

**Actualització tecnològica -  
Una evolució cap al Green Computing**

**Màster en Programari Lliure – Adm. de xarxes  
i de sist. Operatius en entorns de p.ii.**

**Alumne: Marín Martínez, Marco**

**Consultor: Martín Mateo, Miguel**

**Juny 2010**

---

# **Actualització tecnològica - Una evolució cap al Green Computing : Màster en Programari Lliure - Adm. de xarxes i de sist. operatius en entorns de p.II**

Alumne:Marin Martinez, Marco  
Consultor:Martín Mateo, Miguel

Data de publicació 24/05/2010

## **Resum**

El projecte que es presenta a continuació es una planificació de migració de servidors físics a un entorn virtualitzat, allà on sigui possible. A més s'ha plantejat una renovació tecnològica de tot el parc de servidors per estalviar diners en el manteniment i en el consum d'energia.

La solució de virtualització es busca que sigui programari lliure.

## **Llicència**

Copyright (C) Marco Marin Martinez.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

---

---

## Sumari

1. Introducció .....	1
Situació actual .....	1
Objectiu final .....	2
Virtualització .....	2
Que és la virtualització? .....	2
Tipus de Virtualització de maquinari .....	3
Green Computing .....	5
Que es el Green Computing? .....	5
Orígens .....	5
Regulacions e iniciatives de la industria .....	5
Tecnologies verdes .....	7
2. Objectius del client .....	10
Actualització de maquinari, reduir despesa energètica i manteniment .....	10
Virtualització .....	12
3. Duració del projecte i assignació de persones .....	13
4. Anàlisi requeriments del client .....	15
Actualització de maquinari, reduir despesa energètica i manteniment .....	15
Virtualització .....	16
5. Creació i Administració de màquines Virtuals .....	17
Instal·lació .....	17
Instal·lació dels paquets necessaris .....	17
Configuració de la xarxa .....	18
Configuració del emmagatzematge .....	20
Creació i clonació de màquines virtuals .....	26
Creació de màquines virtuals .....	26
Clonació de màquines virtuals .....	35
Administració de màquines virtuals .....	35
Live migrations .....	37
6. Conclusions .....	40
Bibliografia .....	41
A. GNU Free Documentation License .....	42

---

## Índex de figures

1.1. Emulació utilitza la VM per a simular el maquinari necessari .....	3
1.2. La Virtualització completa utilitza un Hypervisor per compartir el maquinari .....	3
1.3. Paravirtualització comparteix el processos amb el sistema operatiu Guest .....	4
1.4. La virtualització a nivell de sistema operatiu aïlla els servidors .....	5
3.1. Planificació .....	13
5.1. Selecció tipus d'instal·lació .....	17
5.2. Selecció de KVM .....	18
5.3. Virt-manager storage-1 .....	21
5.4. Virt-manager storage-2 .....	22
5.5. Virt-manager storage-3 .....	22
5.6. Virt-manager storage-4 .....	23
5.7. Virt-manager storage-i1 .....	25
5.8. Virt-manager storage-i2 .....	25
5.9. Virt-manager storage-i3 .....	26
5.10. Virt-manager storage-i4 .....	26
5.11. Virt-manager crear-1 .....	28
5.12. Virt-manager crear-2 .....	29
5.13. Virt-manager crear-3 .....	30
5.14. Virt-manager crear-4 .....	30
5.15. Virt-manager crear-5 .....	31
5.16. Virt-manager crear-6 .....	32
5.17. Virt-manager crear-7 .....	32
5.18. Virt-manager crear-8 .....	33
5.19. Virt-manager crear-9 .....	33
5.20. Virt-manager crear-10 .....	34
5.21. Virt-manager crear-11 .....	34
5.22. Virt-manager administració .....	37
5.23. Virt-manager migració .....	38

---

## Índex de taules

2.1. Servidors a comprar .....	10
3.1. Hores tècnic .....	14
4.1. Funció dels servidors .....	15
5.1. Opcions de virsh .....	36

---

# Capítol 1. Introducció

## Situació actual

Tenim un parc de "servidors" antics (al voltant de 20-30 servidors). Aquest servidors estan ubicats a un Centre de Procés de Dades (CPD) propi del client. Els "servidors" estan compostats per una barreja de "PC's clònics" i Servidors de les marques HP, IBM i DELL. Aquest servidors estan començant a donar problemes de fiabilitat i no es fàcil de trobar peces de recanvi. També tenim contractes de manteniment amb diferents empreses HP, IBM, DELL per cada un dels seus servidors, tots aquests ha expirat el temps de garantia. Respecte el sistema operatiu tenim una barreja entre diferents versions de Windows i Linux. Procedim a detallar els servidors actuals i la seva funcionalitats:

- 2 PC clònics pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Windows 2000, Servidors d'impressió Windows primari i backup (producció).
- 5 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat (producció)
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat de desenvolupament.
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat (preproducció)
- 3 Servidors DELL Processadors Intel Xeon 2GHz 2GB de RAM i 200GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Bases de dades Oracle de producció (1 clúster de dos nodes i un servidor solitari).
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz ·GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades Oracle de desenvolupament.
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz ·GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades Oracle de preproducció
- 2 Servidors HP Processador Intel Xeon dual core 2,5GHz 2GB de RAM 200GB HD -Linux CentOS 4 Servidores de Base de dades MySQL.
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz 2 GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades MySQL desenvolupament i preproducció.
- 1 Servidor IBM Processador Intel Xeon dual core 2GHz 2 GB de RAM 2x200GB HD -Linux CentOS 4, servidor de correu SMTP+IMAP+POP3.
- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor amb filtre antispam, antivirus de correu (es fa passar tot el correu entrant i sortint per aquest servidor).
- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor balancejador per els servidors tomcats (un proxy invers de SQUID).
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS intern primari, Servidor de DHCP.

- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS intern (secundari).
- 2 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS externs (primari, secundari).
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, webmail.

La infraestructura de Xarxa esta actualitzada a interfícies de 1GB entre els servidors de BBDD i el servidors d'aplicacions. La resta de xarxa esta actualitzada a 100MB FD amb equips. El equip de SAIs (Sistema d'Alimentació Ininterrompuda) esta actualitzat però esta al limit de la seva capacitat. La factura actual de despesa energètica és elevada.

## Objectiu final

Els principals objectius del client son els següents:

- Actualització de maquinari.
- Reduir la despesa en manteniment del servidors.
- Reduir el consum energètic.
- Utilitzar la Virtualització allà on sigui possible.

Tenint en compte els objectius del client es plantejara una solució de virtualització basada en programari lliure o que sigui gratuïts. La solució proposada s'estudiara entre els productes Kernel Virtual Machine (KVM), Xen, Vmware ESXi server.

En principi es proposarà virtualitzar tots els servidors de desenvolupament i tots els servidors de producció que no facin un ús intensiu dels recursos d'entrada i sortida. Els servidors de Base de dades i de recursos de disc es proposa deixar-los en servidors físics.

Per altra banda per reduir el manteniment es proposarà la compra de servidors nous, amb més potencia, amb capacitat de virtualització, més eficients en consum energètic i només d'un sol proveïdor. Això farà que tinguem durant 2 anys una garantia, amb possibilitat d'adquirir amb aquesta un suport de 24hx7dies en el servidors que considerem més crítics i els altres deixar-los amb un bàsic de 8hx5dies.

## Virtualització

### Que és la virtualització?

La virtualització [1] és un terme ample que es refereix a l'abstracció dels recursos. Normalment el programari que fa aquesta abstracció de recursos s'anomena Màquina Virtual (Virtual Machine, VM a partir d'ara). Dins de la virtualització podem distingir dos tipus:

- Virtualització de maquinari: el que fa la Màquina Virtual és crear una capa d'abstracció dels recursos de maquinari del servidor.
- Virtualització de processos: el que fa la Màquina Virtual és crear una capa d'abstracció que permet la execució del mateix codi font en diferents arquitectures (per exemple, Java Virtual Machine).

Encara que sembli que és un terme nou, la virtualització es terme antic IBM ja el va fer servir en la dècada del 60 en els seus antics mainframe IBM System/360.

En l'actualitat degut a la potència dels nous servidors basats en processadors x86 i les noves tecnologies de virtualització implementades en aquest s'està començant a fer servir. Moltes empreses han vist que utilitzant aquesta tecnologia poden fer aprofitar molt millor els seus servidors infrautilitzats i estalviar costos.

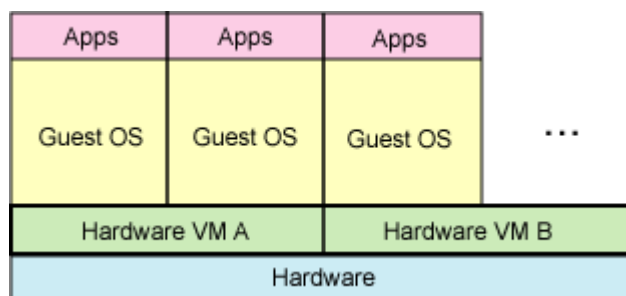
## Tipus de Virtualització de maquinari

Dins de la virtualització de maquinari podem dividir en els següents tipus

### Emulació

La emulació es basa en crear Maquines Virtuals sobre el sistema Host que emulin el maquinari de la plataforma desitjada, com podem veure a la figura 1.1.

**Figura 1.1. Emulació utilitza la VM per a simular el maquinari necessari**



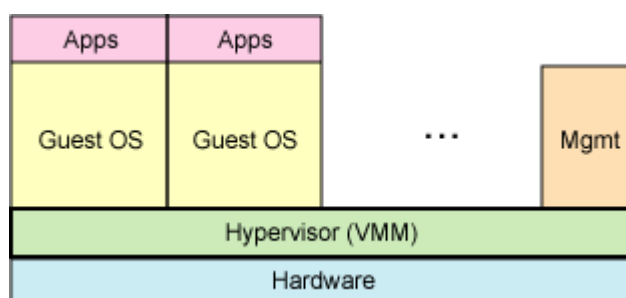
Aquest tipus de de virtualització és més costosa i menys eficient, ja que obliga a simular completament el comportament de la plataforma de maquinari a emular e implica que una traducció de cada instrucció que s'executi en aquestes plataformes a la plataforma real.

Per altra banda l'emulació pot permetre l'execució un sistema operatiu dissenyat per una altra arquitectura en altra arquitectura, per exemple fer funcionar un Sistema dissenyat per funcionar en un processador ARM en un processador x86.

### Virtualització completa

Amb aquest terme es denominen les solucions que permeten executar sistemes operatius hostatjat (Guest) sense tenir que modificar-los, sobre un sistema amfitrió (Host), utilitzant enmig un Hypervisor o Virtual Machine Monitor que permet compartir el maquinari real, com podem veure en la figura 1.2.

**Figura 1.2. La Virtualització completa utilitza un Hypervisor per compartir el maquinari**





Aquesta capa intermèdia és l'encarregada de monitoritzar els sistemes espadats amb el objectiu de capturar determinades instruccions protegides d'accés al maquinari, que no pot realitzar de forma nativa al no tenir accés directe a ell.

La seva principal avantatge és que els sistemes operatius poden executar-se sense cap modificació sobre la plataforma, encara que com a inconvenient enfront l'emulació, el sistema operatiu ha d'estar suportat en l'arquitectura virtualitzada.

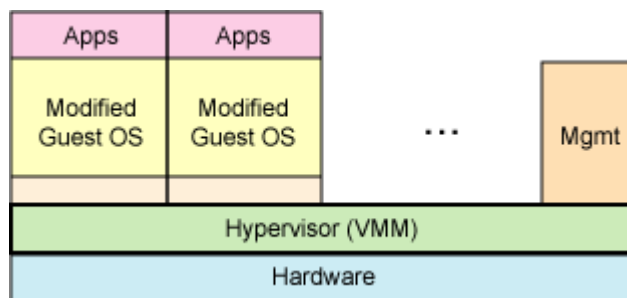
Respecte al rendiment, aquests és significativament superior al de l'emulació, encara que menor que una plataforma nativa, degut a la intervenció de la motivació i mediació del hypervisor. Encara que amb la incorporació de tècniques en els processadors x86 fetes per Intel i AMD, com son les Intel VT i les AMD-V, han permès les solucions basades en virtualització completa s'apropin molt al rendiment natiu. Un exemples d'aquestes solucions son VmWare i Kernel Virtual Machine (KVM).

S'ha de tenir en compte que la virtualització complerta no és del tot el conjunt de maquinari disponible del Host, sinó dels seus components principals, altres perifèrics com targetes de gràfics o so, no es virtualitzen. Els Guests no disposen del mateixos dispositius que l'amfitrió, sinó d'altres de genèrics.

## Paravirtualització

La paravirtualització va sorgir com una necessitat de millorar la eficiència de les Màquines Virtuals (Guests) i apropar-lo al rendiment natiu. Per aconseguir això els sistemes virtualitzats (Guests) han de estar basats en sistemes operatius especialment modificats per executar-se sobre un Hypervisor, com podem veure a la figura 1.3. D'aquesta manera no es necessari que es monitoritzi totes les instruccions, sinó que els sistemes operatius hostatjats (Guests) i el Hosts col·laboren en aquesta tasca.

**Figura 1.3. Paravirtualització comparteix el processos amb el sistema operatiu Guest**

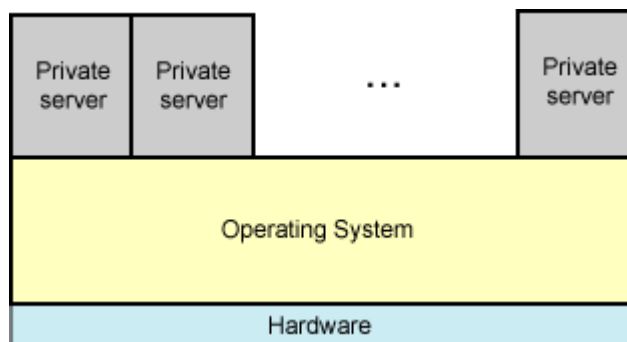


Un dels components més destacats d'aquesta família es el XEN

## Virtualització a nivell de Sistema Operatiu

La virtualització a nivell de Sistema Operatiu, utilitza un altra tècnica diferent. Aquesta tècnica virtualitza els servidors a sobre del propis sistema operatiu del servidor. Aquesta tècnica només suporta un sistema operatiu i proporciona aïllament entre servidors virtualitzats, com podem veure a la figura 1.4.

**Figura 1.4. La virtualització a nivell de sistema operatiu aïlla els servidors**



Un exemple d'aquests tipus es el OpenVZ

## Green Computing

### Que es el Green Computing?

Green computing [2][3] també conegut com a Green IT es refereix a dissenyar, fabricar, utilitzar i disposar d'ordinadors, servidors eficients i efectius amb un impacte mínim o nul en el nostre entorn (medi ambient). Green IT també s'esforça per aconseguir la viabilitat econòmica i la millora del rendiment del sistema i l'ús, dins del respecte de les nostres responsabilitats socials i ètiques. Així, el Green IT inclou la dimensió de la sostenibilitat del medi ambient, l'economia de l'eficiència energètica, i el cost total, que inclou el cost d'eliminació i el reciclatge. És l'estudi i la pràctica d'utilitzar els recursos informàtics de manera eficient. Algunes de les tecnologies classificades com a verdes degut a que contribueixen a una reducció d'energia i/o emissió de diòxid de carboni són, el cloud computing (o computació en núvol) grid computing, virtualització en centre de dades i teletreball.

### Orígens

El 1992, l'Agència de Protecció Ambiental(EPA, Environmental Protection Agency)[4] dels EUA va llançar Energy Star, un programa d'etiquetatge voluntari que té per objecte promoure i reconèixer l'eficiència energètica en els monitors, equips de control de temperatura, i altres tecnologies. Això va donar lloc a l'adopció generalitzada de mode d'espera a l'electrònica de consum. El terme "Green Computing" va ser adoptat probablement poc després que el programa Energy Star començar, hi ha diversos llocs de Usenet que data de 1992, que utilitzen el terme d'aquesta manera. Al mateix temps, l'organització sueca TCO Development va posar en marxa el programa de certificació TCO per fomentar la reducció de les emissions magnètiques i elèctriques de les pantalles d'ordinador basades en CRT, aquest programa es va ampliar posteriorment per incloure criteris sobre el consum d'energia, l'ergonomia i l'ús de materials perillosos en la construcció [5].

## Regulacions e iniciatives de la industria

### Governos

Molts governos han continuat aplicant les normes i regulacions que incentiven el Green Computing. El programa Energy Star es va revisar a l'octubre del 2006 per incloure requisits d'eficiència més restrictius per als equips informàtics, juntament amb una classificació per

nivells dels productes autoritzats[6]. Les directives de la Unió Europea 2002/95/EC (RoHS) [7][9], sobre la reducció de substàncies perilloses, i 2002/96/CE (WEE)[8][9] sobre els residus d'aparells elèctrics i electrònics i el requeriment la substitució de metalls pesants i retardands de foc com el PBB(Polibromobifenilos)[9]i el PBDE(polibromodifenil etèries)[9] en tots els equips electrònics que es posin al mercat a partir del 1 de juliol del 2006. Aquesta directiva atribueix la responsabilitat de la recollida i el reciclatge d'equips antics als fabricants (el model de la Responsabilitat del Productor)[10].

## Industria

Es detallen algunes de les iniciatives dutes a terme per la indústria.

- Climate Savers Computing Initiative (CSCI)[11] és una iniciativa per reduir el consum d'electricitat dels ordinadors tant en estat actiu com inactiu. La CSCI proporciona un catàleg de productes ecològics de les seves organitzacions membres i la informació per reduir el consum d'energia dels ordinadors personals.El WWF és un dels membres del CSCI.
- Green Computing Impact Organization, Inc. (GCIO)[12] és una organització sense ànim de lucre dedicada a ajudar als usuaris finals de productes informàtics a ser responsables amb el entorn. Aquesta missió s'aconsegueix mitjançant l'organització d'esdeveniments educatius, programes de cooperació i serveis subvencionats d'auditoria.El cor del grup es basa en la Cooperativa GCIO, una comunitat de líders de IT interessats en el medi ambient que posen en comú el seu temps, recursos i poder per educar, ampliar l'ús, i millorar l'eficiència dels productes verds i serveis informàtics. Els membres treballen per incrementar el ROI de productes "Green Computing" a través d'un enteniment més profund de les mesures reals i sostenibles del estalvis efectuats pels membres. L'aplicació d'un major impuls cap a l'eficiència dels productes dels proveïdors, mantenint una comptabilitat de la comunitat dels estalvis generats, i pel poder d'un grup de negociació.
- El Green Electronics Council[13] ofereix una eina d'avaluació ambiental del productes electronics (EPEAT - Electronic Products Environmental Assessment Tool) per ajudar en la compra de sistemes informàtics "verds". El consell avalua els equips informàtics amb 28 criteris que mesuren l'eficiència i la sostenibilitat d'un producte. El 24/01/2007 el president George W. Bush va emetre l'Ordre Executiva 13423, que obliga a tots els Estats Units les agències federals d'usar EPEAT l'hora de comprar els sistemes informàtics.
- The Green Grid[14] és un consorci global dedicat a millorar l'eficiència energètica en els centres de dades i ecosistemes informàtics de negocis. Va ser fundat el febrer de 2007 per diverses companyies clau en la indústria - AMD, APC, Dell, HP, IBM, Intel, Microsoft, Rackable Systems, SprayCool, Sun Microsystems i VMware. The Green Grid ha crescut des de llavors a centenars de membres, inclosos els usuaris finals i les organitzacions governamentals, totes elles centrades en millorar l'eficiència del centre de dades.
- International Professional Practice Partnership (IP3)[15] és un programa de la Federació Internacional de Tractament de la Informació (IFIP) per a la certificació global de professionals de les TIC. El programa inclou la certificació de Green TIC estratègies, utilitzant un pla d'estudis elaborat per l'Australian Computer Society.
- La llista Green500[16] ordena els supercomputadors per eficiència energètica (megaflops/wat), donant importància a la eficiència més que en el rendiment absolut.
- GREEN COMM Challenge és una organització que promou el desenvolupament de les tecnologies energètiques i pràctiques de conservació en l'àmbit de la Informació i les

Comunicacions (TIC). GREEN COMM Challenge va assolir notorietat a tot el món el 2007, quan es va allistar com un dels aspirants a la 33<sup>a</sup> edició de la America's Cup, un esforç destinat a mostrar com els investigadors, tecnòlegs i empresaris de tot el món poden estar reunits per una visió apassionant: la construcció de la màquina definitiva d'energia renovables, un vaixell de l'America's Cup competitiva.

## Tecnologies verdes

En aquesta secció s'exposaran algunes de les principals tecnologies verdes.

### Administració de la energia

Actualment s'utilitza una gran quantitat d'energia elèctrica per a que puguin operar els diferents equips de informàtics, des d'estacions de treball fins a grans servidors i els diferents subministraments necessaris com els datacenters que els allotgen, l'aire condicionat, la il·luminació, UPS, racks, entre altres, amb la finalitat de satisfer les demandes d'informació dels usuaris. Avui dia les empreses consumidores i productores d'equips informàtics, preocupades per millorar aquest aspecte, estan prenent accions per a la reducció del consum d'energia, aquesta és una de les principals finalitats del green computing.

És evident la importància de la implementació de mesures per a l'estalvi d'energia. Això pot començar des de la simple acció d'apagar un equip que no s'està utilitzant. Grans companyies com BMC, CA, Hewlett-Packard i IBM han afegit aplicacions que administren l'energia als seus centres de dades.

Un altre aspecte a considerar per a la reducció de l'energia en els equips informàtics és la implementació de processadors estalviadors d'energia que utilitzen l'algorisme DVFS (Dynamic Voltage and Frequency scaling) que redueix el consum d'energia, canviant el voltatge i la freqüència del processador en forma dinàmica, aquest algorisme ha donat lloc a altres algorismes intel·ligents com el EnergyFit el qual processa els requeriments i modifica el voltatge de la CPU en temps real per minimitzar la despesa d'energia.

### Centres de dades

És important un adequat disseny del centre de dades, ja que és en aquest on s'allotja tota la infraestructura de suport als diversos serveis computacionals, una estructura adequada permetrà bons estalvis d'energia, d'espai i de costos a mitjà i/o llarg termini. Cada companyia ha de triar el disseny que sigui adequat a la seva pròpia empresa, no es tracta d'un procediment a seguir estrictament, sinó de seguir bones pràctiques en el disseny dels centres de dades.

Un aspecte important és considerar la possibilitat de reubicar el data center en algun lloc que ofereixi reducció d'energia o millor aprofitament de l'energia renovable, com ho ha fet Google, que ha reubicat els seus centres de dades prop de les centrals hidràuliques per aprofitar al màxim aquesta font d'energia i reduir els seus costos. Al centre de dades de Microsoft a Sant Antoni hi ha sensors que mesuren tot el consum d'energia utilitzen un programari de gestió de l'energia desenvolupat internament anomenat Scry, compten amb virtualització a gran escala i reciclen l'aigua utilitzada per al refredament del centre de dades.

### Virtualització

La virtualització és una tecnologia que comparteix els recursos de maquinari en diferents ambients permetent que s'executin diferents sistemes en la mateixa màquina física. Crea un recurs físic únic per als servidors, l'emmagatzematge i les aplicacions. La virtualització de

servidors permet el funcionament de múltiples servidors en un únic servidor físic. Si un servidor s'utilitza a un percentatge de la seva capacitat, el maquinari extra es pot distribuir per a la construcció de diversos servidors i màquines virtuals. La virtualització ajuda a reduir la petjada de carboni del centre de dades en disminuir el nombre de servidors físics i consolidar múltiples aplicacions en un únic servidor amb la qual cosa es consumeix menys energia i es requereix menys refredament. A més s'aconsegueix un major índex d'utilització de recursos i estalvi d'espai.

## Client/Servidor - Terminal Servers

El servidors Terminal Server s'utilitzen en la Green Computing. Quan s'utilitza el sistema, els usuaris utilitzen un terminal que es connecta a un servidor central, tot el procés es porta a terme en el servidor, però l'experiència de l'usuari final es com si el sistema operatiu s'executés a la terminal. Aquestes es poden combinar amb els clients lleugers, que utilitzen fins a 1/8 la quantitat d'energia d'un ordinador de treball normal, resultant en una disminució dels costos d'energia i el consum. Exemples de programari de Terminal Server inclouen els Serveis de Terminal Server per a Windows i el Linux Terminal Server Project (LTSP) per al sistema operatiu Linux.

## Cloud computing

Computació en núvol o Cloud computing és una forma de computació distribuïda que proporciona als seus usuaris la possibilitat d'utilitzar una àmplia gamma de recursos en xarxes d'ordinadors per completar el seu treball. Els recursos s'escalen de forma dinàmica i es proporcionen com un servei a través d'Internet. Els usuaris no necessiten coneixements, experiència ni control de la infraestructura tecnològica. En utilitzar computació en núvol les empreses es tornen més ecològiques perquè disminueixen el seu consum d'energia en incrementar la seva capacitat sense necessitat d'invertir en més infraestructura. A més s'augmenta la taxa d'utilització del maquinari ja que es comparteixen els recursos.

## Reciclatge de materials

El reciclatge d'equips informàtics pot mantenir fora dels abocadors materials nocius per la salut com plom, mercuri i crom, i també pot substituir els materials necessaris en els equips nous que d'una altra manera haurien de ser fabricades, estalviant energia i emissions. Els sistemes informàtics que han finalitzat la seva funció particular pot ser reutilitzats o donats a diverses organitzacions benèfiques i organitzacions sense ànim de lucre. Tanmateix, moltes organitzacions han imposat recentment requisits mínims del sistema per als equips donats. Adicionalment, algunes parts de sistemes antics poden ser recuperades i reciclats a través de determinats punts de venda al detall municipals o centres privats de reciclatge. Subministraments de informàtics, com ara cartutxos d'impressora, paper i piles es poden reciclar.

Un inconvenient per a molts d'aquests plans és que els equips es van reunir a través de campanyes de reciclatge i són sovint enviats als països en desenvolupament, on les normes ambientals són menys estrictes que a Amèrica del Nord i Europa. El Silicon Valley Toxics Coalition s'estima que el 80% dels residus recollits per al seu reciclatge s'envia a l'estranger a països com la Xina i el Pakistan.

El reciclatge de ordinadors vells planteja un problema de privacitat important. Els dispositius d'emmagatzematge vells contenen informació privada, com ara correus electrònics, contrasenyes i números de targetes de crèdit, que es poden recuperar simplement per algú fent servir programari que està disponible lliurement a Internet. La supressió d'un arxiu en

realitat no esborra el fitxer des del disc dur. Abans de reciclar un ordinador, els usuaris han de treure el disc dur, o discs durs, si hi ha més d'un, i destruir-lo físicament o guardar-lo en un lloc segur. Hi ha algunes empreses autoritzades de reciclatge que signen un acord de privacitat a l'hora de reciclar un ordinador.

## **Teletreball**

Definit com el treball a casa amb l'ús d'un enllaç electrònic amb l'oficina central, el teletreball fa possible per als empleats d'una organització romandre a casa i fer la seva feina sense estar a l'oficina, al no anar a l'oficina principal, hi ha una reducció en la quantitat de gas utilitzat per l'empleat, la qual cosa resulta en menys contaminació a causa de treure almenys un cotxe del camí per dia.

---

## Capítol 2. Objectius del client

Els principals objectius del client són els següents:

- Actualització de maquinari.
- Reduir la despesa en manteniment del servidors
- Reduir el consum energètic.
- Utilitzar la Virtualització allà on sigui possible.

Per aconseguir els objectius del client es proposen diferents accions:

- Per actualitzar el maquinari, reduir la despesa energètica i la despesa en manteniment, es proposa comprar servidors nous i un dispositiu d'emmagatzematge extern.
- Per utilitzar la Virtualització, es proposa utilitzar la tecnològica de virtualització Kernel Virtual Machine (KVM) sobre CentOS 5.4.

Una cosa que s'ha de tenir en compte es que el client no està contemplada una actualització dels sistemes operatius ja que pot afegir molta complexitat al projecte.

A continuació es detallen les propostes.

### Actualització de maquinari, reduir despesa energètica i manteniment

Per a aconseguir aquests objectiu es proposa comprar servidors DELL, amb processadors de baix consum energètic. Adicionalment es proposa comprar un dispositiu d'emmagatzemament extern (una SAN, Storage Àrea Network, de tipus iSCSI). Tots aquests servidors es compraran amb garantia per un termini de 3 anys (en aquest temps qualsevol problema de maquinari estarà coberta per la garantia) a més es contractara en diferents nivells de servei depenent si es un servidor de producció o desenvolupament i/o preproducció. La proposta de compra de servidors es la següents:

**Taula 2.1. Servidors a comprar**

Tipus	Objectiu	Preu
2 servidors DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD six core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Virtualització / producció	2x5097€
1 servidors DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències de dia següent	Virtualització / desenvolupament -preproducció	1x3667€
7 servidors DELL PowerEdge R300 amb 1 processadors Intel quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Producció BBDD, Servidor de disc	7x1874€

Tipus	Objectiu	Preu
SAN DELL EqualLogic PS5000 amb 4TB (Cabina de discos iSCSI), amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Tots els entorns	Aprox 25000€

La factura de maquinari estria al voltant de 52000€, però degut a que la nostra empresa es partner de DELL podem aconseguir un descompte en el preu (a negociar).

El cost del sistema operatiu és zero ja que la empresa utilitza la distribució CentOS (versió lliure de Red Hat) i és una distribució molt indicada per a el que volem fer. Els 7 servidors mes petits son per migrar de maquinari els servidors de Base de dades i de disc. La configuració que es proposa reduirà el número de servidors de 28 a 10 servidors i un sistema SAN.

La distribució dels servidors serà la següent:

2 servidors DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD six core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores serviran per virtualitzar els següents servidors:

- 2 PC clònics pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Windows 2000, Servidors d'impressió Windows primari i backup (producció).
- 5 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat,(producció)
- 1 Servidor IBM Processador Intel Xeon dual core 2GHz 2 GB de RAM 2x200GB HD - Linux CentOS 4, servidor de correu SMTP+IMAP+POP3.
- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor amb filtre antispam, antivirus de correu (Es fa passar tot el correu entrant i sortint per aquest servidor).
- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor balancejador per els servidors tomcats (un proxy invers de SQUID).
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS intern primari, Servidor de DHCP.
- 1 PC clònic pentium 4 amb 256MB de RAM i 60GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS intern (secundari).
- 2 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, servidor de DNS externs (primari, secundari).
- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 4, webmail.

1 servidor DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències de dia següent, serviran per virtualitzar els següents servidors:

- 1 Servidors IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat de desenvolupament.



- 1 Servidor IBM Processador Intel Xeon 1,7GHz 1GB de RAM i 172GB HD -Linux CentOS 3, servidors aplicacions tomcat (preproducció)
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz ·GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades Oracle de desenvolupament.
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz ·GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades Oracle de preproducció
- 1 Servidor HP Processador Intel Xeon 2GHz 2 GB de RAM 350GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Base de dades MySQL desenvolupament i preproducció.

7 servidors DELL PowerEdge R300 amb 1 processadors Intel quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores, aquests serviran per migrar els següents

- 3 Servidors DELL Processadors Intel Xeon 2GHz 2GB de RAM i 200GB HD -Linux CentOS 4, servidors de Bases de dades Oracle de producció (1 clúster de dos nodes i un servidor solitari).
- 2 Servidors HP Processador Intel Xeon 1,7GHz 512MB de RAM i 146GB HD -Windows 2003 Server, Servidors de Active Directory/WINS i de fitxers del personal de l'empresa (producció).
- 2 Servidors HP Processador Intel Xeon dual core 2,5GHz 2GB de RAM 200GB HD -Linux CentOS 4 servidors de Base de dades MySQL.

En principi només els servidors que estan destinats a la virtualització estaran connectats a la SAN. Posteriorment es podrà planificar un projecte per tal de migrar els servidors de BBDD i de fitxers que estan en els servidors stand-alone a disc de cabina (SAN) mitjançant iSCSI.

## Virtualització

Per a aconseguir aquests objectiu es proposara utilitzar la tecnologia Kernel Virtual Machine (KVM) de Red Hat. Aquesta tecnologia està present com a estable en la última versió de CentOS (la versió 5.4) i disposa de les eines necessàries per la seva administració. Els servidors que s'utilitzaran seran els 3 servidors DELL R805, dos dels quals (six core) seran destinats a producció i el altre (quad core) a desenvolupament/preproducció.

Els servidors destinats a producció es connectaran mitjançant iSCSI a la cabina externa de disc per poder compartir recursos de disc (a determinar com serà la implantació) i poder fer live-migrations (migracions en calent) de màquines virtuals. Aquesta capacitat ens permetrà poder moure servidors virtuals entre els dos servidors en cas de caiguda d'un dels dos nodes dels servidors necessaris per poder continuar donant serveis.

El servidor de desenvolupament/preproducció també es connectara amb la cabina però només amb l'objectiu de donar disc als servidors virtuals.

# Capítol 3. Duració del projecte i assignació de persones

Per la complexitat del projecte i per la migració de entorns de producció el client vol estar segur que els nous servidors funcionen correctament.

Per altra banda també vol que els seus tècnics estiguin formats en la gestió de servidors virtuals i de la cabina externa, demana tant sessions de formació com documentació.

Per tot això es planificara un projecte amb una duració de 24 setmanes i 1 setmana de formació.

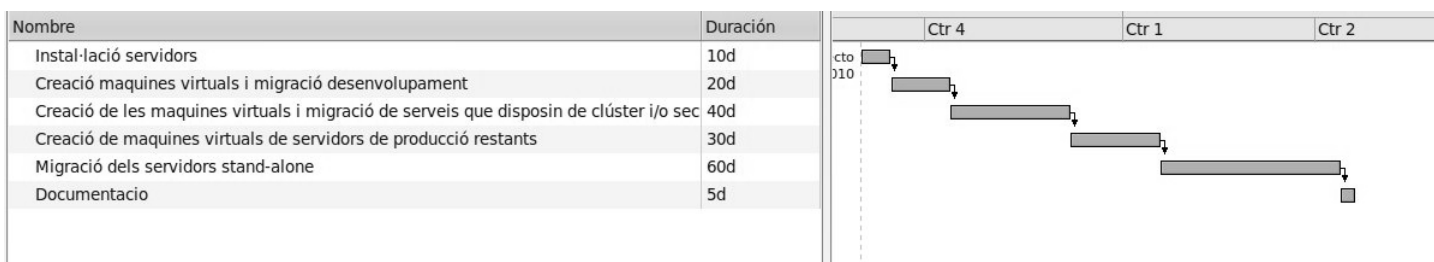
El client aporta un tècnic permanent per donar suport i coneixement del entorn.

Es procedira de la següent manera:

- Instal·lació dels servidors destinats a virtualització: 2 setmanes.
- Creació de les màquines virtuals i migració de servidors de desenvolupament i preproducció: 4 setmanes.
- Creació de les màquines virtuals i migració de serveis que disposin de clúster i/o secundari (per exemple, DNS secundari, servidor d'impressió de backup,...): 8 setmanes.
- Creació de màquines virtuals de servidors de producció restants: 6 setmanes.
- Migració dels servidors stand-alone: 12 setmanes.
- 1 Setmana de formació i entrega de documentació.

Un diagrama de gant de tota la planificació

**Figura 3.1. Planificació**



Tècnics assignats i dedicació:

- Tècnic sènior en virtualització, Linux, serveis de xarxa, correu, servidors d'aplicació. Durant tot el projecte 25 setmanes..
- Tècnic sènior en Windows. Només durant la migració dels servidors Windows (4 servidors) 6 setmanes.
- Tècnic sènior en Base de Dades. Només durant la migració dels servidors de BBDD - oracle i MySQL- (8 servidors) 8 setmanes.

Duració del projecte i  
assignació de persones

---

- Tècnic sènior en gestió de Storage (SAN, NAS ..) 4 setmanes.
- Coordinador del projecte: 25 setmanes.

Un resum en la taula següent:

**Taula 3.1. Hores tècnic**

<b>Tècnic</b>	<b>Hores</b>	<b>Preu/hora</b>
Tècnic sènior en virtualització, Linux, serveis de xarxa, correu, servidors d'aplicació.	1000h	27,5€/h
Tècnic sènior en Windows	240h	25€/h
Tècnic sènior en Base de Dades	320h	30€/h
Tècnic sènior en gestió de Storage (SAN, NAS ..)	160h	27,5€/h
Coordinador del projecte	480h	35€/h

El pressupost per tot els tècnics es de 64300€.

---

# Capítol 4. Anàlisi requeriments del client

Els principals objectius del client son els següents:

- Actualització de maquinari.
- Reduir la despesa en manteniment del servidors
- Reduir el consum energètic.
- Utilitzar la Virtualització allà on sigui possible.

Aquests Objectius son en la seva concepció requeriments del projecte. Per aquest motiu analitzarem en detalls els objectius/requeriments dels client.

## Actualització de maquinari, reduir despesa energètica i manteniment

En els requeriments del client demana una actualització de maquinari amb les següents característiques:

- Reduir la despesa en manteniment del servidors.
- Reduir el consum energètic.

Per fer la actualització de maquinari es proposa la compra dels següents servidors i Storage Extern.

**Taula 4.1. Funció dels servidors**

Tipus	Objectiu
2 servidors DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD six core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Virtualització / producció
1 servidors DELL PowerEdge R805 amb 2 processadors AMD quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències de dia següent	Virtualització / desenvolupament - preproducció
7 servidors DELL PowerEdge R300 amb 1 processadors Intel quad core de baix consum, amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Producció BBDD, Servidor de disc
SAN DELL EqualLogic PS5000 amb 4TB (Cabina de discos iSCSI), amb garantia de 3 anys i suport per incidències crítiques de 4 hores	Tots els entorns

Aquests servidors de la casa DELL son servidors d'última generació amb els processadors de baix consum de AMD e INTEL. Aquests utilitzen el següents processadors:

- Quad Core AMD Opteron™ 2372HE; 2.1GHz, 55W ACP

- Six Core AMD Opteron™ 2425HE; 2.1GHz, 55W ACP
- Quad Core Intel® Xeon® L5410, 2.33GHz, 2x6M Cache, 1333MHz FSB (50W)

Tots són processadors de baix consum i es produirà una reducció de servidors que passarem de al voltant de 20 servidors a 10 servidors . Amb això aconseguirem un del objectius/requeriments del client que es reduir la despesa energètica.

Per altra banda amb l'adquisició dels nous servidors es compraran amb l'extensió de garantia a 3 anys i un suport determinat, és a dir, tots els servidors de producció i la cabina de discos iSCSI es compraran amb suport per incidències crítiques de 4 hores, per altra banda el servidor destinat per albergar als servidors de desenvolupament-preproducció es contractarà suport per incidències de dia següent. Amb això aconseguirem reduir la despesa en manteniment dels servidors a quasi 0 € ja que totes les incidències de maquinari les cobrirà la garantia durant 3 anys. Que es un altre dels objectius/requeriments del client.

## Virtualització

Per aconseguir aquests objectiu es proposara utilitzar la tecnologia Kernel Virtual Machine (KVM) de Red Hat. Aquesta tecnologia esta present com a estable en la ultima versió de CentOS (la versió 5.4) i disposa de les eines necessàries per la seva administració, a més de eines de migracions en calent (Live Migrations) que ens proporcionarà alta disponibilitat. Utilitzarem aquesta versió de sistema operatiu ja que el client ens demana que no tingui cost de llicències que sigui un producte Open Source i que estigui suficientment suportat.

El KVM es una tecnologia propietat de Red Hat que proporciona virtualització a nivell de instrucció de processador, a diferencia de Xen que fa para-virtualització. A més el KVM es un modul mes del Kernel de Linux i no fa falta la modificació de els sistemes operatius de les màquines virtuals com necessita per exemple XEN.

Aquesta tecnologia esta completament suportada per la distribució de NU/Linux que utilitza el client, que es CentOS i que era un dels requeriments del client.

Els servidors que s'utilitzaran seran els 3 servidors DELL R805, dos dels quals (six core) seran destinats a producció i el altre (quad core) a desenvolupament/preproducció.

Els servidors destinats a producció es connectaran mitjançant iSCSI a la cabina externa de disc per poder compartir recursos de disc (a determinar com serà la implantació) i poder fer live-migrations (migracions en calent) de màquines virtuals. Aquesta capacitat ens permetrà poder moure servidors virtuals entre els dos servidors en cas de caiguda d'un dels dos nodes dels servidors necessaris per poder continuar donant serveis.

El servidor de desenvolupament/preproducció també es connectara amb la cabina però només amb l'objectiu de donar disc als servidors virtuals.

Els servidors de disc i base de dades no es virtualitzaran ja que el client demana que aquests entorns siguin ràpids i actualment la tecnologia de virtualització del subsistema de Entrada/sortida esta molt penalitzada. Per aquest motiu es descarta la utilització de la virtualització per aquests sistemes.

---

# Capítol 5. Creació i Administració de màquines Virtuals

En les següents seccions s'explicara com gestionar màquines virtuals, tant la seva creació com la seva administració.[18]

Per crear i gestionar les màquines virtuals farem servir les comandes **virsh**, **virt-install**, **virt-clone** i la aplicació gràfica **virt-manager**.

## Instal·lació

### Instal·lació dels paquets necessaris

Per instal·lar un servidor Host o amfitrió amb una instal·lació de CentOS en el moment de seleccionar els tipus d'instal·lació farem lo següent:

1. Farem una instal·lació estàndard amb una particionament normal del disc dur (s'ha de tenir en compte que els servidors aniran punxats a la cabina iSCSI).
2. A l'hora d'escollir el tipus d'instal·lació seleccionarem "Personalizar ahora/Customize now".

**Figura 5.1. Selecció tipus d'instal·lació**



3. Seleccionarem Virtualització i KVM dins d'aquest.

Figura 5.2. Selecció de KVM



4. Acabarem la instal·lació. Al reiniciar es recomana deshabilitar el SELinux.

En cas que tinguem el servidor instal·lat per instal·lar els paquets necessaris instal·larem el grup KVM. De la següent manera:

```
#yum groupinstall KVM
```

Adicionalment instal·larem els següents paquets.

```
#yum install libvirt-python python-virtinst
```

## Configuració de la xarxa

Explicarem com configurar la xarxa, utilitzarem la configuració mitjançant la compartició dels dispositius físics mitjançant bridge. En aquest cas utilitzarem la interfície física **eth0** i el dispositiu de bridge **br0**. Configurarem de la següent manera:

### Deshabilitar el NetworkManager

El NetworkManager no es compatible amb els bridge per aquest motiu deshabilitarem del NetworkManager i habilitarem el servei de network

```
# chkconfig NetworkManager off
# chkconfig network on
# service NetworkManager stop
# service network start
```

### Configuració dels scripts d'arranc

Crearem o editarem els fitxers de configuració per cada una de les interfícies físiques que compartirem. Canviarem al directori **/etc/sysconfig/network-scripts**:

```
#cd /etc/sysconfig/network-scripts
```

Editarem el fitxer de configuració del dispositiu que volem configurar. En aquests cas el `ifcfg-eth0` que correspon a la interfície i definirem el dispositiu associat de bridge, el **br0**:

```
DEVICE=eth0
HWADDR=00:21:85:10:E4:53
ONBOOT=yes
TYPE=Ethernet
BRIDGE=br0
```

Crearem el nou fitxer de configuració en la mateixa ubicació **/etc/sysconfig/network-scripts**. Aquest fitxer tindrà el nom **ifcfg-br0** o similar. El fitxer quedara de la següent manera: Per configuracions amb DHCP:

```
DEVICE=br0
TYPE=Bridge
BOOTPROTO=dhcp
ONBOOT=yes
DELAY=0
```

Per configuracions amb IP estàtica:

```
DEVICE=br0
TYPE=Bridge
BOOTPROTO=static
IPADDR="Static IP address"
NETMASK="Netmask"
GATEWAY="Gateway"
ONBOOT=yes
```

Reiniciem el servei de xarxa:

```
# service network restart
```



Reiniciem el libvirt daemon.

```
# service libvirtd reload
```

Revisem la configuració.

```
# brctl show
bridge name bridge id          STP enabled interfaces
br0        8000.00218510e453 no          eth0
virbr0     8000.000000000000 yes
```

## Configuració del emmagatzematge

Per organitzar correctament el espai i/o dispositius utilitzats per les màquines virtuals crearem "pools" d'emmagatzematge. Aquest pools es configuraran segons el tipus que corresponguin, en aquests projecte només considerarem sistemes de fitxers i dispositius iSCSI.

### Pools de sistemes de fitxers

#### Creació amb virsh

Per crear un "pool" amb la comanda **virsh** procedirem de la següent manera: Creem un fitxer amb un contingut semblant al següent:

```
# vi pool-iscsi.xml
<pool type='dir'>
  <name>nom_pool</name>
  <source>
  </source>
  <target>
    <path>punt_de_montatge</path>
  </target>
</pool>
```

on

- **nom\_pool** es el nom que volem donar al "pool".
- **punt\_de\_montatge** es el filesystem on volem crear el pool (ha de estar creat anteriorment).

Un exemple seria el següent:

```
# vi VM.xml
<pool type='dir'>
  <name>VM</name>
  <source>
```

```
</source>  
<target>  
  <path>/vm</path>  
</target>  
</pool>
```

Per crear el "pool" executarem el següent comanda:

```
# virsh pool-create VM.xml  
Grupo VM creado desde VM.xml  
#
```

Podem comprovar que esta creat correctament:

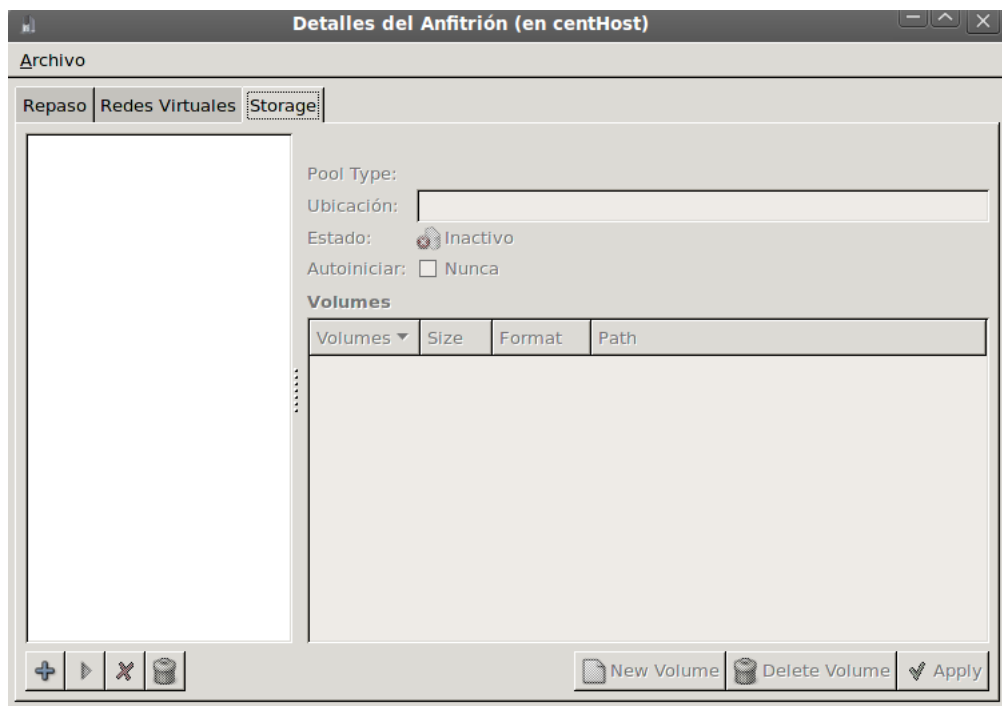
```
# virsh pool-list  
Nombre                Estado      Autoiniciar  
-----  
VM                    activo     no  
#
```

### Creació amb virt-manager

Per crear el "pool" amb l'aplicació virt-manager seguirem els següents passos:

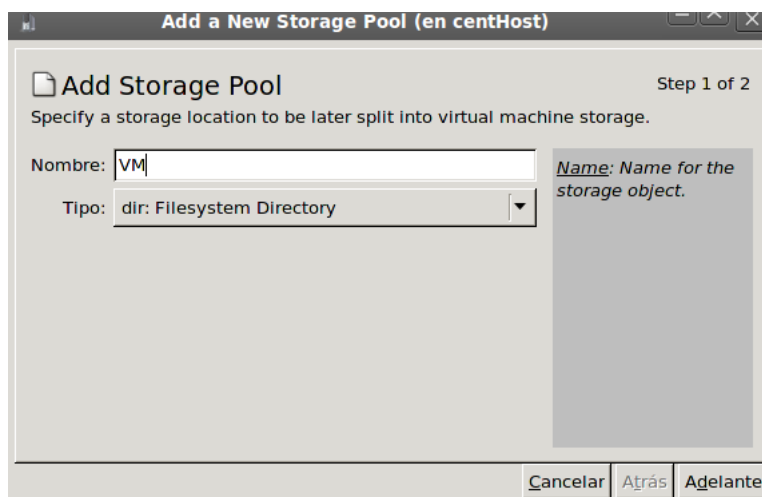
Seleccionarem "Detalles --> Propiedades del anfitrión" i ens ubicarem a la pestanya "Storage"

**Figura 5.3. Virt-manager storage-1**



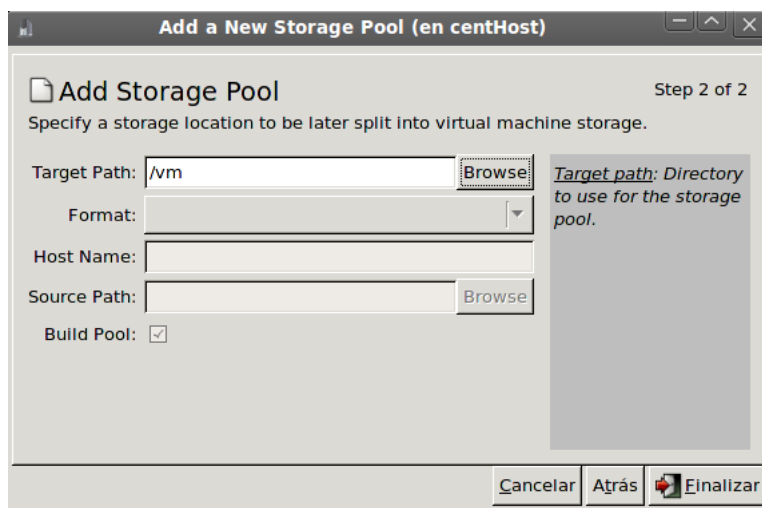
Donarem a add pool (simbol +), posarem nom i seleccionarem "dir:filesystem directori"

**Figura 5.4. Virt-manager storage-2**



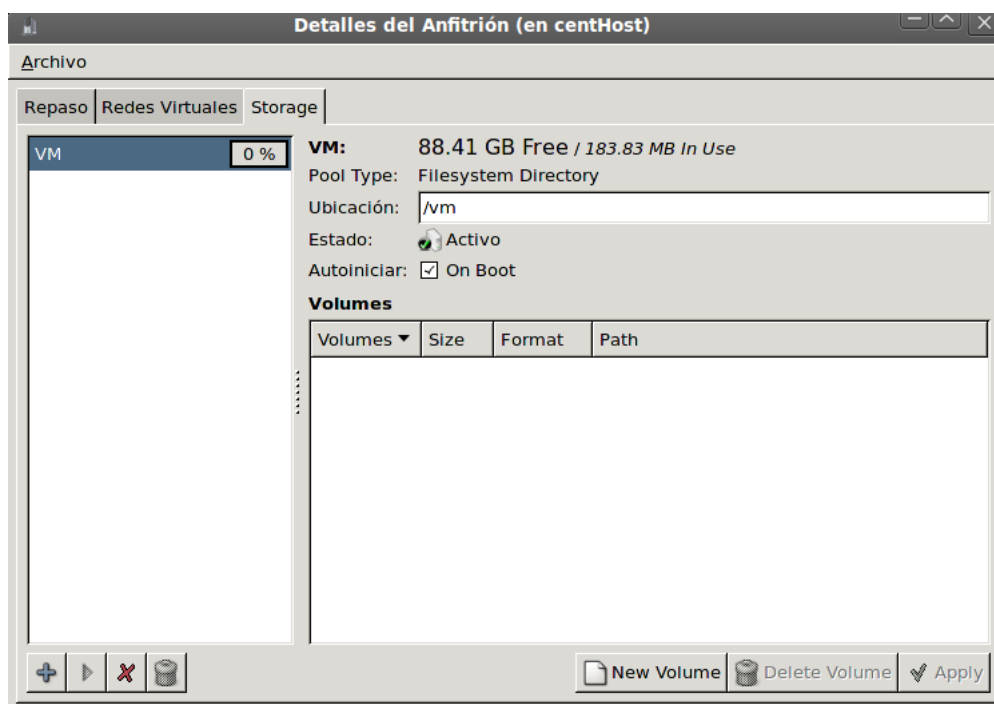
Seleccionarem el punt de muntatge i finalitzem.

**Figura 5.5. Virt-manager storage-3**



Podem veure que s'ha afegit el nou "pool".

**Figura 5.6. Virt-manager storage-4**



## Pools de iSCSI

### Creació amb virsh

Per crear un "pool" amb la comanda **virsh** procedirem de la següent manera: Creem un fitxer amb un contingut semblant al següent:

```
# vi pool-vm.xml
<pool type='iscsi'>
  <name>nom_pool</name>
  <source>
    <host name='ip/hostname' />
    <device path='id_iscsi' />
  </source>
  <target>
    <path>/dev/disk/by-path</path>
  </target>
</pool>
```

on

- **nom\_pool** es el nom que volem donar al "pool".
- **ip/hostname** es al ip/hostname del target iSCSI.
- **id\_iscsi** es el identificador iSCSI del target iSCSI.

Un exemple seria el següent:

```
# vi pool-vm.xml
<pool type='iscsi'>
  <name>iSCSI</name>
  <source>
    <host name='192.168.1.34' />
    <device path='iqn.2005-03.org.open-iscsi:3b605a307453' />
  </source>
  <target>
    <path>/dev/disk/by-path</path>
  </target>
</pool>
```

Per crear el "pool" executarem el següent comanda:

```
# virsh pool-create pool-iscsi.xml
Grupo iSCSI creado desde pool-iscsi.xml
#
```

Podem comprovar que esta creat correctament:

```
# virsh pool-list
Nombre                Estado      Autoiniciar
-----
iSCSI                 activo     no
#
```

Podem veure el volums iSCSI disponibles

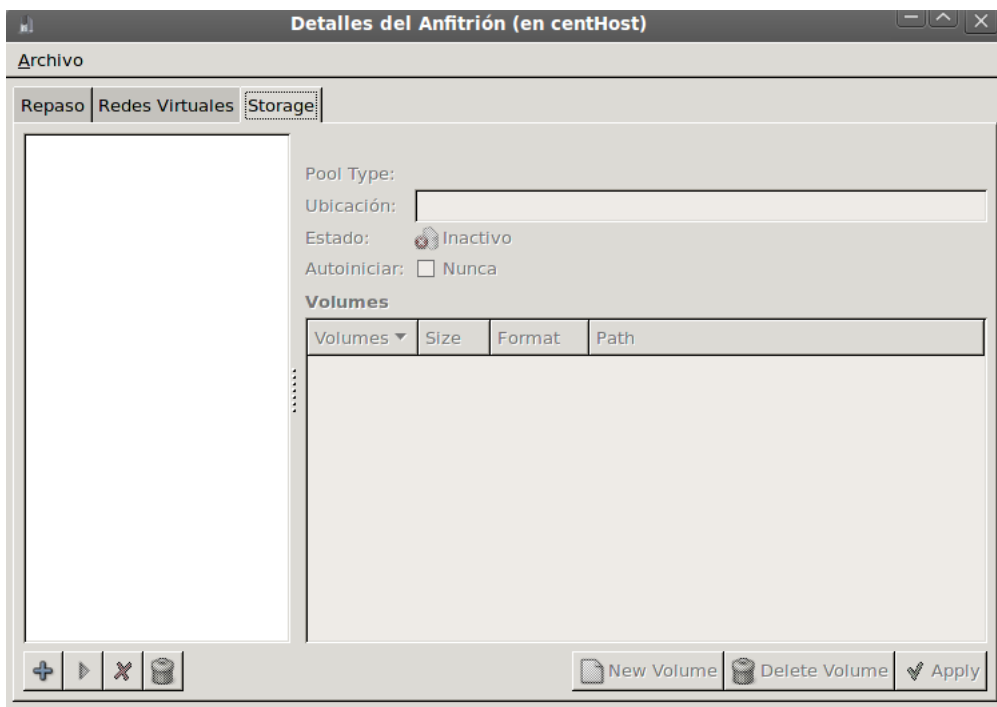
```
# virsh vol-list iSCSI
Nombre                Ruta
-----
6.0.0.0              /dev/disk/by-path/ip-192.168.1.34:3260..
6.0.0.1              /dev/disk/by-path/ip-192.168.1.34:3260..
#
```

### Creació amb virt-manager

Per crear el "pool" amb l'aplicació virt-manager seguirem els següents passos:

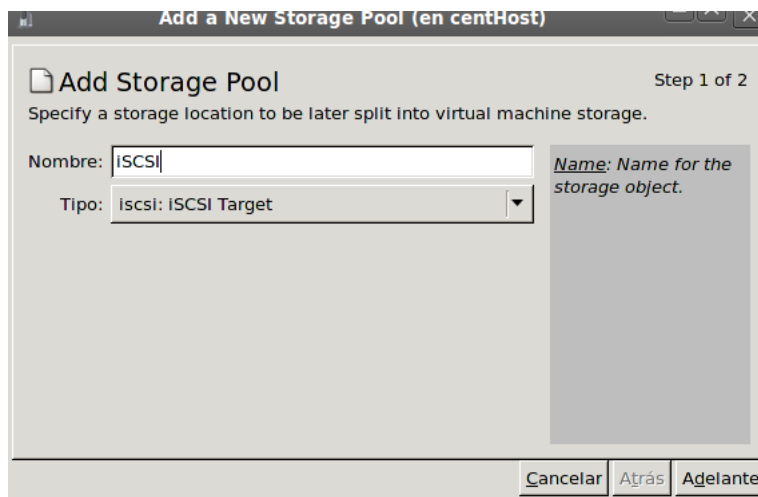
Seleccionarem "Detalles --> Propiedades del anfitrión" i ens ubicarem a la pestanya "Storage"

**Figura 5.7. Virt-manager storage-i1**



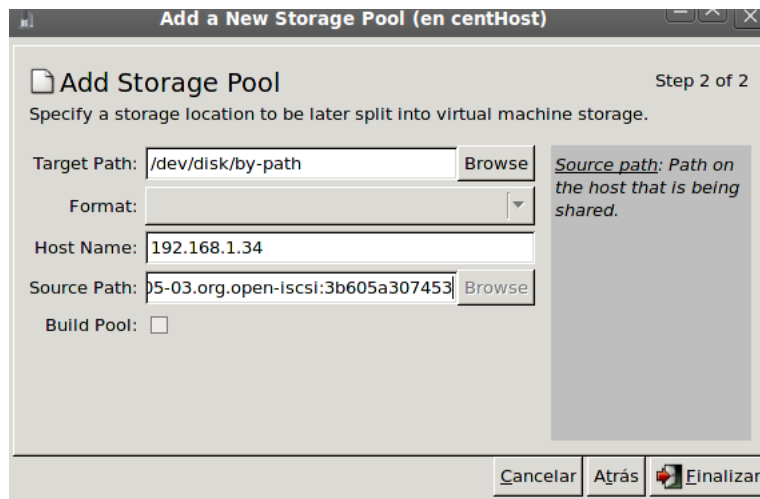
Donarem a add pool (simbol +), posarem nom i seleccionarem "iscsi:iSCSI Target"

**Figura 5.8. Virt-manager storage-i2**



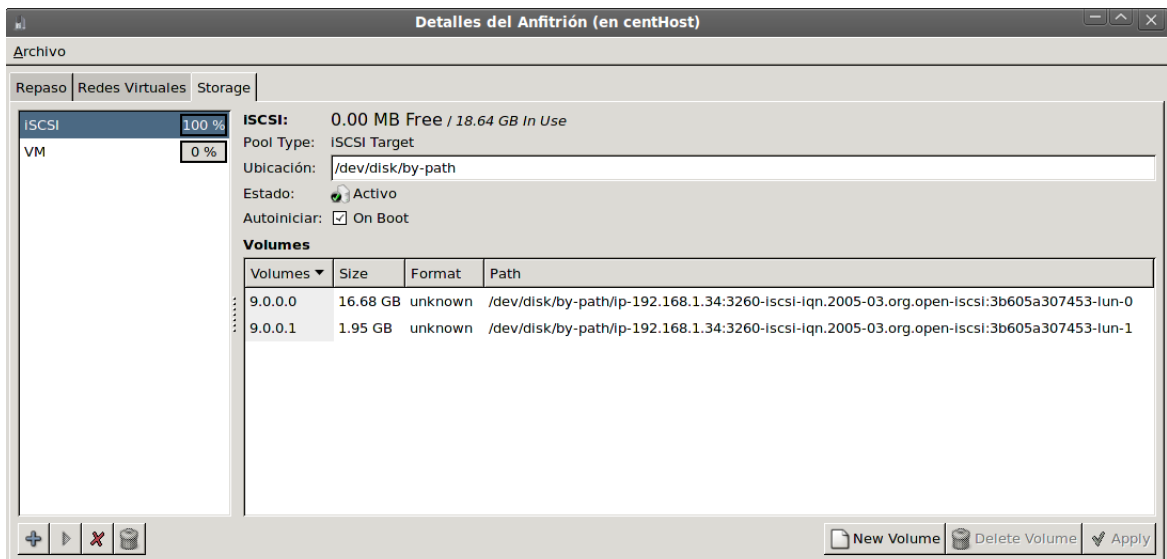
Seleccionarem les dades del target iSCSI.

**Figura 5.9. Virt-manager storage-i3**



Podem veure que s'ha afegit el nou "pool".

**Figura 5.10. Virt-manager storage-i4**



## Creació i clonació de màquines virtuals

### Creació de màquines virtuals

#### Creació amb virt-install

La comanda **virt-install** proporciona moltes opcions, per veure totes les opcions podem executar:

```
# virt-install --help
```

Per crear les màquines virtuals en el entorn del projecte les crearem amb la següent plantilla:

```
# virt-install \  
-n "nom_maquina_virtual" \  
-r "memoria" \  
--vcpus="num_virtual_cpus" \  
-v \  
-c "imatge_iso" \  
--file="ubicació_image" \  
--file-size="tamany_image" \  
--network=bridge:"BRIDGE" \  
--nonsparse \  
--accelerate \  
--vnc \  
--noautoconsole \  
--keymap=es \  
--os-type=linux
```

on

- **nom\_maquina\_virtual** es el nom que volem donar a la Màquina Virtual.
- **memoria** es al memòria que volem assignar a la Màquina Virtual.
- **num\_virtual\_cpus** indica el número de CPUS virtuals assignades a la Màquina Virtual.
- **-v** indica mode verbose.
- **imatge\_iso** indica quina imatge iso ha de muntar com a CDROM per fer la instal·lació.
- **ubicació\_image** es la ubicació on estarà el disc de la Màquina Virtual.
- **tamany\_image** es el tamany on estarà del disc de la Màquina Virtual.
- **network=bridge:"BRIDGE"** es la interfície de xarxa que volem connectar el servidor.
- **nonsparse**ens indica que hem de assignar tot l'espai.
- **accelerate** indica que hem de fer servir full-virtualització (KVM).
- **vnc** ens indica que la consola serà de tipus gràfic mitjançant VNC.
- **noautoconsole** per que no obri automàticament la consola.
- **keymap=es** ens indica que el teclat es en espanyol.
- **os-type=linux** ens indica que el sistema operatiu es linux, podria canviar-se per windows.

un exemple (amb 256MB de ram, 1 vCPU, amb un disc de 10G i que utilitzara la interfície br0):

```
# # virt-install \  
> -n vm1 \  
> -r 256 \  
> --vcpus=1 \  
> -v \  
> \
```



```
> -c "/vm/CentOS-5.5-x86_64-bin-DVD-1of2.iso" \  
> --file=/vm/vm1.img \  
> --file-size=10 \  
> --network=bridge:br0 \  
> --nonsparse \  
> --accelerate \  
> --vnc \  
> --noautoconsole \  
> --keymap=es \  
> --os-type=linux  
  
Starting install...  
Creating domain...  
Domain installation still in progress. You can reconnect to  
the console to complete the installation process.  
[root@centHost vm]#
```

Ens podrem connectar mitjançant el virt-manager o el virt-viewer per fer la instal·lació.

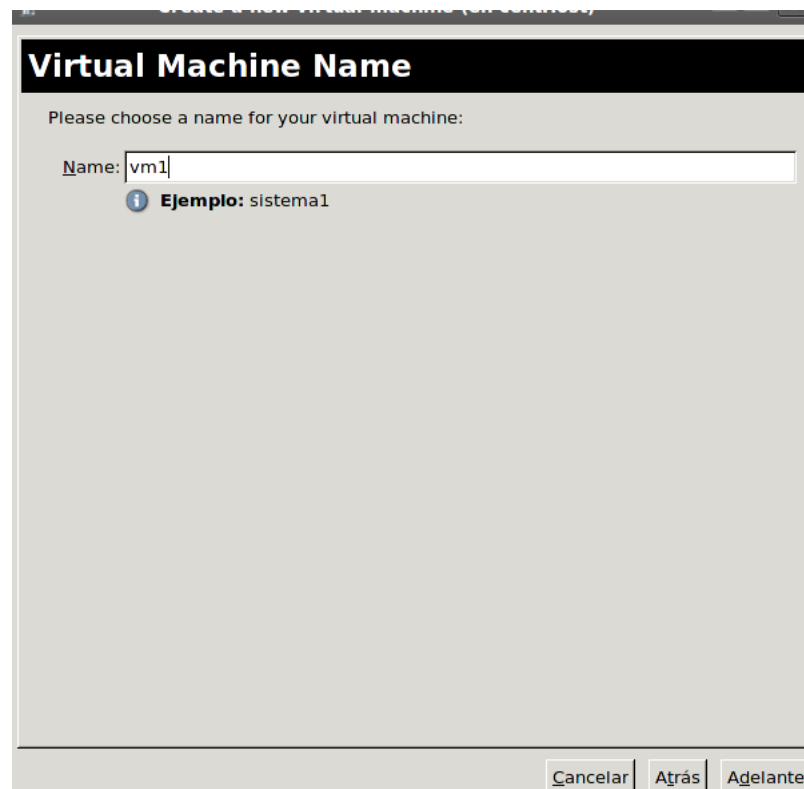
## Creació amb virt-install

Per crear la Màquina Virtual amb l'aplicació virt-manager seguirem els següents passos:

Seleccionarem el host boto dret-->nuevo.

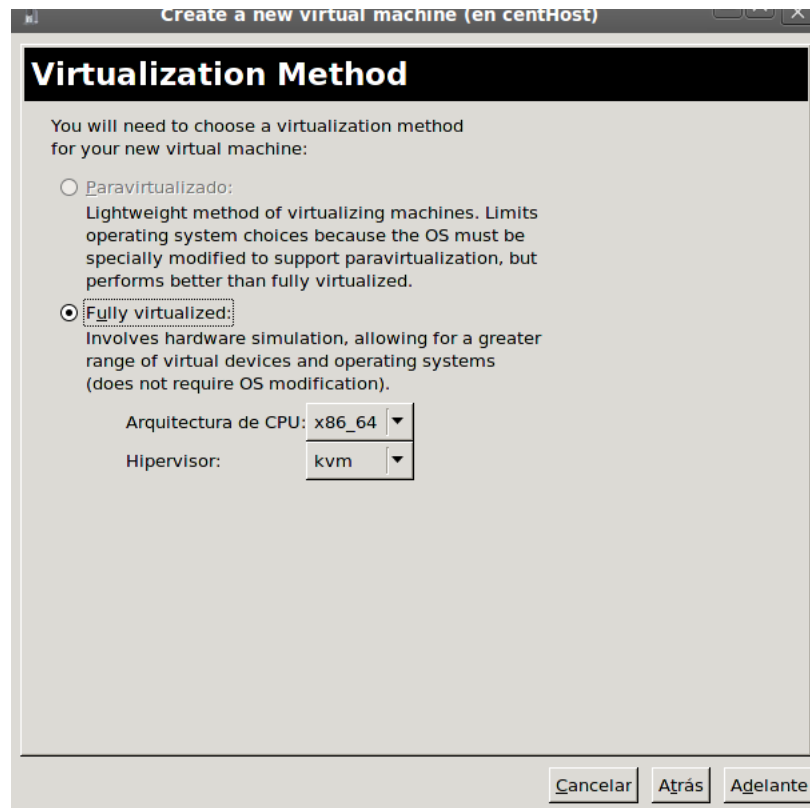
Posarem nom a la Màquina Virtual.

### Figura 5.11. Virt-manager crear-1



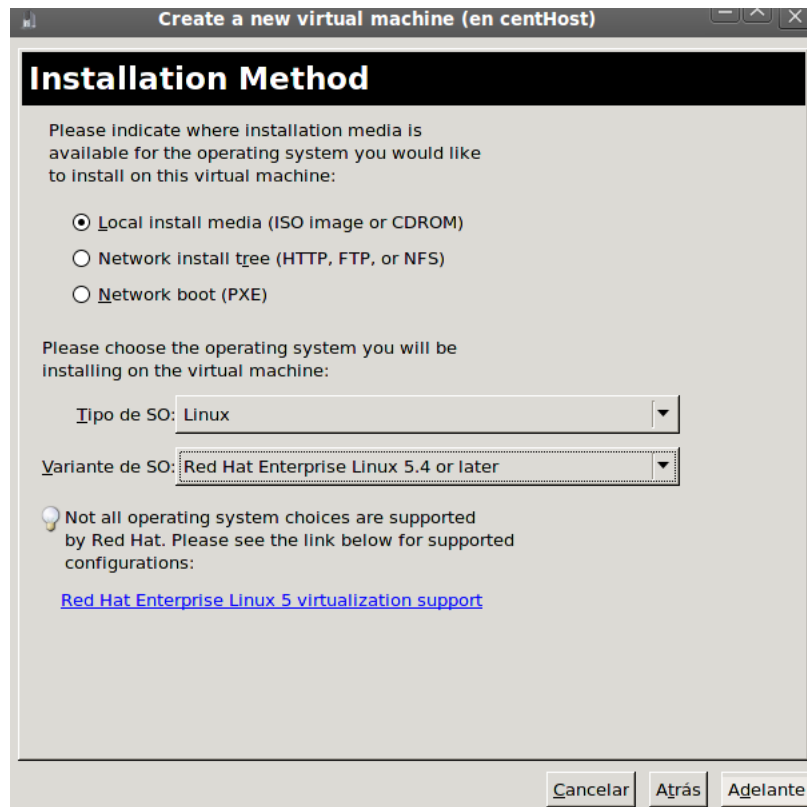
Seleccionarem el tipus de virtualització, en el nostre cas KVM i l'arquitectura que necessitem (x86 o x86\_64).

**Figura 5.12. Virt-manager crear-2**



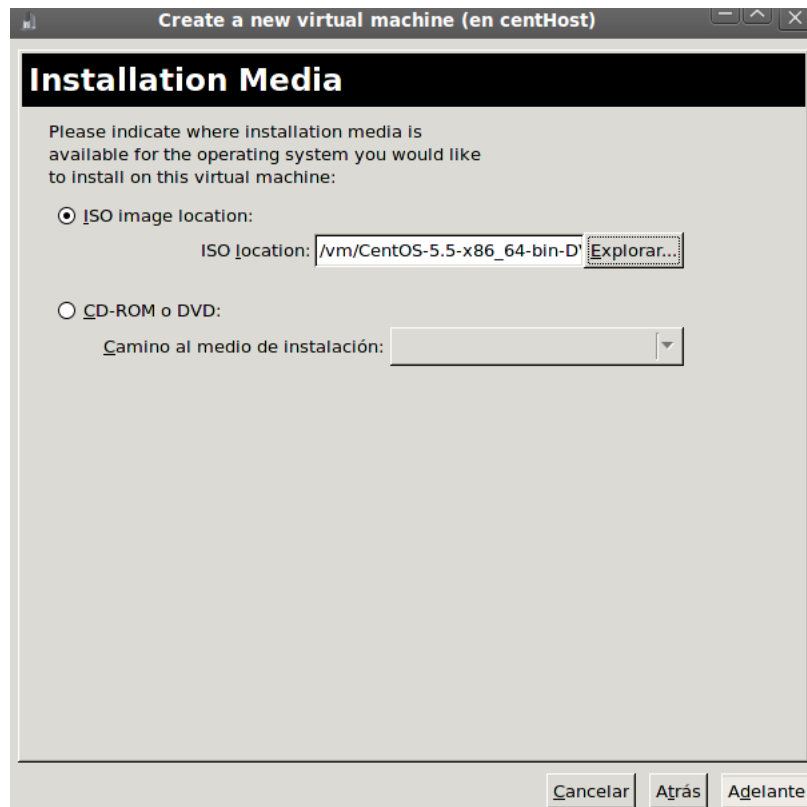
Posarem el medi que instal·larem el servidor, en aquest cas CDROM. El tipus de sistema operatiu (linux, windows) i la versió d'aquests, com instal·larem CentOS posarem la seva versió equivalent de RHEL.

**Figura 5.13. Virt-manager crear-3**



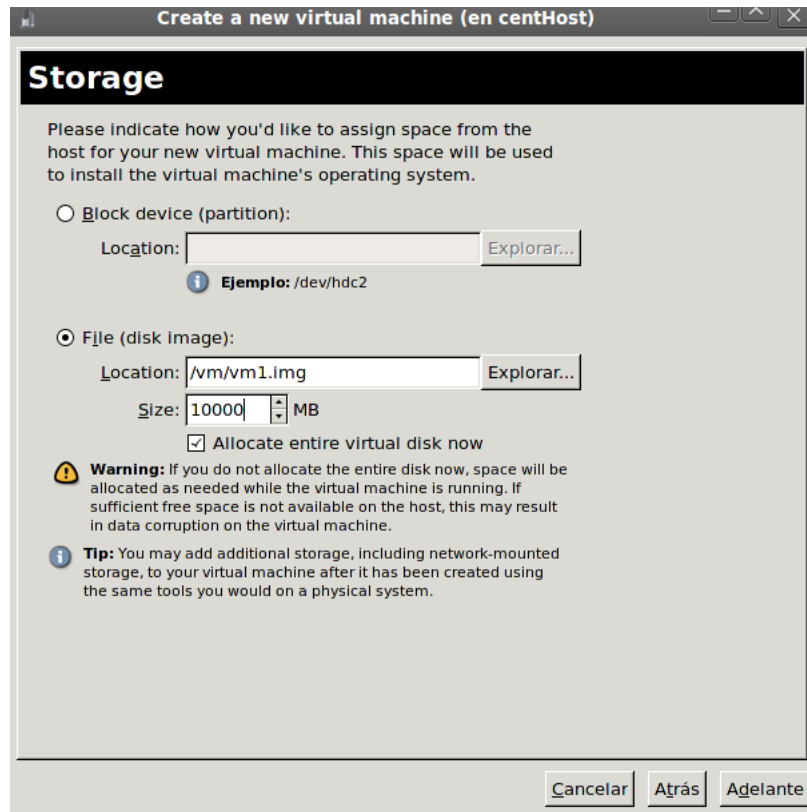
Posarem la ubicació on es troba la ISO del sistema operatiu.

**Figura 5.14. Virt-manager crear-4**



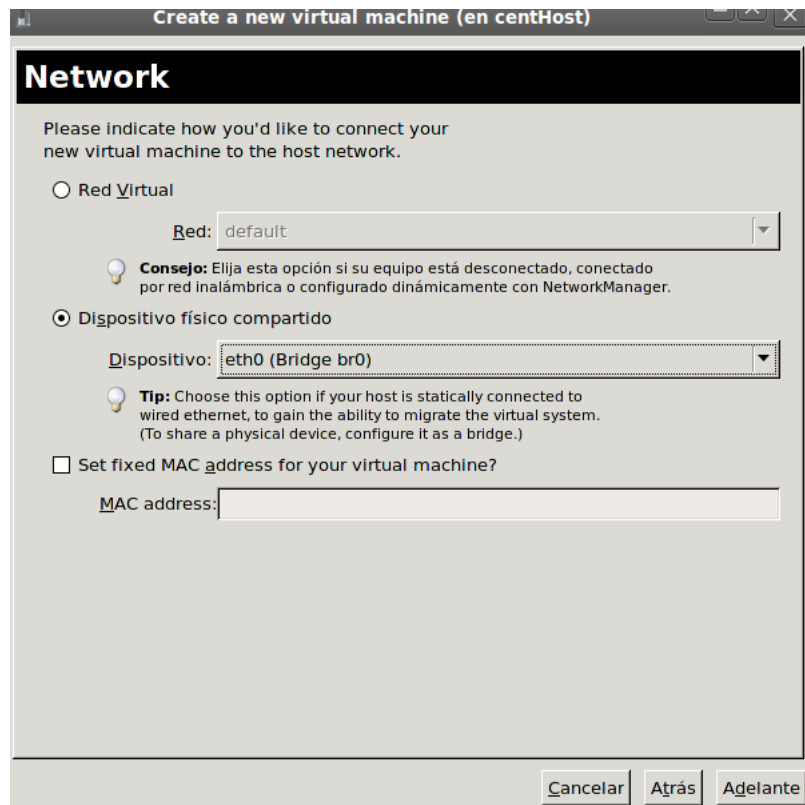
Configurarem la ubicació del fitxer de disc de la Màquina Virtual i el tamany.

**Figura 5.15. Virt-manager crear-5**



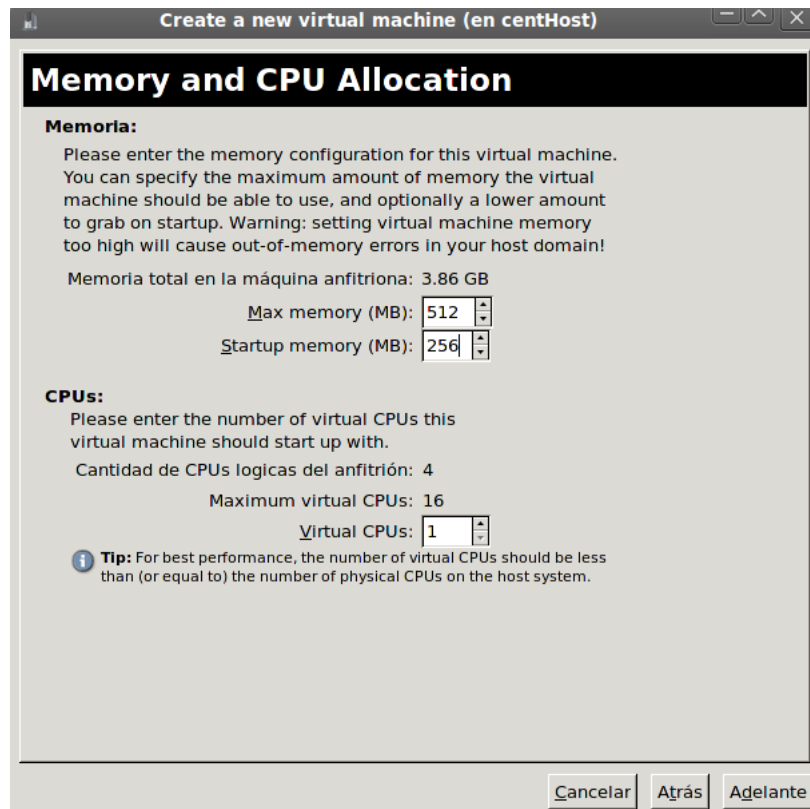
Configurarem la xarxa, en aquest cas dispositiu compartit.

Figura 5.16. Virt-manager crear-6



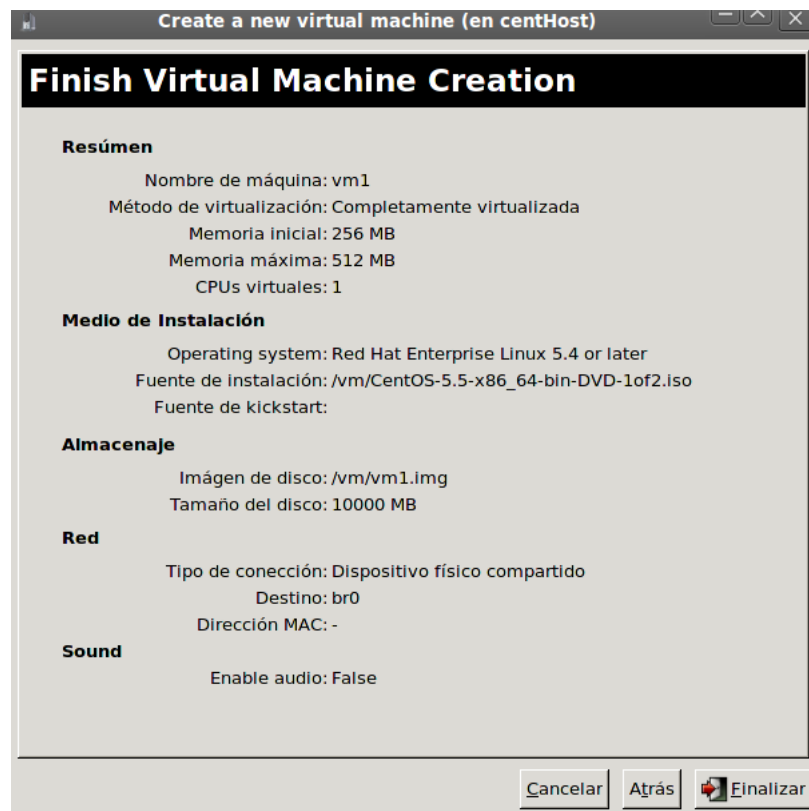
Assignarem la memòria i les vCPUs.

Figura 5.17. Virt-manager crear-7



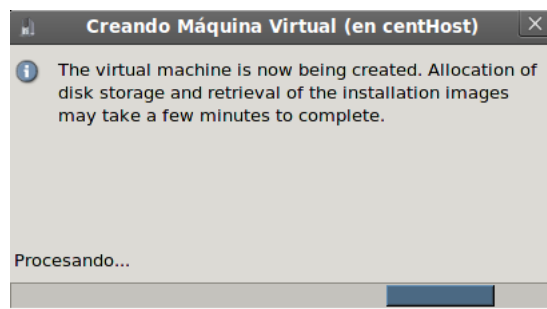
Finalitzem i ens treure la configuració a aplicar.

**Figura 5.18. Virt-manager crear-8**



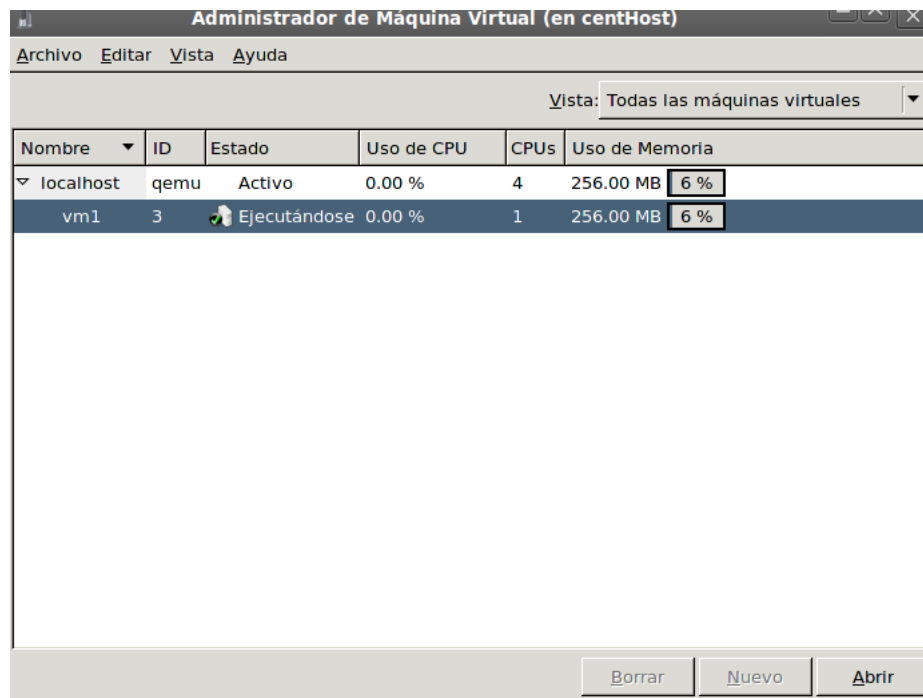
Pantalla d'espera de la creació de la Màquina Virtual.

**Figura 5.19. Virt-manager crear-9**



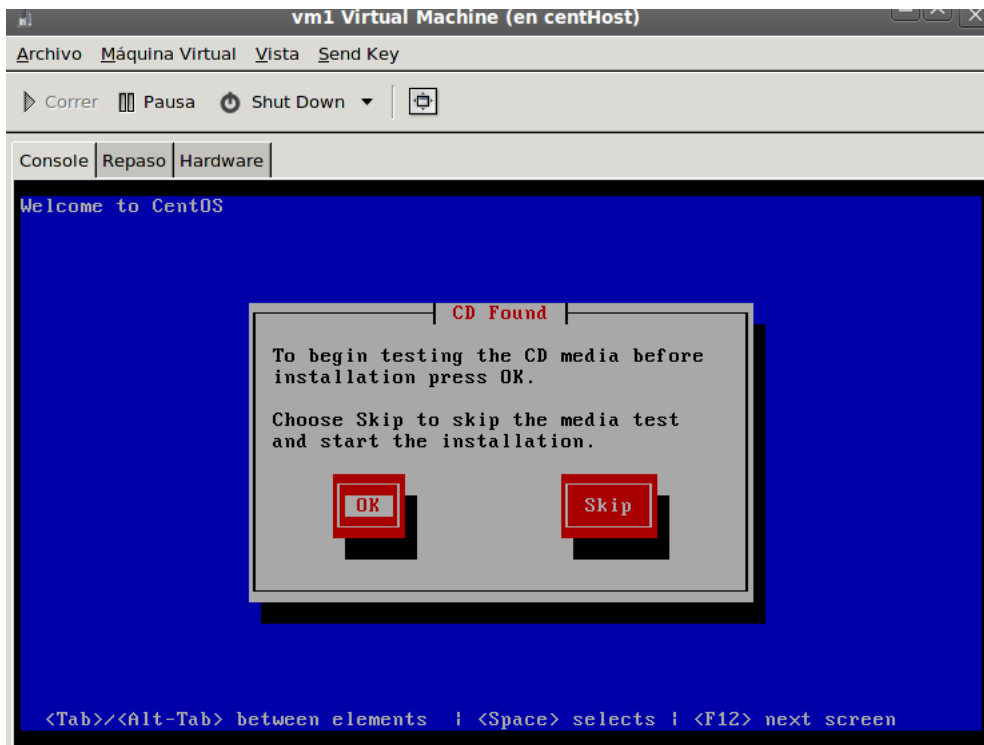
A la pantalla principal ja tenim creada la Màquina Virtual.

**Figura 5.20. Virt-manager crear-10**



Fem doble click o boto dret--> Abrir, ens mostrara la maquina iniciada i possiblement ha amb la instal·lació començada.

**Figura 5.21. Virt-manager crear-11**



Per a crear una instal·lació amb un disc iSCSI, en el moment a seleccionar el disc, seleccionarem una "block device partition" i navegarem fins al /dev/disk/by-path i seleccionarem el dispositiu iSCSI (p.ex ip-192.168.1.34:3260-iscsi-iqn.2005-03.org.openiscsi:3b605a307453-lun-0).

## Clonació de màquines virtuals

La clonació de màquines virtuals només es pot fer amb la comanda **virt-clone**. Aquesta comanda disposa de opcions que podem comprovar de la següent manera:

```
# virt-clone --help
```

Per clonar les màquines virtuals en el entorn del projecte primer crearem una Màquina Virtual "plantilla" per cada distribució que tenim, CentOS 3, CentOS 4, CentOS 5, per poder fer més fàcil les instal·lacions. Després utilitzarem la següent plantilla per clonar:

```
# virt-clone \  
--original "nom_maquina_virtual_original" \  
-name "nou_nom" \  
--file="ubicació_image" \  
--nonsparse
```

on

- **nom\_maquina\_virtual\_original** es el nom de la Màquina Virtual que volem clonar.
- **nou\_nom** es el nou de la nova Màquina Virtual.
- **ubicació\_image** es la ubicació del disc de la Màquina Virtual.

Un exemple:

```
# virt-clone \  
> --original vm1 \  
> --name vm2 \  
> --file=/vm/vm2.img \  
> --nonsparse  
Cloning /vm/vm1.img  
  
Clone 'vm2' created successfully.  
#
```

## Administració de màquines virtuals

Per administrar les màquines virtuals podem fer servir la interfície gràfica **virt-manager** o amb la eina **virsh**.

### Administració amb virsh

En la següent taula es presenten les principals opcions de **virsh** que permeten administrar una Màquina Virtual.



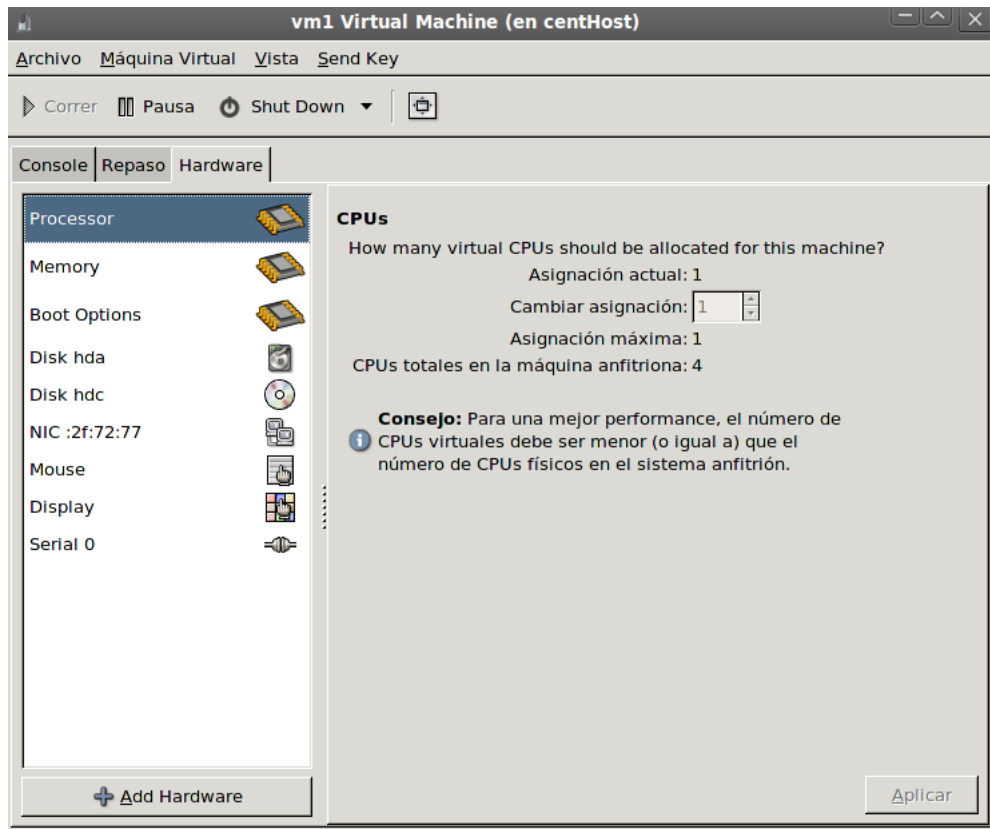
**Taula 5.1. Opcions de virsh**

Opció	descripció
list	llista les màquines virtual actives
list --all	llista les totes màquines virtual
start vm_name	arrenca la "vm_name"
shutdown vm_name	para la "vm_name"
reboot vm_name	reinicia la "vm_name"
destroy vm_name	para una Màquina Virtual de forma brusca "simulant una perdua de energia"
dominfo vm_name	mostra informació bàsica de la "vm_name"
attach-disk domain-id source target optional --driver driver --subdriver subdriver --type type --mode mode	permet afegir un disc a un servidor virtual
attach-interface vm_name type source optional --target target --mac mac --script script	permet afegir una interfície de xarxa a un servidor virtual
dettach-disk vm_name target	permet treure un disc d'un servidor virtual
dumpxml vm_name	mostra el fitxer xml de configuració de la "vm_name"
edit vm_name	permet editar el fitxer xml de configuració de la "vm_name"

### Administració amb virt-manager

L'administració mitjançant virt-manager es mes visual i tot es concentra a la pantalla d'administració de la Màquina Virtual aquesta ens permet apagar, arrencar, o afegir dispositius a la Màquina Virtual. Podem veure en la següent imatge:

**Figura 5.22. Virt-manager administració**



## Live migrations

En aquest apartat parlarem de la migració de les màquines virtual. La migració de màquines virtuals es el proces de moure una Màquina Virtual d'un host físic a un altre. La migració de màquines virtuals ens pot servir per:

- Balanceig de carrega: Per moure una Màquina Virtual a un altre host físic que tingui mes recursos lliures quan el host actual esta sobrecarregat.
- Problemes amb el maquinari: Si cau el host on estan les màquines virtuals moure aquestes a un altre host i no tenir pèrdues importants de servei.
- Estalvi de energia: En períodes de poca carrega dels servidors hosts es poden moure les màquines virtuals a un sol host i apagar la resta. Amb això aconseguim reduir la despesa energètica.

Les migracions poden ser "live" (en calent) o offline (parant el servidor). Per migrar una Màquina Virtual el emmagatzemament ha de ser compartit.

En el entorn del projecte el entorn compartit seran dispositius iSCSI que estaran presentats als dos servidors de producció. Aquests dispositius iSCSI tindran que estar afegits als pools de gestors de màquines virtuals (KVM) com s'ha mostrat anteriorment, d'aquesta podrem fer migracions en calent.

Per poder fer les migracions les podrem amb la comanda **virsh** o amb la l'aplicació **virt-manager**, sempre assegunt-nos que al altre hosts hi han suficients recursos (principalment memòria)

## Migracions amb virsh

Per fer la migració amb la comanda **virsh** seguirem els següents passos:

Primer verificarem que esta funcionant la maquina host al servidor on executarem la comanda:

```
[root@centHost vm]# virsh list
Id Nombre          Estado
-----
 4 vm1             ejecutándose
[root@centHost vm]#
```

Migrarem la Màquina Virtual:

```
[root@centHost vm]# virsh migrate ---live \
vm1 qemu+ssh://centHostbck/system
```

Comprovarem que la maquina esta funcionant correctament a l'altra servidor.

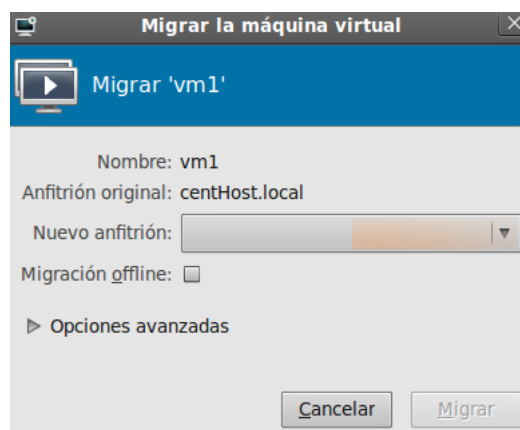
```
[root@centHostbck vm]# virsh list
Id Nombre          Estado
-----
 4 vm1             ejecutándose
[root@centHostbck vm]#
```

## Migracions amb virt-manager

Per fer la migració amb l'aplicació gràfica **virt-manager**, arrencarem aquesta i seguirem els següents passos.

A la pantalla inicial de virt-manager seleccionarem la Màquina Virtual que volem migrar. Pitgem boto dret --> migrate. Ens sortira la següent pantalla:

**Figura 5.23. Virt-manager migració**



En el camp new host posarem al host que volem migrar i pitgem "Migrate" i dura a terme la migració.

---

# Capítol 6. Conclusions

En l'actual projecte s'ha proposat un estudi de la migració de servidors físics o stand-alone a servidors virtuals com a objectiu per reduir la despesa en manteniment de servidors i el consum energètic, que es la demanda principal del client.

El projecte s'ha centrat en la virtualització i la consolidació de servidors. El principal motiu de la realització d'aquest projecte era conèixer la virtualització, veure les tecnologies open source associades i la maduresa d'aquestes. Aquest objectiu s'ha complert satisfactòriament.

Per finalitzar com a possibles ampliacions del projecte:

- Servidor gestor: en l'entorn dissenyat no hi ha un servidor que tingui com a tasca principal la gestió centralitzada dels servidors principals. Encara que la eina virt-manager pot permetre la gestió centralitzada, la utilització un servidor per centralitzar tota la gestió dels sistemes virtuals permetria poder programar migracions. Encara que aquesta solució pujaria el pressupost en maquinari i en desplegament.
- Virtualització dels servidors de Base de Dades i recursos Windows: en el moment del disseny del projecte es va decidir no virtualitzar aquests servidors. El principal motiu és que la virtualització de la entrada/sortida no dona el mateix rendiment que un servidor físic. Es podria haver dissenyat amb un servidor molt gran amb varies controladores i/o una quantitat gran de targetes de xarxa que possiblement encarrarien el projecte. Per altra banda el client no volia perdre rendiment en les Base de dades.

---

# Bibliografia

## Webs de referencia

- [1] *IBM - Virtual Linux* [<http://www.ibm.com/developerworks/linux/library/l-linuxvirt/?ca=dgr-lnxw57Virtual-Linux>] .
- [2] *Wikipedia-ES - Green Computing* [[http://es.wikipedia.org/wiki/Green\\_computing](http://es.wikipedia.org/wiki/Green_computing)] .
- [3] *Wikipedia-EN - Green Computing* [[http://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_computing](http://en.wikipedia.org/wiki/Green_computing)] .
- [4] *U.S. Environmental Protection Agency- EPA* [<http://www.epa.gov/>] .
- [5] *TCO takes the initiative in comparative product testing* [<http://www.boivie.se/index.php?page=2&lang=eng>] .
- [6] *EPA Announces New Computer Efficiency Requirements* [<http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/a8f952395381d3968525701c005e65b5/113b0c0647fee41585257210006474f1!OpenDocument>] .
- [7] *Directiva - ROHS* [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:EN:NOT>] .
- [8] *Directiva - WEE* [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:EN:NOT>] .
- [9] *Residus informàtics* [[http://ca.wikipedia.org/wiki/Residus\\_inform%C3%A0tics](http://ca.wikipedia.org/wiki/Residus_inform%C3%A0tics)] .
- [10] *"DIRECTIVE 2002/96/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL". Official Journal of the European Union. 2003-01-27.Retrieved 2009-10-21.* [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0024:0038:EN:PDF>] .
- [11] *Climate Savers Computing Initiative* [<http://www.climatesaverscomputing.org/>] .
- [12] *Green Computing Impact Organization, Inc.(GCIO)* [<http://www.greencio-communityofpractice.org/index.html>] .
- [13] *Green Electronics Council* [<http://www.greenelectronicscouncil.org/>] .
- [14] *Green Grid* [<http://www.thegreengrid.org/>] .
- [15] *International Professional Practice Partnership (IP3)* [<http://www.ipthree.org/>] .
- [16] *Green500* [<http://www.green500.org/>] .
- [17] *Green Comm Challenge* [<http://www.greencommchallenge.com/>] .
- [18] *Red Hat Enterprise Linux 5 - Virtualitzacion Guide* [[http://www.redhat.com/docs/en-US/Red\\_Hat\\_Enterprise\\_Linux/5.5/html/Virtualization\\_Guide/index.html](http://www.redhat.com/docs/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/5.5/html/Virtualization_Guide/index.html)] .

---

# Apèndix A. GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. [<http://www.fsf.org/>]

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

## 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document “free” in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

## 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The “Document”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as “you”. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A “Modified Version” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “Secondary Section” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “Invariant Sections” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The “Cover Texts” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A “Transparent” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not “Transparent” is called “Opaque”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The “Title Page” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

The “publisher” means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section “Entitled XYZ” means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as “Acknowledgements”, “Dedications”, “Endorsements”, or “History”.) To “Preserve the Title” of such a section when you modify the Document means that it remains a section “Entitled XYZ” according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

## 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice



saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

### 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal

authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.

- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties — for example, statements of peer

review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

## 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled “History” in the various original documents, forming one section Entitled “History”; likewise combine any sections Entitled “Acknowledgements”, and any sections Entitled “Dedications”. You must delete all sections Entitled “Endorsements”.

## 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

## 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

## 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See Copyleft [<http://www.gnu.org/copyleft/>].

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it,

you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

## 11. RELICENSING

“Massive Multiauthor Collaboration Site” (or “MMC Site”) means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A “Massive Multiauthor Collaboration” (or “MMC”) contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

“CC-BY-SA” means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

“Incorporate” means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is “eligible for relicensing” if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.