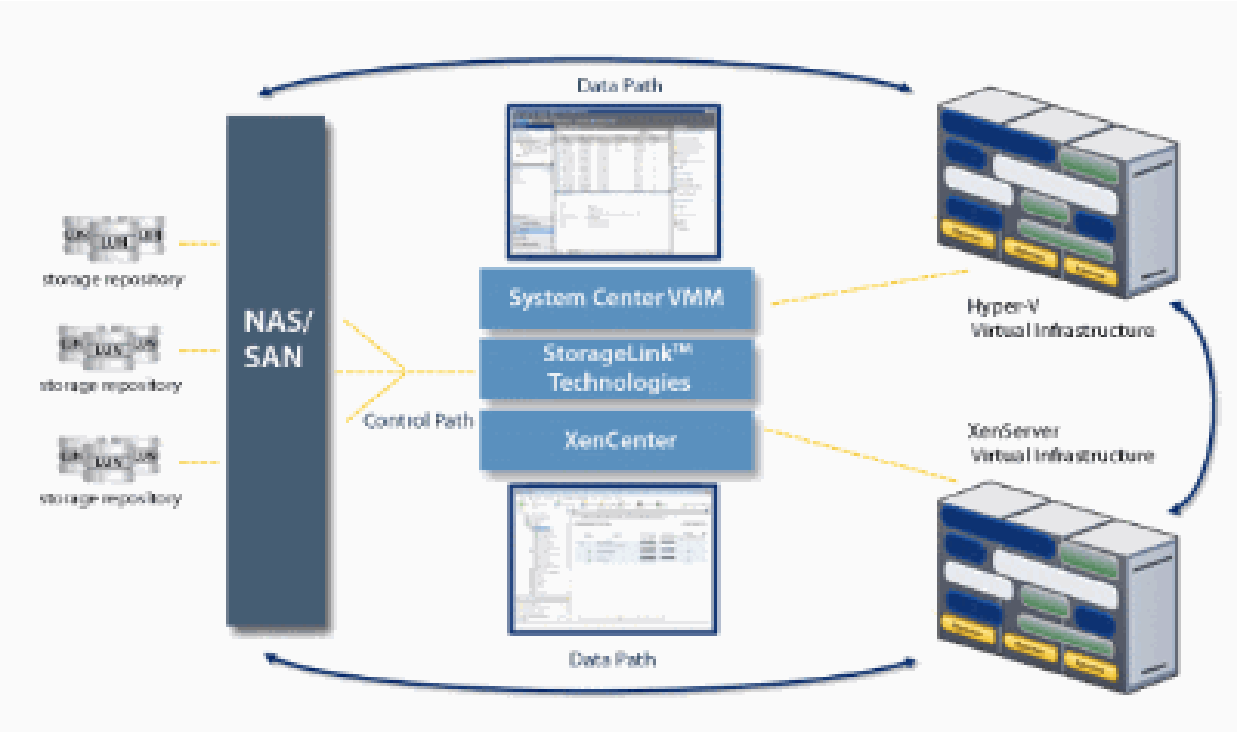


3.4 – Schema del funzionamento della tecnologia XenMotion Live Migration

XenServer può essere eseguito sulla moltitudine delle architetture dei processori disponibili attualmente sul mercato, ovvero x86, x86-64, IA-64 e PowerPC.

Il software deputato alla funzione di Virtual Machine Monitor, ossia deputato alla funzione di gestione e controllo delle macchine virtuali attive all'interno della VDI, si chiama XenCenter. Quest'ultimo è composto da un'interfaccia grafica sviluppata solamente per ambienti Microsoft Windows e, tramite di essa, si possono adempiere svariate funzioni:

- Installazione, configurazione e gestione dei cicli di operatività di Virtual Machine;
- Accesso alle macchine virtuali attive attraverso gli applicativi Xvcn o Remote Desktop, per la gestione di Sistemi Operativi rispettivamente Linux e Windows;
- Gestione delle applicazioni virtualizzate sulle VM tramite la funzione vApps;
- Configurazione dello *storage* e delle risorse di rete;
- Risoluzione dei problemi tramite la funzionalità Disaster Recovery;
- Analisi del traffico di dati sulla rete e l'elaborazione di *report* sullo stato di saturazione della rete e delle sue risorse.



3.5 – Schema delle differenze tra il percorso dati (Data Path) e quello di controllo (Control Path)

Dalla figura 3.5 si evince che XenCenter svolge una funzione mediana tra lo *storage* del *network* e i Server che forniscono risorse in termini di calcolo. Bisogna inoltre considerare che, nel grafico, i dati transitanti dallo storage ai Server (e viceversa), vengono comunque analizzati a livello quantitativo da XenCenter. Ciò avviene affinchè sia svolta correttamente la funzione di analisi del traffico e di verifica del corretto funzionamento della rete, esso infatti potrebbe essere congestionato a causa di una richiesta di risorse superiore rispetto a quelle fisicamente disponibili.

Grazie a recenti stipulati con la Microsoft, l'azienda Citrix permette la completa gestione dell'Hypervisor sviluppato dall'azienda di Redmond ed, in particolare, permette il controllo dei dispositivi per la memorizzazione di dati e per la direzione delle Virtual Machine con sistemi operativi Windows.

3.3. Microsoft Hyper-V

Nel campo del VDI Microsoft ha sviluppato il prodotto Hyper-V, chiamato in gergo *Viridian* e formalmente conosciuto come *Windows Server Virtualization.* Esso è un sistema di virtualizzazione basato su hypervisor per sistemi Windows Server 2008 ed è giunto alla seconda *release*. Esso viene concesso in forma gratuita ai possessori dell'ultima versione di Windows Server ed è disponibile solo per processori con architettura a 64 bit. Le politiche attuate da Microsoft limitano l'esecuzione delle VM in base alle diverse licenze presenti sul mercato, nello specifico abbiamo:

- **Standard Edition**: consente di eseguire una macchina virtuale per ogni licenza;
- **Enterprise Edition**: permette di utilizzare fino a quattro macchine virtuali;
- **Datacenter Edition**: concede l'uso di un numero illimitato di macchine virtuali e le licenze vengono rilasciate per processore fisico utilizzato,e non perciò per ogni core dello stesso.

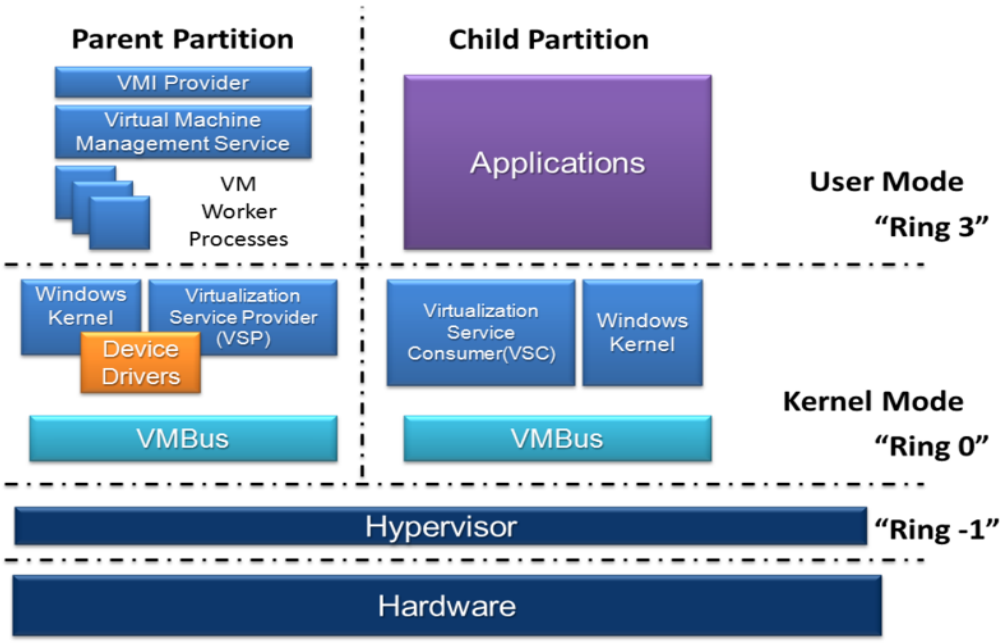
Hyper-V Server V1 vs. R2

	Microsoft Hyper-V Server 2008 V1	Microsoft Hyper-V Server 2008 R2
Physical Processor Support	Up to 4 processors	Up to 8 processors
Logical Processor Support	Up to 16 logical processors	Up to 64 logical processors
Physical Memory Support	Up to 32 GB	Up to 1 TB
Virtual Machine Memory Support	Up to 32 GB total (e.g. 31 1 GB VMs or 5 6 GB VMs)	64 GB of memory per VM
Live Migration	No	Yes
High Availability	No	Yes
Management Options	Free Hyper-V Manager MMC SCVMM	Free Hyper-V Manager MMC SCVMM R2

3.6 – Differenze tra le due *release* di Hyper-V rilasciate da Microsoft

L'obiettivo alla base dell'architettura di Hyper-V, è quello di dividere la memoria fisica dei Server in unità logiche isolate tra loro , in modo d permettere l'esecuzione di Sistemi Operativi *guest* posti al loro interno. L'esecuzione dell'Hypervisor avviene in una partizione principale (chiamata *root partition*) in cui viene eseguito il Sistema Operativo *host*, nel nostro caso Windows Server 2008. Tale modalità di esecuzione permette l'accesso diretto all'hardware del sistema, da tale partizione *(root partition*), in seguito, vengono create le partizioni figlie che conterranno i Sistemi Operativi

guest. A loro volta, le partizioni figlie (*child partition* nella figura sottostante) possono generare altre partizioni sfruttando le API-Hypercall (vds. Glossario del II capitolo) che si interfacciano direttamente con Hyper-V. (vds. figura 3.6)



3.7 – Architettura di Microsoft Hyper-V

Una partizione virtualizzata non ha accesso diretto al processore fisico e di conseguenza non gestisce direttamente con le periferiche fisiche esterne. Tutte le partizioni figlie gestiscono risorse virtuali dette *device* virtuali.Ogni richiesta al device virtuale viene redirezionata, tramite il VMBus, ai dispositivi della partizione genitore, che andrà a gestire la richiesta. Se il dispositivo richiesto nella partizione genitore è anch'esso un dispositivo virtuale, il ciclo si ripete fino a raggiungere la *root partition*, dove si avrà effettivamente accesso alla risorsa necessaria.

Le *parent partition* mantengono in esecuzione il VSP (acronimo di *Virtualization Service Provider*) che si connette al VMBus e gestisce le richieste di accesso ai dispositivi provenienti dalle partizioni figlie. Ogni dispositivo virtuale esegue internamente il VSC (acronimo di *Virtualization ServiceConsumer*) che redireziona le richieste ai relativi VSP delle partizioni genitore tramite il "VMBus". Il processo, durante tutta la sua durata, rimane nascosto al sistema operativo *guest* al quale vengono comunque fornite le risorse di cui esso necessita per la sua esecuzione.

Un altro aspetto importante da considerare nella tecnologia Hyper-V, è la presenza della funzionalità *Enlightned I/O*. Essa rappresenta un'implementazione di alcuni protocolli di alto livello sviluppati con la consapevolezza di utilizzare un sistema virtualizzato. Il vantaggio consiste nel

fatto che questi protocolli sfruttano direttamente il VMBus e tale funzionalità, concettualmente simile alla paravirtualizzazione, non necessita dell'emulazione dei dispositivi. Ciò rende la comunicazione più efficiente, ma la funzionalità ha il difetto di rendere necessario il supporto per *Enlightened I/O* sul sistema operativo *guest*.

La gestione delle Virtual Machine può avvenire tramite l'utilizzo del *Remote Desktop Protocol* (RDP), sviluppato da Microsoft e disponibile su tutte le recenti versioni di Windows. RDP riesce a controllare qualsiasi Sistema Operativo *client* installato dall'Hypervisor grazie all'utilizzo di protocolli standardizzati ed adibiti solo a questo scopo.

Ad un livello più avanzato troviamo, invece, la soluzione denominata *System Center Virtual Machine Manager* ; essa fornisce la gestione e l'amministrazione centralizzata dell'ambiente virtuale, consentendo un maggiore sfruttamento dei server fisici e un *provisioning* delle nuove macchine virtuali da parte dell'amministratore del VDI. Qui di seguito sono annoverate quattro componenti essenziali al funzionamento di tale applicazione, esse sono:

- **Server Virtual Machine Manager (Server VMM):** è l'hub (vds. Glossario) di un'implementazione VMM che consente a tutti gli altri componenti di interagire e comunicare;
- **Database di Macchine Virtuali (Database VMM)**: è un catalogo di risorse utilizzabili per creare e configurare macchine virtuali all'interno del sistema operativo Windows Server 2008;
- **Console di Amministrazione Virtual Machine Manager (Console VMM):** è un'interfaccia grafica che permette di creare, distribuire e gestire macchine virtuali. Consente anche il monitoraggio e l'amministrazione di *host* e server di libreria;
- **Host Macchina Virtuale (VM Host):** è un computer fisico in cui sono ospitate una o più macchine virtuali.

3.4. Panoramica riepilogativa

Nel seguente paragrafo si analizzeranno le piattaforme nelle loro caratteristiche specifiche. Ciò sarà utile per comprenderne le reali potenzialità e gli aspetti peculiari di ognuna di esse.

Il primo aspetto importante per una corretta analisi dei costi di implementazione di una infrastruttura che sfrutta Desktop virtuali è quella del prezzo di acquisto delle licenze delle varie

piattaforme. Per renderne la comprensione più agevole si illustreranno i dati, acquisiti dai siti ufficiali dei *vendors*, attraverso una tabella riepilogativa.

WMware vSphere			
Free	Standard (per 1 CPU)	Enterprise (per 1 CPU)	Enterprise Plus (per 1 CPU)
0$	1970$	5373$	6531$

Citrix XenServer			
Free Edition	Advance Edition	Enterprise Edition	Platinum Edition
0$	1000$	2500$	5000$

Microsoft Hyper-V		
Standard	Enterprise	Datacenter
726$*	2358$*	2405$

* si intende per l'acquisto di licenza Windows Server 2008 R2 e senza supporto tecnico.

Come vediamo WMware offre il suo prodotto per singola CPU fisica posseduta dal Server, quindi se quest'ultimo possiede due processori le licenze da acquistare diventano due. L'azienda offre anche una versione gratuita, con funzionalità limitate, sia dell'hypervisor ESXi che della console vSphere Client usata per gestirlo.

Citrix non pone limiti al numero di processori fisici, la licenza è unica indipendentemente dal numero di core della macchina fisica. Anche qui sono presenti quattro edizioni: Free, Advanced Edition, Enterprice Edition, Platinum Edition.

Infine la Microsoft propone il suo prodotto in licenza gratuita se acquistata congiuntamente a quella di Windows Server 2008 R2 , con una differenza di prezzo in base alla versione scelta.

Confrontando tra loro le varie offerte, si può notare che i prezzi più bassi sono quelli proposti dalla Microsoft che, tuttavia, propone un prodotto meno evoluto e personalizzabile nelle sue caratteristiche. La Citrix, invece, avanza una scelta inferiore mediamente del 35% rispetto al

rispettivo prodotto della WMware e offre, inoltre, una versione gratuita con maggiori funzionalità rispetto a vSphere. Parliamo ad esempio del Live Motion, la funzionalità per spostare le macchine virtuali, oppure la gestione delle risorse in *pool* (vds. Glossario) , dove con la soluzione offerta da Vmware (vCenter) è possibile farlo solo a pagamento.

Per quanto riguarda il processo di installazione degli Hypervisor concorrenti, si evidenzia la facilità con cui è possibile installare Xen su sistemi operativi GNU/Linux, basta infatti eseguire da console il comando *apt-get install,* grazie al quale verrà creata in automatico una lista di pacchetti di dipendenza e selezionare la versione da adottare. Sia per vSphere che per Hyper-V il processo di installazione richiede di seguire una procedura abbastanza semplice e che sfrutta un'interfaccia grafica nel quale è possibile selezionare le caratteristiche di implementazione delle future VM.

Analizzando le funzionalità che mettono a disposizione le tre aziende, si evidenzia l'alto livello di sviluppo raggiunti da Citrix e WMware, mentre lo stesso non vale per Microsoft , la quale sembra presentare una tecnologia ancora acerba e con una tendenza allo sviluppo limitata. Quest'ultima, infatti, non consente la virtualizzazione di porte USB e COM nonché di riprodurre l'audio sulle macchine virtuali.

Tra gli altri difetti si riscontra la mancanza della funzione *Live Migration*, già spiegata nei paragrafi precedenti, e il mancato supporto per le accelerazioni grafiche. Oltre a queste deficienze Hyper-V, a differenza degli altri due Hypervisor, non possiede la funzionalità *High Availability,* tramite il quale si permette la continuità di funzionamento di una VDI. In caso di guasto, le macchine virtuali sono riavviate in automatico su un altro server con l'utilizzo del Live Motion, riducendo i periodi di downtime. Questo spostamento non è immediato ma genera un disservizio pari al tempo di riavvio delle macchine virtuali, solitamente qualche minuto. Tale disservizio, nella maggior parte dei casi, è trascurabile.

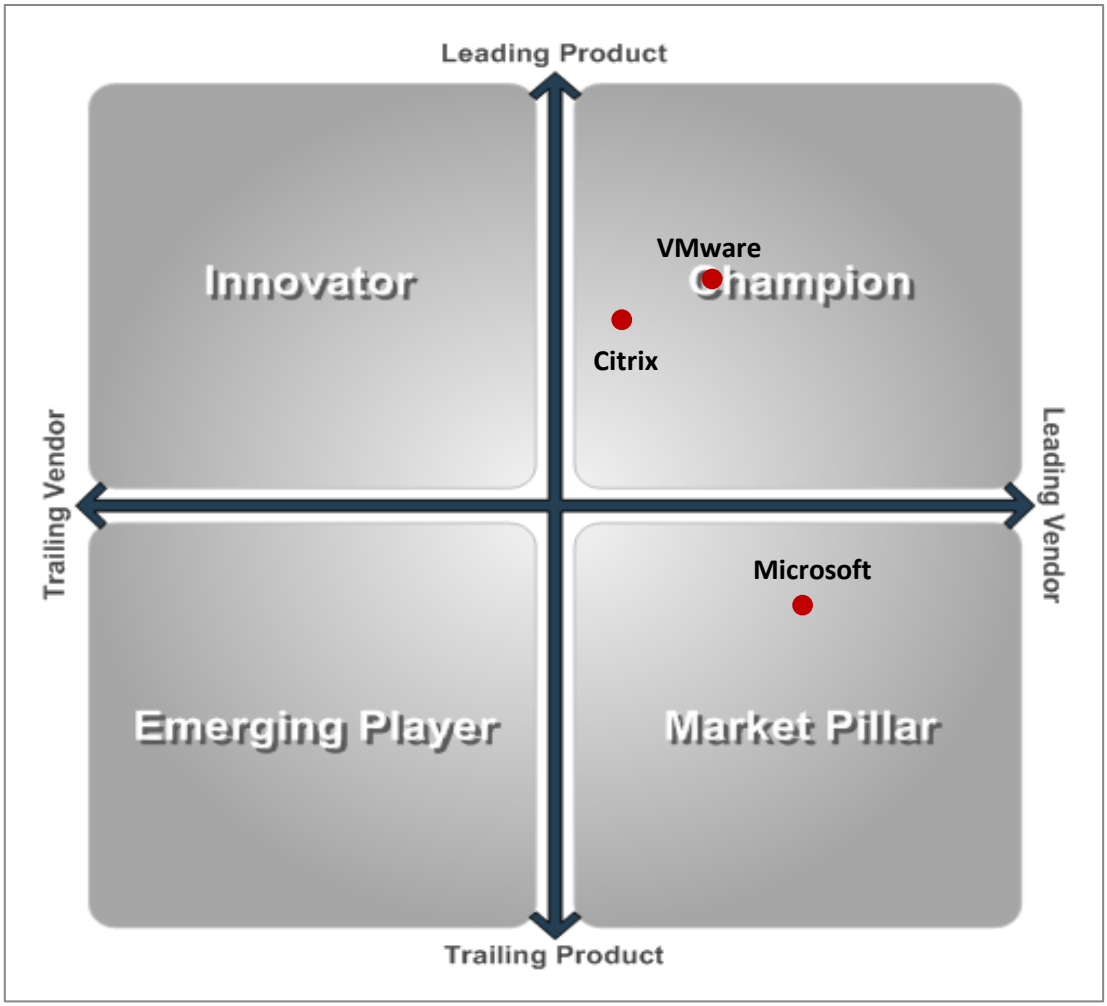
E' importante mettere in luce il fatto che non tutti gli *hardware* sono supportati dalle piattaforme di virtualizzazione desktop. WMware fornisce dei driver propri solo per le macchine Server più comuni, mentre Citrix sfrutta i driver già sviluppati per i sistemi operativi Linux e Microsoft quelli per i propri Sistemi Operativi. Per tale motivo bisogna tener conto il fatto che i Server utilizzati nelle infrastrutture già funzionanti potrebbero non essere supportati da tutti gli Hypervisor, per tale motivo è altamente consigliato consultare le pagine web relative *all'hardware compatibility* prima di effettuare l'acquisto di uno o dell'altro software.

I Sistemi Operativi supportati , sia lato *host* che quello *guest*, sono riportati nella seguente tabella:

	Sistema Operativo *Host*	Sistema Operativo *Guest*
WMware vSphere	Integrato	Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, Netware, OS/2, SCO, BeOS, Darwin.
Citrix XenServer	NetBSD, Linux, Solaris	FreeBSD, NetBSD, Linux, Solaris, Windows XP & 7 (con architetture Intel VT-x e AMD-V)
Microsoft Hyper-V	Windows Server 2008 S2	Windows 2000, Windows 2003, Windows 2008, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Linux (SUSE 10)

L' amministrazione delle Virtual Machine, tramite l'applicativo vCenter (WMware), viene installata su un server separato ed utilizza un database per memorizzare e gestire i server. La stessa azienda offre una seconda console gratuita, vSphere Client, con la limitazione relativa alla gestione di un solo Server. L'interfaccia grafica dei due software è la stessa, tuttavia le funzioni avanzate, quali spostamento di macchine virtuali, High Availability ecc. possono essere gestite solo con vCenter. Entrambe sono installabili solamente su sistemi operativi Windows.
Citrix, invece, utilizza il *software* gratuito XenCenter per la gestione delle VM , anch'esso può essere installato solo su macchine con Sistema Operativo Windows. Al contrario di vCenter, XenCenter non richiede l'istallazione di database, i dati vengono memorizzati all'interno del server su strutture dati create ad-hoc. Hyper-V è gestibile sia tramite il *Microsoft Terminal Services,* il quale sfrutta il protocolli *Remote Desktop* (RDP) ed è presente su qualsiasi S.O. Windows, che tramite *System Center Virtual Machine Manager,* il programma è molto simile a quelli delle ditte concorrenti e per funzionare ha bisogno anch'esso di un database pre-installato.

In definitiva si possono giudicare i prodotti analizzati nei paragrafi precedenti secondo il grafico prodotto dal gruppo di ricerca Info Tech, nel documento "Vendor Landscape Plus: Server Virtualization":



Dove nel riquadro "*Champion*" si intendono quei prodotti che hanno un ottimo rapporto qualità-prezzo e punteggi elevati nei criteri di valutazione,tra cui l'affidabilità e l'adeguata assistenza tecnica pre e post vendita. Per "*Market Pillar*" , dove vi è presente la soluzione sviluppata da Microsoft, si fa riferimento a quelle aziende con ottime credenziali ma con punteggi medi nelle valutazioni effettuate.

4. CAPITOLO "Conclusioni "

In questa tesi è stata valutata l'efficacia della tecnologia VDI la quale permette una transizione da una struttura aziendale classica, ossia la presenza di postazioni Desktop con capacità di calcolo autonoma su ogni scrivania, con un nuovo modello organizzativo basato sulla virtualizzazione degli stessi Desktop.

La Desktop Virtualization permette di sfruttare , da un lato la potenza di calcolo dei Server, dall'altro lo storage garantito da appositi dispositivi di memorizzazione che, attraverso le vie di comunicazione garantite da una rete LAN, riesce a garantire efficacia, efficienza ed economicità. Infatti, come evidenziato nel secondo capitolo, consistenti risorse economiche possono essere risparmiate grazie all'abbattimento dei consumi energetici e grazie alla riduzione delle spese per l'aggiornamento periodico del parco macchine informatiche. E' doveroso considerare anche lo sforzo economico iniziale atto a adeguare l'infrastruttura per poter consentire l'adozione di soluzione efficiente ed efficace.

L'uso di tale tecnologia , attraverso i meccanismi intrinseci degli Hypervisor, portano ad un aumento della sicurezza grazie alla facile risoluzione delle "falle" che potrebbero venirsi a creare sia con l'esecuzione di Sistemi Operativi che di particolari *software.* Il ripristino delle macchine virtuali sarebbe agevolato dalla facilità di gestione e migrazione delle stesse tramite la postazione dell'amministratore di rete, riducendone, in maniera evidente, il tempo necessario per il recupero dei dati da eventi di *fail-over*.

Appendice A "White paper Georgia State University"

In questa appendice viene trattato il progetto pilota presentato dall'Università Statale della Georgia riguardante la virtualizzazione Desktop e descritto nel *white paper* diffuso nel 2011. **[22]** L'importanza di questa trattazione consiste nell'attribuire un carattere pragmatico a un lavoro che altrimenti rischierebbe di assumere solo carattere teorici.

Abstract. Il progetto è partito nell'Autunno del 2009 alla School of Computing and Mathematics della Georgia Southwestern State University (GSW), esso è indirizzato alla creazione di un ambiente di virtualizzazione dei Desktop in uno dei laboratori informatici della scuola. Dopo una fase preparatoria iniziale, i fautori del progetto hanno deciso di dividere lo stesso in più proposte ed estendere le stesse alla partecipazione di un'università indiana. Il progetto pilota è stato implementato su piattaforme Citrix XenServer in esecuzione su Server HP ProLiant ML350 e *thin client* Wyse V10L che consentono la completa eliminazione delle ordinarie postazioni Desktop e permettono la distribuzione di macchine virtuali, quest'ultime si basano su Windows XP distribuito tramite il protocollo RDP.

Introduzione. Nei moderni ambienti informatizzati, soprattutto quelli che richiedono un buon rapporto costo-efficienza, è necessario raggiungere un equilibrio tra le esigenze degli utenti, la scalabilità dell'infrastruttura, la complessità della manutenzione e i costi per la sostituzione di macchine obsolete. L'equilibrio sembra poter essere raggiungibile tramite l'ausilio della virtualizzazione.

Ogni macchina virtuale si basa su risorse *hardware* anch'esse virtualizzate e consente, ad esempio, di far risiedere le risorse di memorizzazione dei dati tutte all'interno di un singolo o più file posti sul disco rigido in *hosting.* Una volta che si rende virtualizzata l'infrastruttura fisica, l'obiettivo è quello di garantire la disponibilità degli stessi *software* utilizzabili sui normali PC. E' necessario comprendere, inoltre, che oltre al costo d'acquisto dei pacchetti Microsoft Office (preferito dalla maggior parte degli utenti), bisogna aggiungere quello necessario al pagamento delle licenze sia

dei Sistemi Operativi che delle piattaforme che forniscono l'Hypervisor. In quest'ultimo campo esistono solamente due reali alternative: Citrix con XenServer e WMware con ESXi. Entrambi forniscono una versione gratuita, ma per il loro controllo ottimale bisogna acquistare pacchetti aggiuntivi.

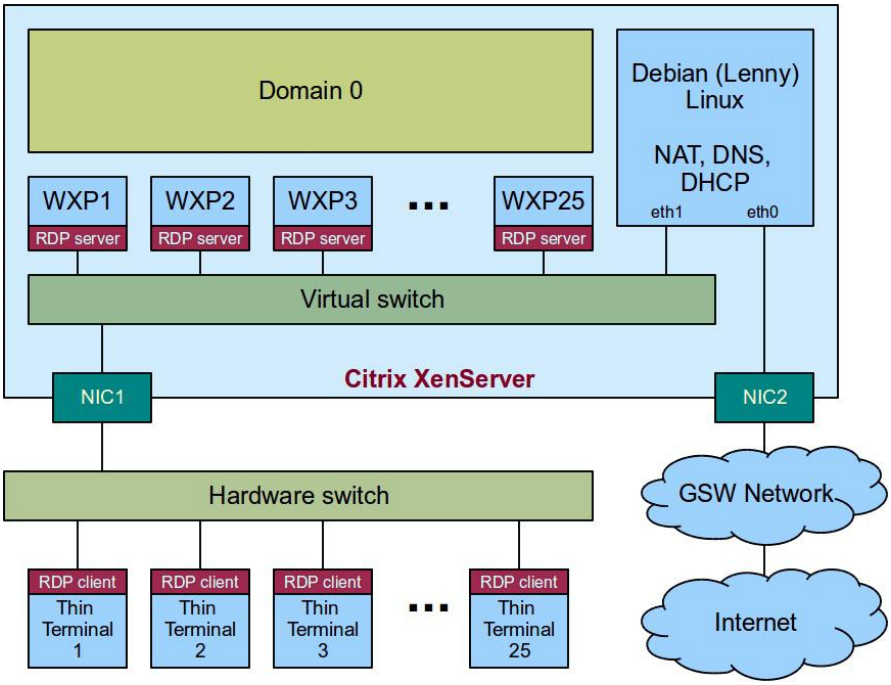
L'investimento complessivo si può suddividere nelle seguenti parti: Server, *Windows Terminal Services* (prezzo per utente), Citrix XenDesktop (prezzo per utente) e *thin client.* Contabilizzando l'investimento si hanno i seguenti dati: 6000 $ per i Server, 4000 $ per Windows Server 2008 (comprese 25 VM implementabili), 3000 $ per 25 licenze XenDesktop e 5000$ per 25 *thin client.* In totale dunque l'investimento è di 18000 $. Nei costi non sono invece compresi quelli dei sistemi operativi Windows XP o 7, i quali si presumono siano già stati acquistati da un'azienda prima del passaggio al VDI.

Metodologia. Essa prevede l'esecuzione dell'Hypervisor XenServer che a sua volta permette l'esecuzione delle macchine virtuali con sistema operativo *guest* Windows XP o 7. Il numero di VM è impostato a 25 per permettere l'utilizzo di tutti i *thin client* e rimanere nei limiti dei costi esaminati nell'introduzione. Insieme a queste 25 macchine virtuali, l'Hypervisor Xen ospita anche il sistema operativo Debian Lenny che ha il compito di essere il *gateway* della rete. Esso fornisce i seguenti servizi: NAT, DNS e DHCP.

Il Server dovrebbe anche avere due schede di rete: una per il collegamento ad internet e una per comunicare tramite il protocollo RDP con i *thin client.* (vds. Figura 4.1)

E' possibile inoltre isolare una o più macchine virtuali con l'accesso ad internet tramite l'opportuna configurazione del *gateway* Debian Linux che fornisce accesso ad internet *on-demand* mediante l'esecuzione del *Network Address Translation* (NAT). Linux è anche responsabile della fornitura dei servizi DHCP e DNS per la rete privata, i quali consistono l'assegnazione dinamica di indirizzi IP (DHCP) e nella risoluzione diretta e inversa (DNS).

Ogni VM Windows può essere identificata per mezzo di univoco e permanente *hostname* che si differenzia dall'assegnazione di indirizzi IP, forniti invece casualmente dal DHCP. Ciò consente una facile individuazione della singola macchina virtuale nella rete.



4.1 - Esempio di organizzazione della struttura VDI

Esistono diverse varietà di *thin client* sul mercato, essi, per lo più, sono compatibili con il protocollo Windows RDP. Per il progetto è stato scelto il Wyse V10L in quanto offre pieno supporto a XenServer tramite il suo sistema operativo integrato Wyse ThinOS che consente la comunicazione tra Hypervisor e macchina virtuale sia tramite il protocollo RDP e sia per mezzo di quello sviluppato da Citrix chiamato ICA. Esso inoltre permette di essere utilizzabile in maniera speditiva grazie alle semplice configurazione dei parametri della rete.

Il progetto ha inoltre esaminato e risolto il problema dell'assegnazione automatica di un *hostname* per ciascuna macchina virtuale con S.O. Windows XP. L'assegnazione manuale del nominativo univoco per ognuna di esse comporta un notevole dispendio di tempo, soprattutto quando il numero delle macchine da virtualizzare diventa grande. Per questo motivo è stato sviluppato uno *script* in Visual Basic che consente di leggere un apposito *file* contenente gli *hostname* predefiniti e di applicarli in automatico alle macchine dopo che le stesse sono state ravviate. Questo *script* comunica direttamente con l'Hypervisor poiché esso dispone delle autorizzazioni necessarie per permettere la modifica di file con permessi esclusivi di *root* (amministratore). Parallelamente a questo progetto se n'è svolto un altro che permettesse l'assegnazione automatica di *hostname* anche a macchine virtuali con sistemi operativi Windows 7.

Ma i problemi di migrazione si sono rivelati molteplici e hanno interessato anche l'attivazione delle licenze tramite il VLK (Volume License Key), per risolvere questo inconveniente è stato elaborato anche qui uno *script* che ha il compito di assegnare già all'avvio il *license code.* Altra problematica

è stata la possibilità di sospendere o chiudere una Virtual Machine attiva in caso di problemi sulla stessa, infatti i file in esecuzione risiedono nella stessa zona di allocazione dati sugli *Hard Disk* dei Server e interrompendo la macchina non è possibile recuperare i dati degli user. Per ovviare a ciò, i *file* vengono salvati all'interno del DFS (Distributed File System) e, grazie alla loro separazione fisica con i dati del sistema operativo, è possibile procedere al loro ripristino in caso si debba avviare una nuova sessione implementando un'altra macchina virtuale.

Il consumo massiccio di memoria RAM da parte dei programmi in esecuzione su più VM, provoca fastidiosi colli di bottiglia che rallentano l'esecuzione di tutta la rete. Un gruppo di studenti dell'Università ha applicato, dunque, la tecnologia chiamata *de-duplication.* Essa consente a uno stesso programma in esecuzione su più macchine virtuali di poter sfruttare una sola copia di dati necessari al suo funzionamento, questi file vengono memorizzati sulla memoria ad alta velocità *cache* e ciò permette un notevole ottimizzazione della velocità di accesso ai dati nonché dell'utilizzo delle risorse fisiche.

Conclusioni. Il progetto ha evidenziato le potenzialità della tecnologia che, con il dovuto perfezionamento, risulta essere un buon compromesso per ridurre i costi di gestione e quelli di *upgrading* dei sistemi informatizzati. Inoltre è stato possibile verificare la possibilità di implementare macchine virtuali con sistemi operativi Microsoft Windows XP e Windows 7, senza che essi evidenzino particolari problemi dovuti alla loro configurazione o alla loro gestione.

Bibliografia

[1] Ken Barr, Prashanth Bungale, Stephen Deasy, Viktor Gyuris, Perry Hung, Craig Newell, Harvey Tuch, Bruno Zoppis. *"The VMware Mobile Virtualization Platform: is that a hypervisor in your pocket?"* . VMware, Inc. 2010

[2] RingCube.*"Introduction to Virtual Desktop Architectures".* RingCube Technologies, Inc. 2009

[3] Maurelio Boari, Simone Balboni. "Tecniche di virtualizzazione, teoria e pratica". Rivista Mondo Digitale. Mar 2007

[4] Robert P. Goldberg, Gerald J. Popek . "*Formal Requirements for Virtualizable third generation architectures".* Communications of the ACM 17(7), 1974.

[5] Hystory Virtualization. "*VMWare".* [Online] http://www.vmware.com/it/overview/history.html

[6] AMD. *"Virtualization AMD-V".* [Online] http://www.amd.com/us/products/technologies/virtualization/Pages/amd-v.aspx

[7] Intel. *"Intel Virtualization Overview"*. [Online] http://www.intel.com/technology/virtualization/

[8] Xen. *"Xen".* [Online] http://www.xen.org

[9] ESG Lab. *"Hyper-V R2 SP1 Application Workload Performance".* Enterprise Strategy Group. 2011

[10] **Enrico Signoretti. "VDI: facciamo un po' di chiarezza". [online]** http://juku.it/articles/vdi-facciamo-un-po-di-chiarezza-%E2%80%93-parte-1.html **. 2010-2011**

[11] Shankar Kolusu. *"VIRTUALIZATION OF THE DESKTOP".* Intelligroup. 2010

[12] Gareth R. James Kenneth Majors "*Citrix XenDesktop Implementation, A Practical Guide for IT Professionals"* . Elsevier Inc. ISBN: 978-1-59749-582-0 . 2010

[13] John Wiley & Sons. Ltd "Desktop Virtualization For Dummies". ISBN: 978-0-470-97364-6 . 2010

[14] Jaime Halscott. "*Desktop Virtualization and Evolving Strategies for IT Service Delivery"* . Realtime Publisher. Sep 2011

[15] Greg Shields. *"Important Questions in Implementing Virtual Desktops".* Realtime Publisher. 2009

[16] Bernard Golden. *"Virtualization For Dummies, 2nd HP Special Edition"* ISBN:978-0-470-52675-0. 2009

[17] Greg Shields. *"Resolving VMware vSphere's Six Biggest Performance Issues"* . Realtime Publisher. 2011

[18] Greg Shields. *"VDI or Desktop Virtualization What's Right for You"* . Realtime Publisher. 2011

[19] Greg Shields. *"Virtualization and Service Automation"* . Realtime Publisher. 2011

[20] Microsoft. *"Microsoft Desktop Virtualization Overview"* . Aug 2011

[21] Simon Baev, Casey Weaver, Cody Weaver. *"COST-EFFICIENT DESKTOP VIRTUALIZATION EXPERIENCE AT GEORGIA SOUTHWESTERN STATE UNIVERSITY"* Georgia Southwestern State University. 2011

[22] Kyle Vonblohn, Cheryl Stahler. "*Virtualization of Windows Desktop Applications*". ACM. ISBN: 978-1-60558-477-5. 2009

[23] Karissa Miller, Mahmoud Pegah "*Virtualization, Virtually at the Desktop*". ACM. ISBN:978-1-59593-634-9. 2007

[24] Freeform Dynamics Ltd. *"Desktop Virtualization, Choosing what's right for your organization".* [online] http://www.dv-smartguide.com . 2011

[25] Wikipedia.org "Desktop virtualization". [online] http://en.wikipedia.org/wiki/Desktop_virtualization

[26] VMWare. *"Understanding Full Virtualization, Paravirtualization and Hardware Assist"* [online] http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf

[27] Citrix. "XenServer" [online] http://www.citrix.com/English/ps2/products/product.asp?contentID=683148&ntref=prod_cat

[28] Dell. "VDI" [online] http://content.dell.com/us/en/enterprise/virtual-client.aspx

[29] Tony Lock, Dale Vile. *"Applied Desktop Virtualisation".* Freeform Dynamics. Jan 2011

[30] Veeam. "*Virtualization Data Protection Report 2011*". [online] http://www.v-index.com/

[31] Telecom Italia. "*Nuvola Italiana Virtual Desktop*". [online] http://www.nuvolaitaliana.it/. Mar 2012

[32] Info Tech. "*Vendor Landscape Plus: Server Virtualization*". [online] http://www.infotech.com/research/ss/select-the-right-vendor-for-server-virtualization May 2011