



Model de centre educatiu Lliurex, virtualització amb Proxmox

Álvaro Calabuig Mercado
Grau d'Enginyeria Informàtica

José Manuel Castillo Pedrosa

06/2019



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Model de centre educatiu Lliurex, virtualització amb Proxmox</i>
Nom de l'autor:	Álvaro Calabuig Mercado
Nom del consultor:	José Manuel Castillo Pedrosa
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2019</i>
Àrea del Treball Final:	Administració de xarxes i sistemes operatius
Titulació:	<i>Grau d'Enginyeria Informàtica</i>

Resum del Treball (màxim 250 paraules):

La finalitat d'aquest Treball de Final de Grau ha estat la presentació i implantació del sistema informàtic per a l'entorn educatiu Model de Centre Lliurex i la seua virtualització amb Proxmox VE. A més a més, de plantejar un entorn de xarxa normalitzat per a tots els centres educatius valencians.

Lliurex és un sistema operatiu desenvolupat per la Conselleria d'Educació valenciana i adaptat a partir de la distribució Ubuntu. És una solució TIC per a un centre docent i Lliurex disposa d'un Model de Centre amb arquitectura servidor/client. En aquest entorn hi ha un servidor Mestre i servidors Esclaus, per fer segmentació de xarxa de les diferents àrees d'un centre docent com la sala de professors, biblioteca, aula d'informàtica, aules docents, etc. Com és programari lliure, suposa un estalvi econòmic en llicències de programari.

Amb el propòsit de donar un millor rendiment als pocs recursos disponibles es planteja la virtualització del model amb Proxmox VE, que també és programari lliure. Amb un entorn virtual es pot gestionar millor el maquinari i donar un entorn TIC amb més avantatges, com les còpies de seguretat de les màquines virtuals o la replicació d'aquestes. Al treball es plantegen tres escenaris diferents per a tots els centres educatius: xicotets, mitjans i grans. Amb un estudi previ es determina si el centre es pot adaptar a l'entorn o necessita canvis d'infraestructura.

Finalment es planteja en un centre educatiu real la virtualització dels sistemes i la normalització de la xarxa.

Abstract (in English, 250 words or less):

The aim of this Final Grade Dissertation is the introduction and implementation of the ICT system for the educational environment of Lliurex Centre Model and its virtualisation with Proxmox VE. Furthermore, it considers an environment of a normalized network for all Valencian educational centres.

Lliurex is an operating system developed by the Valencian Educational Office and adapted from the Ubuntu system. It is an ICT solution for an educational centre. Lliurex has a Centre Model with a server/client architecture. In this environment there is a Master server and some Slave servers , in order to divide the network of the different areas of an Educational Centre such as the staffroom, library, ICT room and classrooms. It allows money to be saved in Software licences.

This work discusses the virtualization of the model with Proxmox VE, which is also a free Software, in order to achieve the best performance with the scarce resources available. With a virtual environment, we can better manage the hardware and obtain an ICT environment with more advantages , such as security copies of the virtual devices or the replication of these. In this work, three different scenarios are considered for all the educational centres: small, average sized and large. A previous study determines if the centre can be adapted to the environment or if it needs infrastructural changes.

Finally, it explores the virtualisation of the systems and the normalisation of the network in a real educational centre.

Paraules clau (entre 4 i 8):

Proxmox, Lliurex, Educational, Corosync, VLAN, LAG, Network, Virtualisation.

Índex

1. Introducció.....	1
1.1. Context i justificació del Treball.....	1
1.2. Objectius del Treball.....	3
1.3. Enfocament i mètode seguit.....	3
1.4. Planificació del Treball.....	4
1.5. Breu sumari de productes obtinguts.....	5
1.6. Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	5
2. Definició del Model de Centre de Lliurex.....	7
2.1. Lliurex, instal·lació i configuració.....	7
2.2. Serveis.....	11
2.3. Infraestructura.....	12
2.4. Tipus d'usuari.....	12
2.5. Directoris.....	15
2.6. Eines educatives compatibles.....	16
3. Definició de l'MCL amb Proxmox VE.....	17
3.1. Proxmox, instal·lació i configuració.....	17
3.2. Definició de la xarxa (model normalitzat).....	18
3.3. Definició de maquinari necessària.....	20
3.4. Definició de màquines virtuals.....	21
3.5. Definició d'usuaris de Proxmox.....	22
3.6. Definició de directoris a Proxmox.....	23
3.7. Definició de ferramentes de <i>backup</i> de màquines virtuals.....	24
4. Possibilitats d'escenaris als diferents centres educatius.....	27
4.1. Centres xicotets.....	27
4.2. Centres mitjans.....	28
4.3. Centres grans.....	29
4.4. Model de tres HV amb Alta Disponibilitat.....	31
5. Definició d'una auditoria als centres abans d'una implantació.....	34
5.1. Revisió de la xarxa.....	34
5.2. Revisió de Sistemes d'informació actuals.....	35
5.3. Revisió de dades.....	35
5.4. <i>Backup</i> de dades.....	36
6. Anàlisi econòmica.....	38
6.1. Hipervisors per a Proxmox.....	38
6.2. Millores de la infraestructura de xarxa i la seua electrònica.....	42
6.3. Costos totals.....	42
7. Auditoria a un centre.....	44
7.1. Revisió de la xarxa.....	44
7.2. Revisió de Sistemes d'informació actuals.....	47
8. Definició de la implantació de l'MCL virtualitzat amb Proxmox VE.....	51
9. Implantació de l'MCL virtualitzat amb Proxmox VE al centre auditat.....	54
10. Conclusions.....	65
11. Glossari.....	68
12. Bibliografia.....	70
13. Annexos.....	73
Annex 1 – Manual de Lliurex Server.....	73

Annex 2 – Manual Proxmox.....	84
Annex 3 – Creació de màquines virtuals.....	114

Llista de figures

Figura 1: Planificació TFG - Diagrama de Gantt.....	4
Figura 2: Planificació tasques als centres educatius - Diagrama de Gantt.....	5
Figura 3: Instal·lador Ubiquity de Lliurex.....	7
Figura 4: Zero-Center de Lliurex.....	8
Figura 5: Zero-Server-Wizard Independent.....	9
Figura 6: Zero-Server-Wizard Mestre.....	10
Figura 7: Zero-Server-Wizard Esclau.....	10
Figura 8: Zero-Server-Wizard Carregant serveis.....	11
Figura 9: Opcions Llum per Admin.....	13
Figura 10: Opcions Llum per Teachers.....	14
Figura 11: Opcions Llum per Students.....	14
Figura 12: Arbre directoris /net.....	15
Figura 13: Exemples de ACL a server-sync.....	16
Figura 14: Opcions de discos a Proxmox.....	17
Figura 15: Taula Normalització xarxa.....	19
Figura 16: Creació màquina a Proxmox.....	22
Figura 17: Tipus de directoris a Proxmox.....	24
Figura 18: Creació de còpia programada de màquines.....	24
Figura 19: Creació de replicació de màquina cada 15 minuts.....	25
Figura 20: Exemple de centre amb 3 HV i /backup exportats per NFS.....	26
Figura 21: Model centre xicotet amb 1 HV.....	28
Figura 22: Model centre mitjà amb 2 HV.....	29
Figura 23: Model centre gran amb 3 HV.....	30
Figura 24: Exemple de directori compartit d'un NAS.....	31
Figura 25: Emmagatzematge compartit per HA des del HV1.....	31
Figura 26: Emmagatzematge compartit per HA des del HV2.....	31
Figura 27: Emmagatzematge compartit per HA des del HV3.....	31
Figura 28: Menú HA abans d'afegir una màquina.....	32
Figura 29: Configuració del servidor Master de Lliurex com a HA.....	32
Figura 30: Menú HA després d'afegir una màquina.....	32
Figura 31: Exemple de tres nodes amb HA i un d'ells no funciona.....	33
Figura 32: Exemple de tres nodes amb HA i dos d'ells no funcionen.....	33
Figura 33: Exemple de tres nodes amb HA en tornar arrancar dos nodes.....	33
Figura 34: Lliurex Backup.....	36
Figura 35: Sabors de Lliurex.....	37
Figura 36: Taula de preus per tipus de centre.....	41
Figura 37: Taula preu pressupost manteniment de Conselleria.....	41
Figura 38: Taula preu total projecte.....	43
Figura 39: RACK Principal per davant.....	44
Figura 40: RACK Principal per darrere.....	44
Figura 41: RACK Aula Informàtica.....	45
Figura 42: RACK Primera Planta Aules docents.....	45
Figura 43: Enllaços entre nodes principals.....	45
Figura 44: Electrònica de xarxa 1 Gbps.....	46
Figura 45: Electrònica de xarxa 100 Mbps.....	46
Figura 46: Firmware de switch configurables.....	47

Figura 47: Servidor físic Mestre.....	48
Figura 48: Servidor físic Esclau.....	48
Figura 49: Volum de dades del servidor físic Mestre.....	49
Figura 50: PMB amb 0 registres.....	49
Figura 51: Nmap amb les IP de les fotocopiadores del centre.....	49
Figura 52: Còpia de les dades dels usuaris de LDAP des de Llum.....	50
Figura 53: Exemples de configuracions del Core de Xarxa.....	51
Figura 54: Importar usuaris LDAP des de copia de Llum.....	55
Figura 55: rsync d'un servidor a un altre.....	56
Figura 56: Instal·lació PMB al nou servidor Mestre virtual.....	56
Figura 57: Configuració LAG SW01.....	57
Figura 58: Configuració VLAN SW01.....	58
Figura 59: Opció de guardar als switch D-Link.....	58
Figura 60: Actualització del Firmware de D-Link.....	59
Figura 61: Versió intermèdia de Firmware.....	59
Figura 62: Última versió de Firmware.....	59
Figura 63: Configuració LAG SW02.....	60
Figura 64: Configuració VLAN SW02.....	60
Figura 65: Configuració LAG SW03.....	60
Figura 66: Configuració VLAN SW03.....	60
Figura 67: Configuració LAG SW04.....	61
Figura 68: Configuració VLAN SW04.....	61
Figura 69: Configuració LAG SW05.....	61
Figura 70: Configuració VLAN SW05.....	61
Figura 71: Aula d'informàtica carregant imatge de LTSP.....	62
Figura 72: Consola web de Proxmox amb el centre finalitzat.....	62
Figura 73: RACK principal per davant amb MCL amb Proxmox.....	63
Figura 74: Connexions dels Hipervisores al RACK principal.....	63
Figura 75: RACK principal per darrere amb MCL amb Proxmox.....	63
Figura 76: Connexió dels LAG al switch principal.....	63
Figura 77: RACK Aula d'informàtica amb MCL amb Proxmox.....	64
Figura 78: RACK Primera planta amb MCL amb Proxmox.....	64
Figura 79: Connexions dels LAG al RACK de la primera planta.....	64

1. Introducció

1.1. Context i justificació del Treball

Als centres educatius valencians hi ha un model informàtic de centre anomenat Centre Lliurex. Lliurex és una distribució GNU/Linux adaptada per la Conselleria d'Educació valenciana i basada en la distribució Ubuntu. Aquest model necessita diversos servidors, un servidor *Master* i uns altres *Slaves*. Els servidors estan per a separar xarxes de diferents àrees o zones d'un centre educatiu. Per exemple, un servidor de Centre donarà servei a les aules docents, uns altres servidors poden donar servei a les aules d'informàtica, un servidor per a FP, un per a Wifi, etc.

El servidor Mestre tindrà una capacitat d'emmagatzematge superior perquè en ell hi haurà un segon volum de dades diferent al volum del sistema. Al segon disc dur es muntarà el directori */net* que conté una replica dels repositoris oficials del programari de Lliurex i que s'exporta per NFS als servidors Esclaus. El directori *mirror* també es accessible a cada client pel protocol *http*. Per tant es poden actualitzar els sistemes dels clients sense eixir de LAN del centre.

Un altre directori de */net* és *server-sync* que també s'exporta per NFS als servidors Esclaus. Aquest directori conté totes les dades dels usuaris de LDAP que estan distribuïts en tres grups amb diversos permisos d'accés. Els grups són *admins*, *teachers* i *students* i per cada professor i alumne del centre es genera un usuari importat des d'un fitxer creat pel sistema informàtic d'administració del centre, anomenat *ltaca*, i al qual només tenen accés l'equip directiu i els administratius. Només hi ha un usuari *admin* en LDAP, l'usuari *netadmin*, però des d'un gestor gràfic de LDAP implementat en Lliurex es pot promocionar un usuari *teacher* a *admin*, així un professor pot tindre els dos rols al model.

L'estructura i els permisos de *server-sync* estan configurats amb ACL per gestionar els grups i els seus diversos permisos. Aquest directori s'exporta per *Samba* des de cada servidor als seus clients. En aquesta carpeta penja un altre directori *home*, on el següent nivell de carpetes són els tres grups d'usuaris i dins es troben els *home* de cada usuari. Realment no es troba tot el *home* dels usuaris, només els directoris *Documents* i *Desktop* que són els que es munten per *Samba* als clients. L'usuari *netadmin* té permisos de lectura per a tots els *home* i els usuari *teachers* tenen permisos de lectura per als *home* dels *students*. Un altre directori de *server-sync* és *share*, on els usuaris *teachers* tenen permisos de lectura i escriptura, els usuaris *students* només de lectura. Aquest directori també es munta al client per *Samba*. Per últim, trobem el directori *teachers_share* que és un carpeta perquè el professorat pugua compartir documents sense que els alumnes hi tinguen accés. Aquest directori només es munta per *Samba* als usuaris *teachers*.

Al servidor Mestre es pot instal·lar programari extra per a la docència. Un exemple és Moodle on els usuaris *teachers* podran crear cursos accessible als usuaris *students*. Encara que Moodle estiga instal·lat al servidor *Master* serà accessible via web a tots els clients dels servidors Esclaus. Moodle funciona amb *Apache* i *Mysql*. De la mateixa forma funcionarà un altre programari, PMB. Aquest és un gestor de biblioteca i està adaptat per al Model Lliurex. Un exemple és la possibilitat d'importar usuaris de la biblioteca amb el mateix fitxer generat per crear els usuaris de LDAP i aquest usuaris podran fer préstecs de tots els llibres que estiguen a la base de dades de PMB. També funciona amb *Apache* i *Mysql*. Els servidors *Slaves* donaran servei d'impressores mitjançant *Cups* a cada client que penge de la seua xarxa.

Amb la virtualització amb Proxmox VE es pot realitzar un estalvi de maquinari i amb un ordinador potent o amb tres formant un Clúster per als centres grans, es poden virtualitzar tots els servidors que es necessiten, a fi de donar a l'abast a les necessitats d'aquest Model de Centre Lliurex. A més de la virtualització, per a separar les xarxes es necessitarà crear VLANs i amb una configuració igual de xarxa es pretén una normalització de les xarxes que no hi ha ara als centres educatius.

Amb la normalització de la xarxa es busca deixar tots els centres educatius públics amb la mateixa distribució del *core* dels sistemes i amb la mateixa configuració als principals nodes de xarxa per a la seua monitorització. A més a més, amb una normalització de xarxa en el futur, serà més fàcil trobar problemes o resoldre incidències de connexió. També es pretén que les xarxes queden escalables i aquest model pugua créixer de la mateixa manera a tots els centres educatius.

Caldrà fer una auditoria de la xarxa d'un centre per a garantir que cobreix una estructura mínima abans de fer la implantació de la solució. Amb les dades la auditoria es pot assessorar als centres en les millores que ha de fer en la instal·lació de la seua infraestructura de xarxa o en el canvis necessari per un bon funcionament de l'entorn. També en la inversió que ha de fer per la part de normalització.

Aquest model és real i hi ha centres educatius que el tenen. Aquests centres pilot estan denominats com a Centres Intel·ligents. Només en són uns quants però la Conselleria d'Educació pretén promoure aquest model informàtic com a sistema normalitzat d'infraestructura TIC a tots els centres educatius, principalment de primària.

<http://www.ceice.gva.es/va/web/innovacion-tecnologica/centro-educativo-inteligente>

La implantació es faria als 1589 centres públics on la titularitat és la Generalitat Valenciana. D'aquests centres hi ha de CRA (Centres Rurals Agrupats) on un aulari pot tindre 30 alumnes o menys i també hi ha instituts de Secundària molt grans amb més de 1000 alumnes. Tots aquests centres estan distribuïts per tota la Comunitat Valenciana. Al

treball es detallarà la implantació de la solució amb programari lliure i amb pocs recursos de material buscant un estalvi en llicències i maquinari. La solució es podrà donar a centres xicotets amb una forma, amb centres mitjans d'una altra manera i amb centres grans amb altra. Tots els models quedaran descrits al treball i es posarà un exemple fictici d'una implantació a un tipus de centre mitjà/gran.

1.2. Objectius del Treball

L'objectiu del treball és la implantació del model de Centre Lliurex estalviant en maquinari i programari a més de fer una normalització de la xarxa. D'aquesta finalitat principal es deriven els següents objectius:

- Fer una valoració de l'estat de la xarxa i dels sistemes d'informació educatius actuals de cada centre de titularitat de la Generalitat Valenciana.
- Fer un pla de millores per a cada centre valorat prèviament.
- Fer una validació de la xarxa per determinar si es pot normalitzar sense un canvi d'infraestructura molt gran.
- Fer un estudi de quins sistemes i quines dades es poden migrar al Model de Centre Lliurex.
- Desenvolupar la Implantació del Model de Centre Lliurex amb virtualització amb Proxmox.
- Crear usuaris per al Model de Centre Lliurex.
- Migrar els sistemes i dades prèviament validades.
- Instal·lar eines educatives Moodle i PMB
- Segmentar diferents xarxes segons l'ús dins del centre educatiu.
- Normalitzar la xarxa a cada centre educatiu de titularitat de la Generalitat Valenciana

1.3. Enfocament i mètode seguit

L'estratègia a seguir és l'adaptació d'un model de sistemes educatius ja existents amb programari ja adaptat i lliure. Amb l'objectiu que amb una eina de virtualització com Proxmox, també lliure, a més d'estalviar en llicències de programari, fer-ho en recursos de maquinari.

El TFG busca una adaptació del Model de Centre Lliurex dins d'un entorn virtualitzat i observar com es podria fer la configuració d'aquest model optimitzant els recursos al màxim sense perdre prestacions.

Una altra part del TFG és la optimització i normalització de la xarxa dels centres educatius. De nou, no es crea un producte nou ni es dissenyen tecnologies noves. Llavors, l'estratègia d'aquesta part és l'adaptació d'una xarxa existent amb un mínims requisits per a la seua normalització i millorant les comunicacions entres els nodes principals tan com siga possible.

Aquesta és una bona metodologia per tal d'implementar en un entorn educatiu perquè són ferramentes ja adaptades a l'educació i no cal

desenvolupar eines noves. A més a més, es vol estalviar recursos, un punt molt crític en qualsevol entorn, però més en l'educació pública.

1.4. Planificació del Treball

El 40% o PAC2 serà la definició dels sistemes del Model Lliurex i la virtualització d'aquest amb Proxmox VE. També la definició de la situació actual dels centres educatius.

El 80% o PAC3 serà la importància de fer una auditoria abans de res i amb un tipus de centre imaginari on després es parlarà de la implantació del model i amb exemples d'aquest centre fictici.



Nom	Inici	Finalització	Durada
☐ TFG - Administració de xarxes i sistemes operatius	20/02/19	09/06/19	110
☐ Pla de treball del TFG	20/02/19	08/03/19	17
○ Revisió del tema escollit	20/02/19	24/02/19	5
○ Planificació del TFG	25/02/19	01/03/19	5
○ Redacció de la planificació	02/03/19	06/03/19	5
○ Revisió i entrega al tutor	07/03/19	08/03/19	2
☐ Entre el 40% i el 50% de tot el TFG	09/03/19	12/04/19	35
○ Preparar Capítol 2. Definició del Model de Centre Lliurex	09/03/19	18/03/19	10
○ Preparar Capítol 3. Definició de la Virtualització del Model de Centre Lliurex amb Proxmox	19/03/19	29/03/19	11
○ Preparar Capítol 4. Possibilitats de escenaris als diferents centres educatius	30/03/19	03/04/19	5
○ Revisió amb el tutor del treball fet	04/04/19	08/04/19	5
○ Corregir el treball amb les indicacions del tutor	09/04/19	12/04/19	4
☐ Entre el 80% i el 90% de tot el TFG	13/04/19	17/05/19	35
○ Preparar Capítol 5. Definició d'una auditoria als centres abans d'una implantació	13/04/19	15/04/19	3
○ Preparar Capítol 6. Anàlisi econòmic	16/04/19	18/04/19	3
○ Preparar Capítol 7. Auditoria a un centre fictici mitjà/gran	19/04/19	26/04/19	8
○ Preparar Capítol 8. Definició de la implantació del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox	27/04/19	29/04/19	3
○ Preparar Capítol 9. Implantació del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox a un centre fictici	30/04/19	08/05/19	9
○ Revisió amb el tutor del treball fet	09/05/19	13/05/19	5
○ Corregir el treball amb les indicacions del tutor	14/05/19	17/05/19	4
☐ Memòria i presentació	18/05/19	09/06/19	23
○ Preparar Conclusions	18/05/19	22/05/19	5
○ Revisar Conclusions amb el tutor	23/05/19	26/05/19	4
○ Corregir les Conclusions amb les indicacions del tutor	27/05/19	30/05/19	4
○ Revisar tot el treball	31/05/19	02/06/19	3
○ Generar presentació i entra de la memòria	03/06/19	09/06/19	7

Figura 1: Planificació TFG - Diagrama de Gantt

També s'ha preparat un diagrama de Gantt amb els temps i amb les tasques en els centres docents. En roig, el temps de les tasques per a un centre mitjà o gran; i en blau, el mateix temps de les mateixes tasques per a un centre xicotet.



Figura 2: Planificació tasques als centres educatius - Diagrama de Gantt.

Les tasques de migració de dades es solapen amb les tasques de configuració de la xarxa, perquè mentre es copien les dades dels usuaris es pot configurar la xarxa del centre.

1.5. Breu sumari de productes obtinguts

El producte final serà la implantació en un centre del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox VE com a eina de virtualització i una xarxa normalitzada i optimitzada tant com siga possible, a més de la configuració d'altres ferramentes educatives per al funcionament d'un centre d'educació.

Com a complement la configuració en aquest centre de còpies de seguretat de màquines virtuals i opcions de recuperació del sistema contra caigudes de maquinari que puguen sorgir.

1.6. Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Capítol 2. Definició del Model de Centre Lliurex MCL

- Lliurex, instal·lació i configuració
- Serveis
- Infraestructura
- Tipus d'usuaris
- Directoris
- Eines educatives compatibles

Capítol 3. Definició de la Virtualització de l'MCL amb Proxmox VE.

- Proxmox, instal·lació i configuració.
- Definició de la xarxa (model normalitzat)
- Definició del maquinari necessari

- Definició de màquines virtuals
- Definició d'usuaris de Proxmox
- Definició de directoris a Proxmox
- Definició de ferramentes de *backup* de màquines virtuals

Capítol 4. Possibilitats d'escenaris als diferents centres educatius

- Centres xicotets
- Centres mitjans
- Centres grans

Capítol 5. Definició d'una auditoria als centres abans d'una implantació

- Revisió de xarxa
- Revisió de Sistemes d'informació actuals
- Revisió de dades
- *Backup* de dades

Capítol 6. Anàlisi econòmic

- Hipervisors per a Proxmox
- Millores de la infraestructura de xarxa i la seua electrònica.

Capítol 7. Auditoria a un centre fictici

Capítol 8. Definició de la implantació del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox VE

Capítol 9. Implantació del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox a un centre fictici

Capítol 10. Conclusions.

Capítol 11. Glossari

Capítol 12. Bibliografia

Capítol 13. Annexos

2. Definició del Model de Centre de Lliurex

2.1. Lliurex, instal·lació i configuració

Lliurex és un projecte d'adaptació d'un sistema Linux a l'entorn educatiu, més concretament al valencià. El projecte va nàixer al 2005 amb una primera versió basada en Debian Sarge i en 2007 va donar el salt a la distribució Ubuntu, distribució actual en la qual es basa el projecte. Des del seu començament Lliurex ha tingut un Model de Aula encarat a les aules d'informàtica dels centres educatius valencians, però en la seua versió del 2010 es va ampliar al Model de Centre.

Aquest MCL ha anat millorant fins a la versió actual de Lliurex 16, on ja està consolidat. El model permet connectivitat amb els diferents servidors del model antic d'Aula Lliurex centralitzant totes les dades i la gran majoria de serveis a un servidor Mestre i amb la resta de servidors funcionant com Esclaus.

Al web de Lliurex es poden trobar els fitxers ISO per a instal·lar Lliurex tant de servidor com de clients, a més de les seues versions escriptori adaptades a l'entorn educatiu. Hi ha una versió infantil per a les aules docents d'aquest cicle educatiu i també una versió música per les aules d'aquesta assignatura. Per al Model de Centre es necessiten les versions servidors i clients. Qualsevol escriptori de Lliurex pot passar a client amb una ferramenta molt fàcil d'usar de Sabors de Lliurex.

La instal·lació de Lliurex és molt intuïtiva i es fa amb el programari Ubiquity, que és el mateix programari d'instal·lació que usa Ubuntu. El seu ús és molt senzill i té suport per idiomes, per a instal·lacions automàtiques i és molt personalitzable. En Lliurex durant la instal·lació es presenta una dispositiva que explica el Model de Centre, el Sabors de Lliurex i altres eines configurades en aquesta distribució.

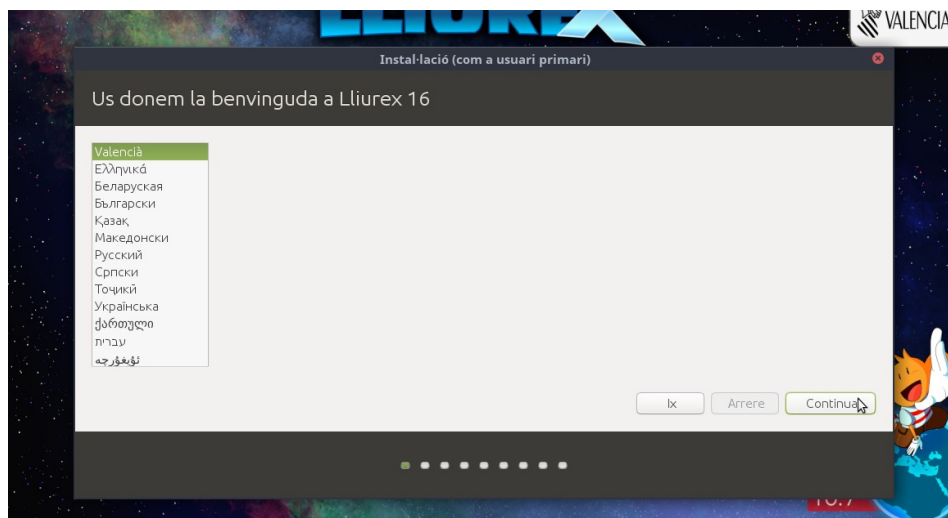


Figura 3: Instal·lador Ubiquity de Lliurex

Durant el procés d'instal·lació es demana idioma i configuració de les particions del sistema. En el cas de servidor de Lliurex totes les dades cauen del directori /net. És molt recomanable fer la instal·lació d'aquest directori a un volum de dades diferent i més gran que el volum de dades per al sistema. Al model de servidors Mestre/Esclaus el volum independent està només al servidor Mestre. Altres opcions del instal·lador són ubicació horària, idioma del teclat, instal·lació de programari extra de la distribució de Lliurex, marcatge de les actualització de la distribució i configuració de l'usuari administrador local. Aquesta instal·lació queda més detallada en l'apartat d'Annexos del TFG, amb l'Annex 1 Manual de Lliurex.

Una vegada instal·lat el servidor se'n pot configurar el tipus. Hi ha tres opcions: el servidor Independent que només està treballant ell i és el tipus del model de Aula Lliurex; el servidor Mestre i el servidor Esclau. Els tres tipus de servidors necessiten dues targetes de xarxa per a separar la xarxa interna del servidor, que dona servei als clients, de la xarxa externa que es connecta a l'encaminador del proveïdor de servei d'Internet. En el cas del model de centre es recomanable una tercera *interface* de xarxa per a la xarxa de sincronització de dades entre servidors, encara que dona l'opció de fer un àlies amb la *interface* que fa de xarxa externa.

Totes les configuracions d'inicialització de serveis d'un servidor Lliurex es fan des d'una eina configurada pel grup de desenvolupament de Lliurex, l'eina Zero Server Wizard, per a ajudar als docents a arrancar el serveis i configuracions. Als Annexos queda més detallat com trobar aquesta aplicació i com configurar-la.

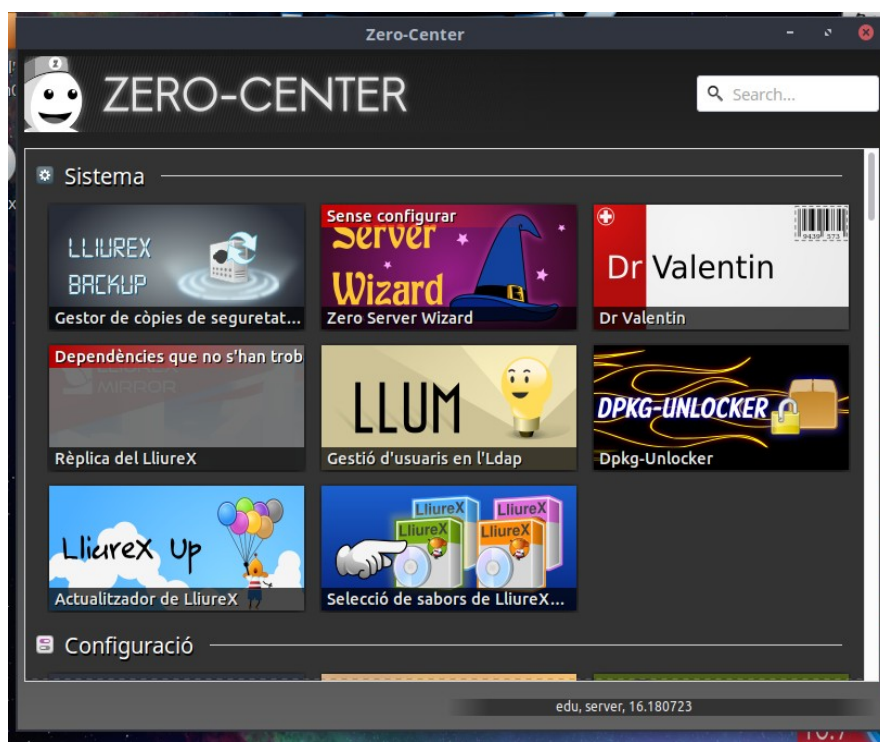


Figura 4: Zero-Center de Lliurex

Al servidor Independent només hi ha l'opció de dos targetes de xarxa. El *Wizard* demana la contrasenya de netadmin que serà l'administrador de LDAP per defecte. També demana un nom per al domini i un nom per a l'equip. Per defecte les DNS són les de la configuració del proveïdor de Internet en les xarxes del centres educatius valencians, però es poden canviar per una altre proveïdor. La connexió a Internet dels centres és coneguda com MacroLAN perquè és una xarxa de tota l'Administració Valenciana.

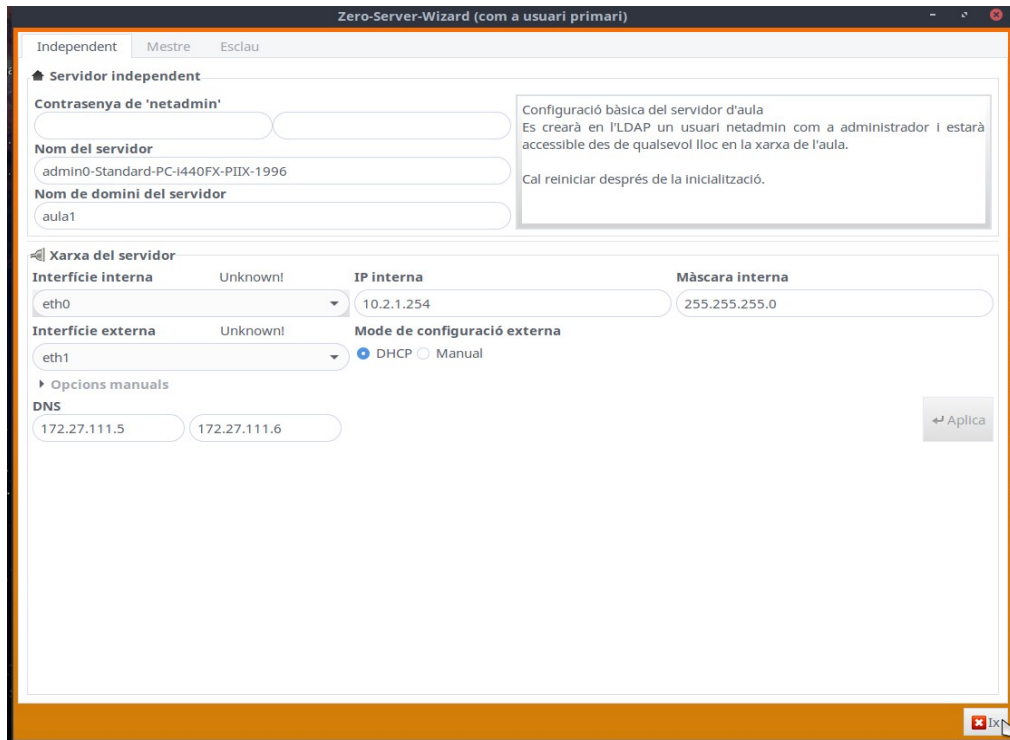


Figura 5: Zero-Server-Wizard Independent

Al servidors Mestres cal configurar la contrasenya de netadmin i el nom del servidor, però no es pot canviar el nom del domini, que serà lliurex i serà el mateix domini per a tot el centre educatiu. També es pot configurar si es vol exportar el /net per NFS o es pot importar aquest directori des d'un altre servidor de NFS, però aquesta opció depèn si el servidor NFS te compatibilitat amb les ACL de Linux. En aquest tipus de servidor cal configurar tres targetes de xarxa: interna, externa i replicació o sincronització. L'àlies apareix com recomanada perquè així simplifica la configuració per als docents i no han de fer una VLAN. La xarxa de sincronització sempre serà 10.3.0.0/24 i l'IP del servidor Mestre la 10.3.0.254.

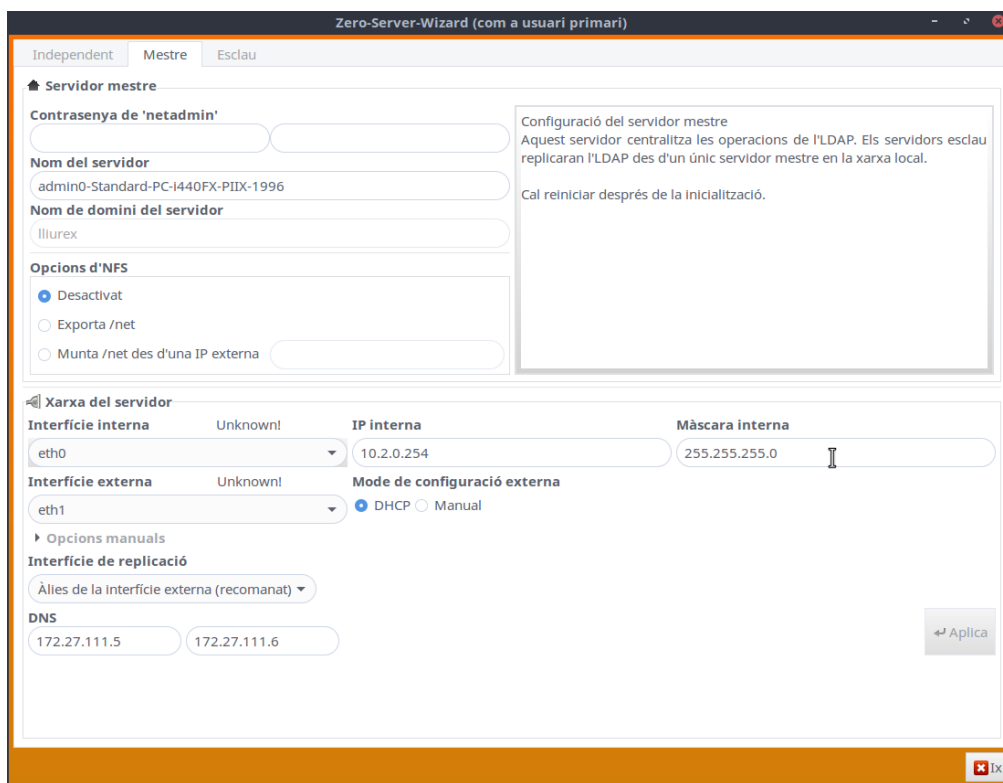


Figura 6: Zero-Server-Wizard Mestre

Al servidor Esclau a més de la configuració de nom s'ha d'escollir un identificador d'aula. Aquest ID crearà com a xarxa interna seua la 10.2.ID.0/24 per defecte, però es un paràmetre configurable. De l'ID també es donarà l'IP 10.3.0.ID en la xarxa de sincronització.

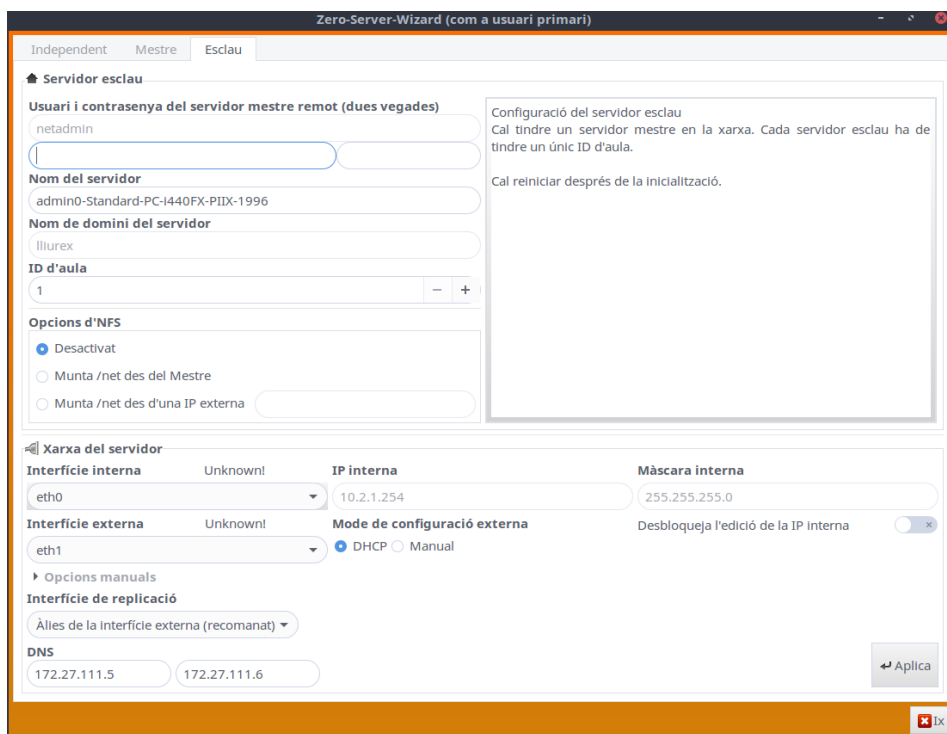


Figura 7: Zero-Server-Wizard Esclau

2.2. Serveis

Quan es configura amb Zero-Server-Wizard un tipus de servidor llança uns *scripts* que estan a `/usr/share/zero-server-wizard/types/` i per cada tipus de servidor hi ha un directori d'*scripts actions* on es troben per configurar LDAP, la xarxa, NFS, *Apache*, *Squid*, etc.

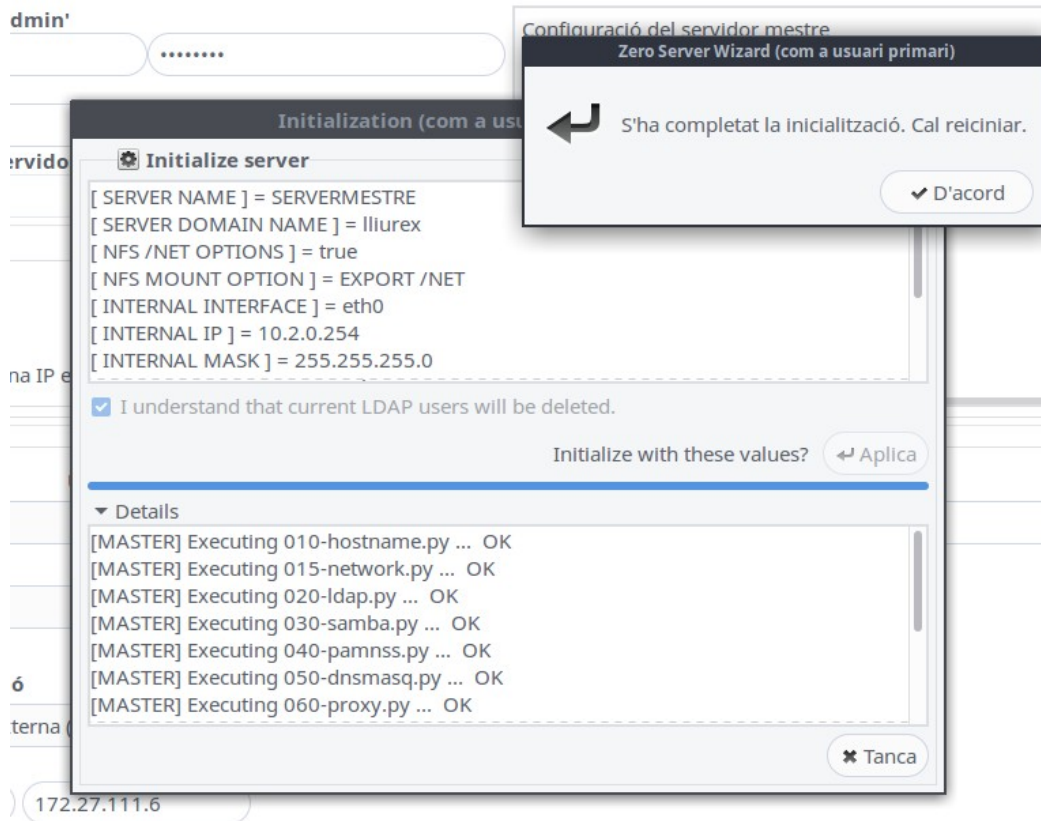


Figura 8: Zero-Server-Wizard Carregant serveis

Els diferents serveis que es configuren des del Zero-Server-Wizard són NFS per a exportar i importar dades entre servidors. *Samba* es configura per a exportar i importar dades entre servidors i clients del model, a més d'amb equips Windows connectats a la xarxa. *Squid* es configura com a *proxy* de la xarxa interna i juntament amb *Dnsmasq* són els serveis que munten la xarxa amb els clients. Amb aquests serveis es pot controlar l'accés de contingut web dels alumnes amb una eina desenvolupada per l'equip de Lliurex anomenada Lliurex-Guard que fa de control parental.

Uns altres serveis són LDAP per la gestió d'usuaris, que es detallarà en el següent subapartat. També hi ha un servei de LTSP per a carregar per PXE imatges i fitxers ISO. Aquest servei dona suport a equips sense discos durs i amb pocs recursos. Els servidors de cada xarxa també fan de servidor *Cups* per a impressores. Dins de cada xarxa interna hi ha un servei anomenat *Epoptes*, que busca tots els clients de la xarxa i serveix per a tindre control sobre ells. És una eina molt importat per als docents amb molts alumnes.

2.3. Infraestructura.

Com ja s'ha explicat, els servidors Lliurex necessiten tots com a mínim dos targetes de xarxa, una que farà de xarxa interna i una altra xarxa externa. Si no hi ha una tercera targeta de xarxa en els servidors Mestre i Esclaus per a la xarxa de sincronització amb un àlies de la xarxa externa, es farà la sincronització amb NFS.

Per a un òptim funcionament de tots els serveis i els recursos dels servidors entre ells i amb els clients cal que les targetes siguin d'un Gbps i que els *switch* de connexions funcionen també com a mínim a aquesta velocitat. A més de l'electrònica de xarxa a 1000 Mbps cal un suport físic de cables LAN de CAT 5e com a mínim. Aquestes són les velocitats mínimes per a un correcte funcionament del Model Lliurex.

2.4. Tipus d'usuari

El servei que configura i autentifica els usuaris a Lliurex és LDAP. Per defecte hi ha tres grups: *Admins*, *Teachers* i *Students*. Des del Zero-Center de Lliurex es pot accedir a una aplicació que s'anomena Llum i és un gestor de LDAP gràfic. Amb l'usuari netadmin es pot accedir per primera vegada a Llum i començar a gestionar els usuaris.

Les opcions com a usuari del grup *Admins* són canviar la contrasenya, buscar un usuari per a editar-lo, afegir un usuari, afegir usuaris de grups de forma genèrica, buscar un grup per editar-lo, afegir un grup, congelar usuaris, llistar les contrasenyes, reiniciar les contrasenyes, importar des d'Itaca el usuaris, operacions de /net, opcions d'importar/exportar, administrador només lectura de LDAP, netejar els /home dels usuaris i supressió d'usuaris.

Els usuaris administradors de LDAP poden crear tot tipus d'usuaris dels tres grups principals i promocionar aquests usuaris d'un grup a un altre. Els *Students* es poden promocionar a *Teachers* i els *Teachers* a *Admins*. Els usuaris administradors poden importar tots els usuaris d'un centre des de l'aplicació Itaca de gestió administrativa, que genera un fitxer preparat per a importar les dades a Llum. Una altra opció és configurar un usuari roadmin, que és un usuari de només lectura de LDAP per a terceres aplicacions que necessiten connectar amb el servidor.

Les opcions d'importar i d'exportar treballen amb uns fitxers de configuracions per tal de mantenir els UID dels usuaris i les contrasenyes actuals si cal migrar un servidor a un altre nou. Amb els privilegis d'administrador es poden netejar les dades del directoris /home, estructura de carpeta que es detallarà més endavant i també es pot suprimir l'usuari amb les seues dades.

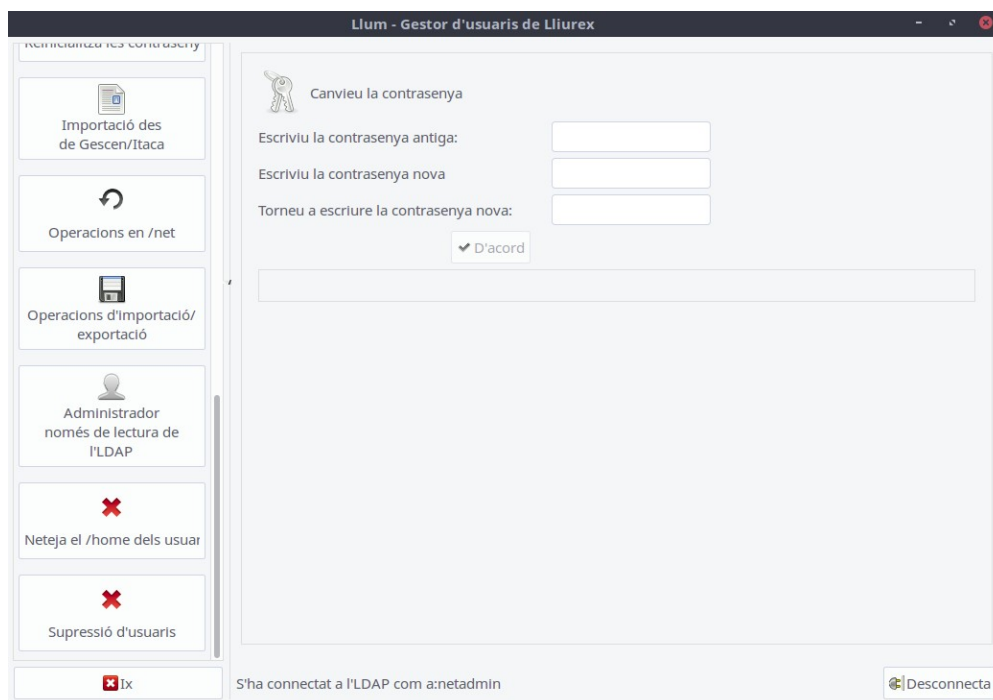


Figura 9: Opcions Llum per Admin

Les opcions com a usuari del grup *Teachers* són canviar la contrasenya, buscar un usuari per a editar-lo, afegir un usuari, afegir usuaris de grups de forma genèrica, buscar un grup per a editar-lo, afegir un grup i llistar les contrasenyes.

Els usuaris *Teachers* només poden interactuar amb els usuaris *Students* i no poden editar ni canviar contrasenyes del grup *Teachers*. Els usuaris del grup *Admins* sí que poden canviar les contrasenyes dels usuaris del grup *Teachers*, però no poden llistar les contrasenyes d'aquest grup si han sigut modificades pels usuaris, en canvi sí que és possible llistar, tant pels *Admins* com pels *Teachers*, les contrasenyes modificades dels *Students*.

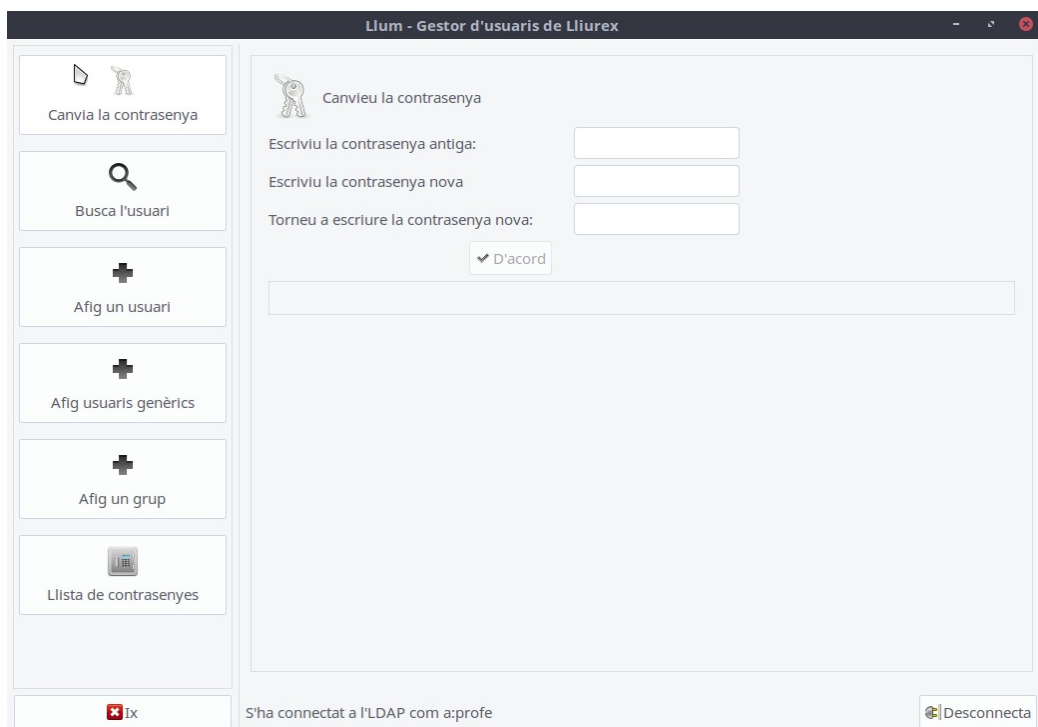


Figura 10: Opcions Llum per Teachers

Els usuaris del grup *Students* poden canviar la seua contrasenya.

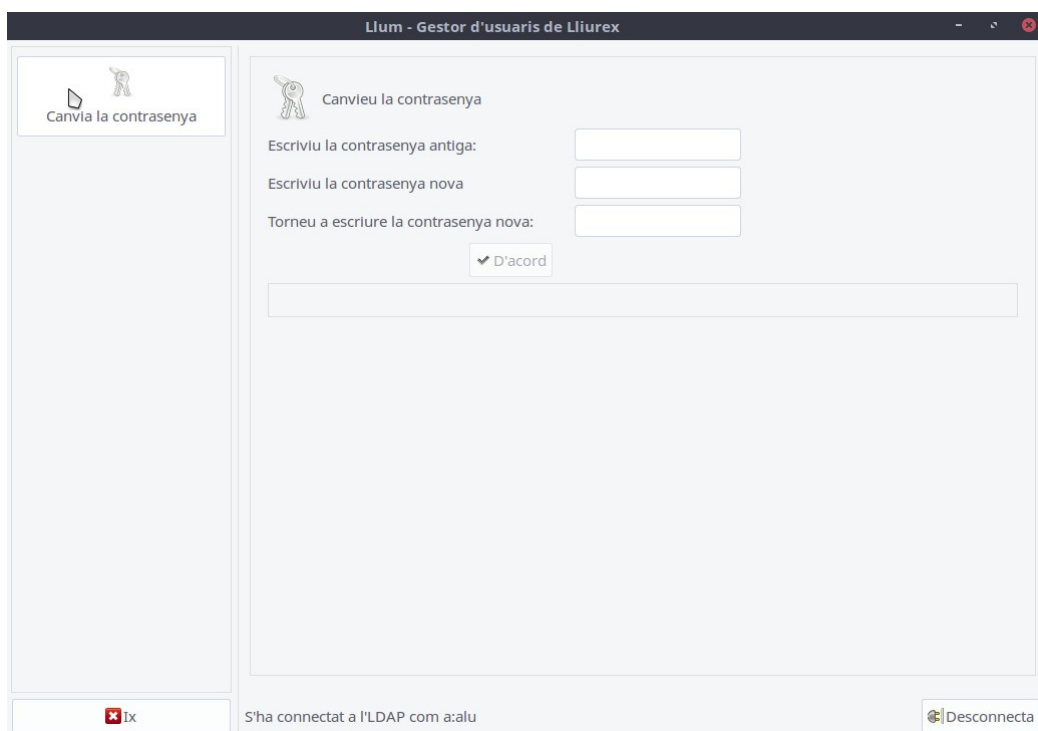


Figura 11: Opcions Llum per Students

2.5. Directoris

El directori més important del servidor és `/net` i en aquest directori cau *mirror*, *OpenSysClone* i *server-sync*.

```
root@MAS:/net# tree -L 3 -d
.
├── mirror
│   ├── llx16
│   │   ├── dists
│   │   ├── pool
│   │   └── project
│   └── OpenSysClone
│       ├── opensysclone-system
│       └── pxe-rescue
├── server-sync
│   ├── easy-sites
│   ├── groups_share
│   ├── home
│   │   ├── admins
│   │   ├── students
│   │   └── teachers
│   ├── share
│   │   └── jclic-aula
│   ├── teachers_share
│   └── var
│       └── lib
└── 20 directories
root@MAS:/net#
```

Figura 12: Arbre directoris `/net`

El *mirror* és una replica dels repositoris oficials de lliurex.net per a actualitzar un centre sense eixir de la seua LAN. Funciona amb Reprepro i està preinstal·lat a un servidor Lliurex. *OpenSysClone* és el directori on es guarden les imatges fetes dels clients. Es pot instal·lar un equip i carregar per PXE *OpenSysClone* i així poder guardar una imatge d'aquest ordinador per a clonar després per xarxa més ordinadors iguals. Totes les dades dels usuaris es guarden a *server-sync*. Tant *server-sync* com *mirror* s'exporten per NFS per a la resta de servidors esclaus i només hi ha un *mirror* i un *server-sync* al model de Centre Lliurex.

Com *server-sync* és el directori més important de dades cal parlar d'ell en profunditat. Tots els seus permisos estan controlats per ACL. El directori *easy-sites* és part d'una eina per a crear un lloc web local d'una manera còmoda per als docents de material educatiu que funciona amb HTML. Hi ha un directori de compartir per grups (*groups_share*), un altre directori per a compartir en general, al qual el alumnes tenen accés (*share*) i un altre directori que és per a compartir només per als usuaris *Teachers* (*teachers_share*). A un client, segons el tipus d'usuari, es munten per *Samba* els directoris als quals té accés i no els directoris als quals no té accés.

De *server-sync* pegen el *home* dels usuaris, tant els *Admins*, els *Teachers* com els *Students*, però només pegen el directori *Desktop* i el directori *Documents*, que es munten també per *Samba* als clients.

```

root@MAS:/net# getfacl server-sync/teachers_share/
# file: server-sync/teachers_share/
# owner: nobody
# group: nogroup
# flags: -s-
user::rwx
group::rwx
group:admins:rwx
group:teachers:rwx
mask::rwx
other:---
default:user::rwx
default:group::rwx
default:group:admins:rwx
default:group:teachers:rwx
default:mask::rwx
default:other:---

root@MAS:/net# getfacl server-sync/share
# file: server-sync/share
# owner: nobody
# group: nogroup
# flags: -s-
user::rwx
group::rwx
group:www-data:r-x
group:admins:rwx
group:teachers:rwx
group:students:r-x
mask::rwx
other::r-x
default:user::rwx
default:group::rwx
default:group:www-data:r-x
default:group:admins:rwx
default:group:teachers:rwx
default:group:students:r-x
default:mask::rwx
default:other::r-x

```

Figura 13: Exemples de ACL a server-sync

Dins del directori *Documents* de cada usuari es troba un directori ocult on es guarden les configuracions dels Perfils Mòbils. El directori s'anomena *.moving_profiles* i hi ha una eina al Zero-Center per controlar aquests Perfils Mòbils d'una forma còmoda per als docent.

2.6. Eines educatives compatibles

Dins de Lliurex hi ha moltes aplicacions que ja venen instal·lades i es troben als menús «Educació», «Educació Infantil i Primària» i «Educació Secundària». Alguns exemples molt populars entre els docents són el Jclic per activitats educatives; Scratch per a programació visual des d'una edat molt primerenca; TuxTyper per a mecanografia des de xicotets; i Fritzing per a editar circuits electrònics, entre altres eines educatives. A un servidor Lliurex des del Zero-Center també es pot instal·lar Moodle i PMB. El primer és un portal web per fer cursos i el segon és un gestor de biblioteques on es poden catalogar llibres i fer-ne préstecs. Al model de Centre cal instal·lar aquests programes al servidor Mestre i ja seran accessibles des dels servidors Esclaus i els seus clients.

3. Definició de l'MCL amb Proxmox VE

3.1. Proxmox, instal·lació i configuració

Proxmox Virtual Environment és una ferramenta de virtualització amb Linux basada en la distribució Debian. La darrera versió de Proxmox és la versió 5.3 i es basa en Debian Stretch 9.6. Des de la *interface* de gestió web d'aquesta eina de virtualització es poden controlar la creació de les màquines virtual, la configuració de la xarxa i la connexió de directoris. Proxmox dóna suport a diferents tipus de emmagatzematge de xarxa com iSCSI, NFS, GlusterFS o CEPH. Una altra funcionalitat és la creació d'un Clúster amb diferents Hipervisors i la possibilitat d'Alta Disponibilitat a partir de tres nodes agrupats, sempre que tinguin emmagatzematge compartit.

La instal·lació de Proxmox és molt intuïtiva amb un instal·lador gràfic. La instal·lació ve més detallada en l'Annex 2 - Manual Proxmox. Durant la instal·lació cal triar el sistema d'arxius dels discos durs i en funció de quin model es vol implementar al futur, caldrà configurar un sistema d'arxiu o un altre. Per exemple, EXT4 no és recomanable per CEPH. També, si es volen replicar màquines entre nodes, millor un ZFS RAID0 per tal d'aprofitar tot l'espai dels volums disponibles, amb un NAS per fer *backup* fora del sistema o es pot fer un ZFS RAID1 per tindre una còpia de tot Proxmox als dos discos durs.



Figura 14: Opcions de discos a Proxmox

Una vegada està clar quin sistema d'arxiu serà la millor opció depenent de quin maquinari es disposa cal continuar amb la instal·lació. A l'Annex 2 - Manual Proxmox venen amb més detall els tipus d'opcions per al maquinari disponible per cada centre, entre un un HV, dos HV o tres HV.

Ja instal·lat cal reiniciar i es pot accedir via web al panel de control de Proxmox amb una connexió *https* i amb el port 8006. Amb l'usuari *root* i la contrasenya de la instal·lació es pot accedir via web i també via *ssh* al servidor Proxmox. Una vegada dins caldrà configurar el repositori si no es disposa de subscripció. A l'Annex 2 - Manual Proxmox hi ha un *script* que canvia *sources.list* i actualitza el sistema.

Amb més d'un Hiverpvisor en funcionament cal configurar un clúster perquè funcionen tots els HV com a un únic sistema. El servei que fa possible en Proxmox aquest funcionament és *Corosync Cluster Engine*. Aquest programari de comunicació per xara entre nodes busca l'Alta Disponibilitat, però només és recomanable a partir de tres nodes i amb emmagatzemant compartit, com es detallarà més endavant. El model ideal per la comunicació entre nodes del grup seria una xarxa dedicada únicament per al clúster, per tal que el rendiment de tràfic de paquets no es veja afectat. Però la falta de recursos i les propietats d'un entorn no crític faran que en aquest cas s'use la xarxa de sincronització entre servidors.

El funcionament o la configuració del Clúster ve amb un servei desenvolupat des de Proxmox i anomenat *pvecm (Proxmox VE cluster manager)*. Aquest gestor del Clúster usa *corosync* com a motor de comunicació. *Pvecm* té capacitat de gestionar fins a 32 nodes i té opcions per afegir nodes, esborrar-ne, deixar el clúster o obtenir informació d'estat del clúster. A l'Annex2 - Manual Proxmox més detallada la configuració del Clúster per als diferents models d'instal·lació.

Corosync a *Pvecm* funciona amb votacions del nodes, *quorum*. A un sistema distribuït, el *quorum* són els vots mínims per decidir quines operacions dur a terme, a més han de ser el vots d'una majoria. Cada node del sistema té assignat un vot per a dur a terme una transacció o per cancel·lar-la, com que cada node té un vot per decidir si hi ha *quorum* és necessita una majoria de vots a favor.

3.2. Definició de la xarxa (model normalitzat)

Cada centre educatiu és molt diferent a un altre. Molts tenen característiques arquitectòniques molt diferents i moltes xarxes als centres educatius públics valencians han crescut sense cap criteri. Aleshores, trobar una normalització homogènia i única és una tasca impossible. Però, es necessitaran un mínims com un cablejat estructurat CAT 5E o superior i una xarxa que ha de treballar a una velocitat de 1 Gbps.

Amb la implantació de l'MCL amb virtualització es pot donar un nucli de xarxa normalitzat i estàndard per a tots els centres amb la mateixa electrònica de xarxa. També amb els agregats de xarxa o *Link Aggregation Group* (LAG) que agregue un grup de ports per treballar com si fora un port únic amb l'estàndard *Link Aggregation Control Protocol* (LACP). Dins de la normalització caldria definir els LAG LACP en les mateixes boques dels principals nodes de la xarxa i amb les mateixes VLAN configurades a tots els centres. Els enllaços entre nodes principals serà convenient que siguin de fibra i si per recursos econòmics no ho poden ser, hauran de ser com a mínim dos cables de xarxa amb agregats LACP. Un LAG LACP pot ser de com a màxim 8 ports agregats. En aquest entorn es definiran LAG LACP de com a màxim 4 ports.

Els HV tindran configurats un *Bond* LACP amb el màxim de targetes possible per tal de crear una xarxa entre ells de 3 Gbps o 4 Gbps. També per a aquest *Bond* amb un *Bridget* donarà suport a la xarxa interna de cada servidor, a més de a la xarxa de sincronització. A l'Annex 2 - Manual Proxmox hi ha un *scripts* de configuració de la xarxa en general i un altre un per cada HV, per a la seua xarxa interna.

També com a part de la normalització en tots els centres educatius els Hipervisors de Proxmox tindran les mateixes IP i configurades les mateixes VLAN:

TAULA DE NORMALITZACIÓ DE XARXA IP I VLAN		
HIPERVISOR/SRV LLX	IP EXTERNA	IP SINCRONITZACIÓ
1	172.X.X.240	10.3.0.240
2	172.X.X.239	10.3.0.239
2	172.X.X.238	10.3.0.238
MASTER / VLAN 40 SINCRO	172.X.X.254	10.30.0.254
SLAVE CENTRE / VLAN 10	172.X.X.253	10.30.0.10
SLAVE AULA 1 / VLAN 11	172.X.X.252	10.30.0.11
SLAVE AULA 2 / VLAN 12	172.X.X.251	10.30.0.12
SLAVE AULA 3 / VLAN 13	172.X.X.250	10.30.0.13
...
SLAVE WIFI / VLAN 20	172.X.X.243	10.30.0.20

Figura 15: Taula Normalització xarxa

3.3. Definició de maquinari necessària

Hipervisor per instal·lar Proxmox característiques:

Un processador amb un índex PassMark superior a 10000 (https://www.cpubenchmark.net/high_end_cpus.html), 32 GB de RAM, dos discos durs de dos TB i entre tres o cinc targetes de xarxa però és aconsellable cinc. De manera opcional, però molt recomanable, cal que tinga una ILO per tal de poder gestionar de forma remota el Hipervisor. El sistema iAMT (Tecnologia Intel® de gestió activa) és una molt bona opció i prou econòmica.

L'índex PassMark és un nombre que determina el rendiment i està donat per l'empresa PassMark® Software Pty Ltd amb seu Syned i amb una sucursal a Califòrnia. És una empresa especialitzada en desenvolupament de solucions d'avaluació comparativa de rendiment. Van començar l'any 1998 i al seu web hi ha molts *Benchmarks* de diferents components: processadors, memòria, discos durs, etc. A mode de comparativa, es puntua el rendiment dels components i segons aquest rendiment té un valor, com més elevat és aquest índex o valor millor és el component. Amb aquest llistat es pot escollir entre diferents models de processador, perquè PassMark ja els ha avaluat i ha determinat un índex al seu rendiment.

En centres xicotets amb un Hipervisor serà suficient per instal·lar tot el model de Centre Lliurex. També, de manera opcional, es pot instal·lar un NAS per fer còpies de les màquines de forma externa a l'Hipervisor, però en aquest model és molt recomanable. En aquest cas de centre xicotet amb un *switch* de 24 ports serà suficient per fer de *switch* principal i aquest sí ha de ser configurable. Però per tal de fer el model escalable i buscant la normalització el *switch* serà de 48 ports.

En centres més gran depenent de les necessitats es pot comptar amb dos o tres Hipervisor i també de forma opcional amb un NAS per tal de tindre emmagatzemament compartit o fer còpies externes, molt recomanable en el cas del model de dos HV que replica els discos als Hipervisors. En aquest model es recomana un *switch* de 48 ports per fer de principal i aquest sí que ha de ser configurable.

El NAS opcional per als tres entorns depèn de la seua funció es necessitarà amb unes característiques o unes altres. Per una banda per fer còpies de seguretat de les màquines, amb una NAS amb suport NFS i una targeta dedicada dins de la xarxa de sincronització seria suficient. La capacitat d'emmagatzematge dependrà de les necessitats del centre, però sense NAS ja està establerta una forma de *backup*. Per exemple al model d'un HV i de tres HV ja faran còpies en el segon disc dur i el de dos HV replica els discos virtuals de totes les màquines en els dos Hipervisors, com indica l'Annex 2 - Manual Proxmox. Les característiques del NAS per fer *backup* poden ser de 2 TB d'emmagatzemament, 1 GB de RAM i un processador 1,7 GHz de 2

nuclis seria suficient per aquesta tasca. Aquestes còpies de seguretat es farien amb les opcions de *backup* de Proxmox, que es detallaran més endavant, concretament en el punt 3.7 afegint el NAS com un *Storage NFS*.

Per una altra banda, si l'objectiu del NAS és l'emmagatzematge compartit per buscar l'Alta Disponibilitat, que es detallarà més endavant, es necessitarà un NAS millor per no penalitzar els recursos de treballar en local a treballar directament al NAS. Les característiques d'aquest NAS han de ser com a mínim amb 4 targetes de xarxa fent un agregat per la xarxa de sincronització i amb una capacitat de 6 TB. El processador pot ser 1,7 GHz de 4 nuclis i 4 GB de RAM. En aquest cas com millors siguin les prestacions, millor funcionaran les màquines virtuals que estiguen al magatzem compartit del NAS.

Per a tots els models es necessita un SAI (Sistema d'Alimentació Ininterrompuda) o en anglès UPS (*Uninterruptible Power Supply*). El SAI ha de ser potent per als tres HV i amb el *switch* principal en cas de caiguda suportar la corrent elèctrica per apagar l'entorn correctament. També es necessita per protecció de l'equipament, un SAI que pugui resistir pujades i baixades de tensió. Aleshores, cal descartar ja els SAI *offline*, perquè no tenen protecció de variables de tensió.

Ara cal escollir entre el SAI interactiu o *online*. Els dos tenen protecció de les caigudes i pujades de tensió, però el segon transforma l'energia alterna que arriba en continua i aquesta de nou en alterna, però totalment filtrada. Com és lògic els SAI *online* són més cars que els interactius. Caldrà saber la potencia del sistema, però cada fabricant els seus elements poden consumir una potencia diferent, sent equipaments pareguts. Al model de virtualització amb Proxmox VE amb els equips mínims que es van a connectar d'una a tres torres, un *switch* i de forma opcional un NAS es pot necessitar un SAI amb una diferencia entre Watts i Voltamperes de 1600 VA a 2000 VA.

3.4. Definició de màquines virtuals

Des de Proxmox es poden crear les màquines virtuals que faran de servidors Lliurex. Aquests servidors hauran de tindre de 4 a 8 GB de RAM, llavors per cada Hipervisor de 32 GB de RAM no es podran definir més de quatre servidors. Els nuclis virtuals per cada màquina virtual dependran del processador físic del HV, però si són de les característiques de l'apartat anterior es poden definir 4 cores per cada servidor. Les targetes de xarxa seran el *Bridget 1* com a xarxa interna amb el *Tagged* de la seua VLAN, com a xarxa externa el *Bridget 0* amb la connexió directa a Internet i la tercera targeta de xarxa de sincronització del *Brdget 2* on estarà ja definit el *Tagged 40*.

Per cada màquina nova cal donar un ID i per normalitzar aquesta numeració, el final de l'ID serà sempre l'adreça IP del servidor en qüestió. Per exemple el servidor *Master* d'ID serà 1254 o 2254. Per a crear una màquina es poden usar els *scripts* de configuració de servidor

que es troben a la part d'Annexes, concretament a l'Annex 3. També es pot crear a mà des de la interfase web d'una manera molt intuïtiva i que ve més detallat a l'Annex 3 del treball. De nom de màquina per normalitzar serà el Codi de Centre més el tipus de servidor que siga MAS (Mestre), CEN (Centre), AU1 (Aula 1), etc. El codi de centre és un identificador de 9 xifres que tenen tots els centres educatius valencians.

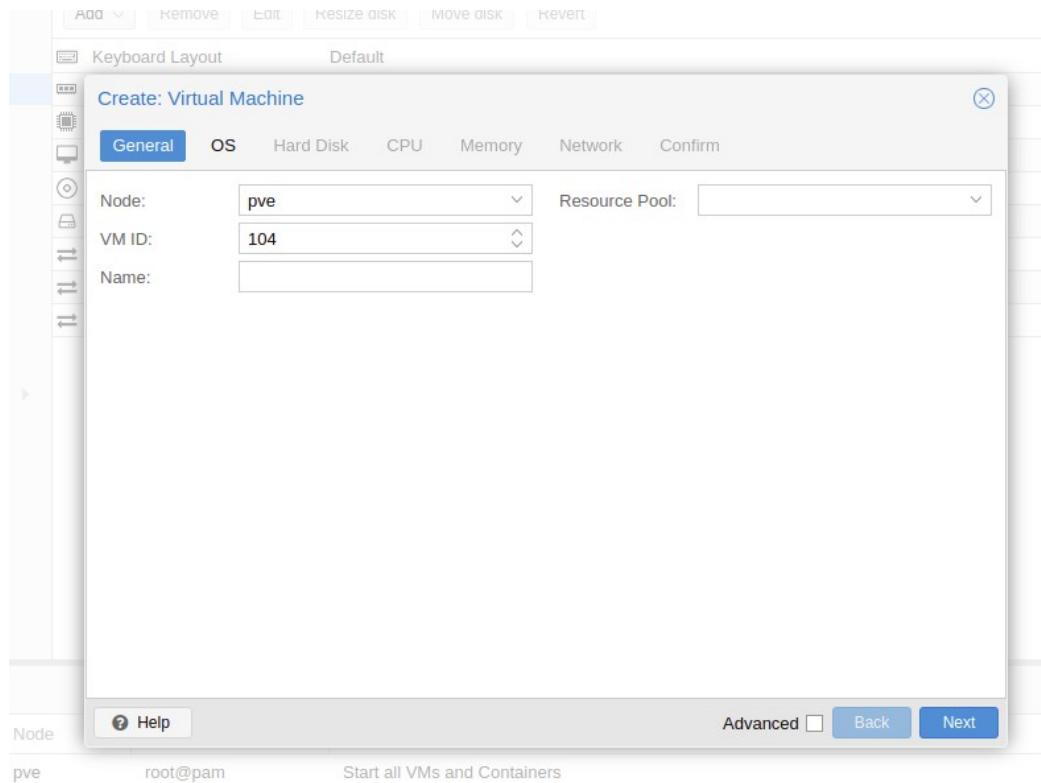


Figura 16: Creació màquina a Proxmox

Per cada servidor també es pot definir si es vol que arranque automàticament amb Proxmox i també l'ordre d'arrancada. Cal recordar que el servidor Mestre tindrà dos volums virtuals.

3.5. Definició d'usuaris de Proxmox

Per a l'ús de Proxmox es pot accedir com a usuaris *root*, però si es vol que no tothom que accedís a Proxmox tinga el privilegi de *root* es poden crear diferents usuaris. Per exemple, per al responsable d'informàtica d'un centre educatiu, el conegut com a Coordinador TIC es pot crear un usuari que només puga apagar i encendre les màquines virtuals sense més privilegis. Per als tècnics que donen el Suport i l'Assistència Informàtica, els coneguts com a SAI, es pot crear un altre tipus d'usuari amb un rol administrador. Aquests usuaris s'han de definir després de configurar el Clúster. Als Annexos, el dos, Manual Proxmox hi ha un *script* per la creació d'usuaris.

3.6. Definició de directoris a Proxmox

Utilitzar CEPH entre màquines Proxmox per a tindre un emmagatzematge compartit dins del Clúster seria una molt bona opció, però es necessiten uns recursos dels quals els materials dels centre docents no disposen. La velocitat d'1 Gbps de xarxa a la documentació oficial de Proxmox parla de coll d'ampolla i que el rendiment és acceptable en connexions 10 Gbps, a mode de *benchmarking* en el propi web Proxmox fa recomanacions de connexions de 100 Gbps, velocitats que queden fora no només de les xarxes educatives públiques, sinó també de molts entorns de produccions. També se'n parla en documentació oficial de discos SSD de gran capacitat, que queden fora de l'abast de la majoria de centres educatius i més de centres educatius públics. Per tan cal buscar altres alternatives més econòmiques.

Per a definir els directoris a Proxmox cal analitzar quins recursos es tenen, si hi ha un, dos o tres HV i també si es disposa d'un NAS o d'un equip amb serveis NFS fent la funció d'un NAS. En instal·lar Proxmox sempre es creen dos directoris locals, un per *backup* i fitxers ISO que es troba en `/var/lib/vz/`; i un altre local on estaran les màquines. Les seues opcions d'emmagatzematge no es poden editar.

Amb una instal·lació amb RAID 0 amb els dos discos dels Hipervisors hi ha més capacitat per a les màquines virtuals i amb RAID 1 estan els dos discos clonats. Aquestes opcions necessiten d'un NAS per fer còpies externes de com a mínim el servidor *Master* que conté totes les dades del sistema. És important fer *backups* d'aquesta màquina per poder restaurar les dades a un altre Hipervisor si fora necessari. El mateix Proxmox pot definir els *backup* i quedarà més detallat endavant en la memòria, en un apartat dedicat a replicacions de màquines i còpies de seguretat. L'opció de RAID 0 en aquest entorn s'usa en el model amb dos HV i es configura per tindre espai suficient per a replicar les màquines als dos HV. En cas de fallada d'un RAID 0 tot està copiat als dos HV. Aquesta funcionalitat queda més detallada en l'apartat 3.7.

Com alternativa quan no es disposa del NAS o d'un equip amb NFS que faça el paper del NAS, el segon disc dur es pot muntar el sistema com un directori per fer aquestes còpies del servidor *Master*. A l'Annex 2 Manual Proxmox es defineix un *script* per crear un `/backup` amb el segon disc dur d'un HV i també una alternativa als centres sense NAS, que s'exporta aquests discos amb NFS per cada HV.

Un altre directori important a Proxmox és `/etc/pve`. D'aquesta ruta pengen les configuracions de les màquines en *qemu-server*. També es troba la configuració del Clúster al fitxer `corosync.conf` i a un Clúster la mateixa configuració de màquines cauen de la carpeta `nodes`. Aquest directori és molt important per a les configuracions de Proxmox. A l'Annex Manual Proxmox hi ha més detalls de la configuració de directoris de NFS.

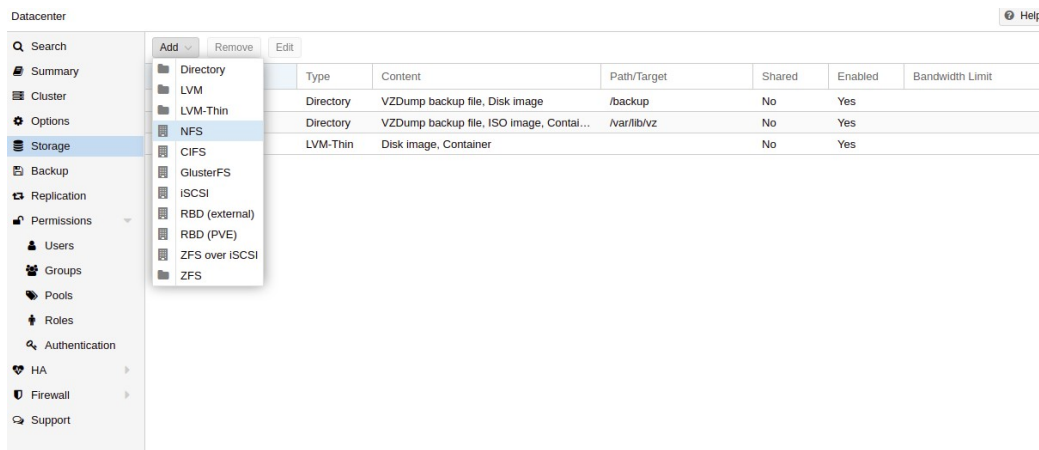


Figura 17: Tipus de directoris a Proxmox

3.7. Definició de ferramentes de backup de màquines virtuals

Per a qualsevol sistema informàtic són importants les còpies de seguretat. En aquest entorn no pot ser menys. Proxmox té una ferramenta de fer backup de màquines de forma programada. Des del menú de *Datacenter*, *Backup* es pot definir una còpia programada d'una màquina, diverses o totes.

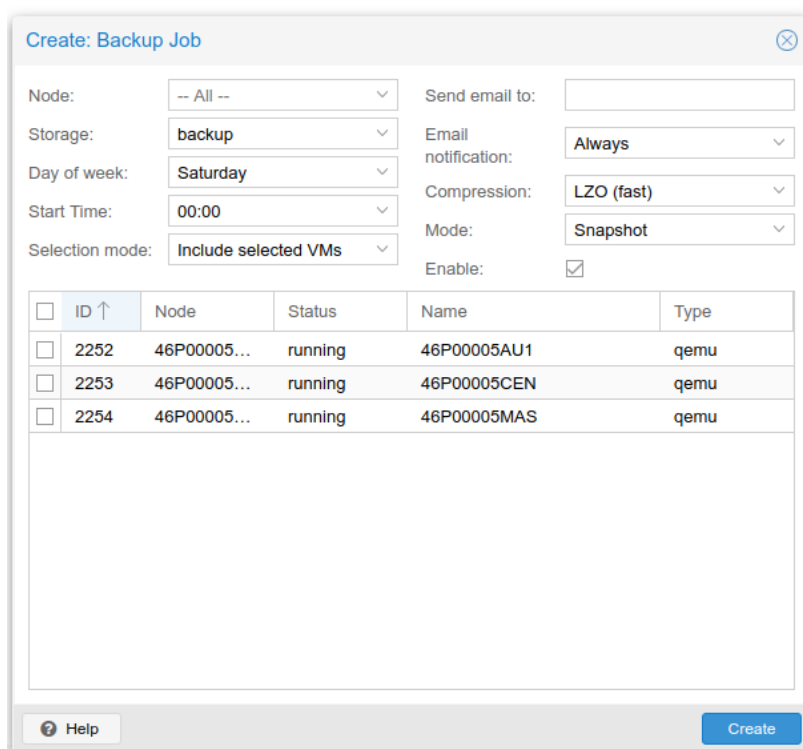
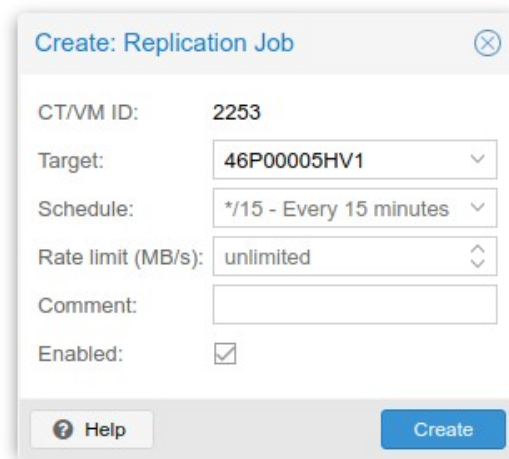


Figura 18: Creació de còpia programada de màquines

A l'Annex 2 - Manual de Proxmox queda més detallat com programar *backups* de forma automàtica i com editar-los també des del fitxer de configuració de `/etc/pve/vzdump.conf`. A més a més, es pot trobar un *script* per a generar un *backup* del servidor Mestre per a cada dissabte a les 0:00.

Aquest fitxer de *backup* de màquines és l'opció que té Proxmox per a exportar i importar les màquines virtuals. Per exemple, amb una migració d'Hipervisors a un centre, caldrà treballar amb fitxer de còpies per a fer la migració de les màquines virtuals.

Proxmox també té l'opció de replicar les màquines d'un Clúster. És una forma de tindre la informació de totes les màquines sense tindre emmagatzematge compartit. Com que totes les dades de les màquines estan replicades a dos nodes es necessita més espai per a treballar. Aquest model de replicació en l'entorn de centre educatiu valencià està pensat per al model de dos HV instal·lats amb RAID 0.



The image shows a 'Create: Replication Job' dialog box. It contains the following fields and values:

- CT/VM ID: 2253
- Target: 46P00005HV1
- Schedule: */15 - Every 15 minutes
- Rate limit (MB/s): unlimited
- Comment: (empty text box)
- Enabled:

At the bottom, there is a 'Help' button with a question mark icon and a blue 'Create' button.

Figura 19: Creació de replicació de màquina cada 15 minuts

La replicació entre nodes es programa cada cert temps i es fa de forma incremental. La primera replicació serà més costosa, però les següents seran més ràpides. A l'Annex 2 - Manual de Proxmox ve més detallat com programar aquesta replicació i també està de forma més detallada la configuració del Clúster perquè treballi pel *Bond*. En el cas de dos nodes cal afegir les opcions `two_node: 1`, `wait_for_all: 0` i `last_man_standing: 1` a `corosync.conf`.

`two_node: 1` → Crea de forma fictícia un únic node, així el dos nodes estan treballant dins del clúster com si fora només un. Així no es creen problemes a l'hora de votar amb dos nodes. Sense *quorum* el Clúster no pot operar i si la majoria del membres del *quorum* no voten tampoc es poden realitzar les operacions de *corosync*. Aleshores, en crear el node

fictici per votar, si cau un node es poden realitzar les operacions perquè si no només hi hauria un vot i no s'arribaria mai una majoria de consens.

last_man_stading: 1 → Amb el valor 1 s'habilita la funció *Last Man Standing* (LMS) que per defecte té valor 0. En aquest cas d'un Clúster de dos nodes, si cau un node el que està en funcionament pot funcionar ell a soles arribant al consens *expected_votes*. L'últim home en peu és qui accepta la responsabilitat del Clúster. Habilitar LMS fa que el clúster faça un calcul automàtic dinàmic del valor esperat dels vots per circumstàncies especials. Per exemple amb un clúster de 8 nodes de vots el *quorum* és 5, però si cauen 3 nodes després d'un temps amb aquesta funció els vots esperats són 5 i el *quorum* passa a ser 3. Amb un clúster de dos nodes aquesta funció habilitada només li dona més estabilitat al *quorum* en el cas de fallida d'un node.

wait_for_all: 0: → Força que la funció Wait For All (WFA), perquè el valor *two_node* fa que s'habilite aquesta opció. Amb valor 0 és per evitar que el clúster espere a tots els nodes per tal d'estar disponible. Així no es donarà el cas del que es coneix com cervell partit.

Amb aquestes funcions habilitades el Clúster es comporta amb dos nodes com si funcionara com un i si cau un dels nodes continua funcionant i arribant a acords per ell mateix.

Per tal de aprofitar al màxim els recursos al model de tres HV es poden exportar per NFS els discos secundaris que estan configurats per còpies. Així doncs, a falta d'un NAS, són els mateixos Hipervisors de Proxmox els que faran de servidors NFS entre els seus nodes amb aquests volums. A l'Annex 2- Manual Proxmox queda més detallat com exportar per NFS aquest directoris i com afegir-los als *Storage* del Clúster.

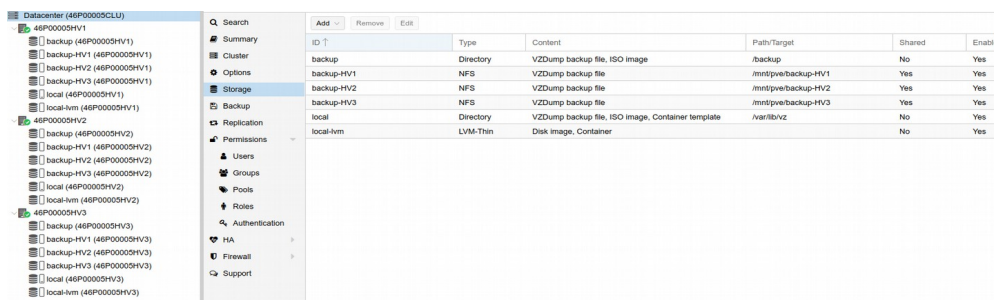


Figura 20: Exemple de centre amb 3 HV i /backup exportats per NFS

Per recursos econòmics pot ser que el centre educatiu no dispose d'un NAS, però és molt recomanable muntar algun equip vell extern que faça de servidor NFS amb prou capacitat per fer còpies de seguretat del sistema. Tot entorn informàtic necessita fer *backup* així en cas de fallida poder recuperar el sistema de la forma més ràpida possible. A l'Annex 2- Manual Proxmox s'explica com recuperar el sistema del model de dos HV d'una forma més detallada. També s'explica com restaurar des de la consola web una còpia de seguretat.

4. Possibilitats d'escenaris als diferents centres educatius

Entre els més de 1500 centres de titularitat de la Generalitat Valenciana hi ha de molts tipus. Els més habituals són els centres d'Educació Primària i els centres d'Educació Secundària, però també hi ha escoles de persones adultes, escoles d'idiomes o conservatoris de música. Encara que aquests últims centres tenen unes peculiaritats educatives especials, també s'hi podria implantar el Model Educatiu Centre Lliurex. Per analitzar la implantació del model informàtic, més que les peculiaritats educatives, serà més pràctic comprovar les necessitats de recursos. Per tant, es poden dividir els centres entre xicotets, mitjans i grans.

4.1. Centres xicotets

Aquest tipus de centre necessiten menys recursos ja que tenen poques aules o departaments. Poden ser escoles infantils, aularis de CRA (Centres Rurals Agrupats) o d'escoles d'idiomes a més de moltes FPA (Formació de Persones Adultes). Per a aquests centres educatius es pot implantar el model amb un Hipervisor i virtualitzar només un servidor Mestre i dos Esclaus.

Per dotació, a molts d'aquests centres no els correspon una aula d'informàtica, però gràcies al model virtualitzat amb una xicoteta inversió en clients, amb pocs recursos per a LTSP es podria muntar una. En aquest model d'un HV es fa pràcticament necessari un NAS per a còpies, però és opcional. Com es necessiten tots els recursos del HV per a virtualitzar no és recomanable usar ZFS i fer RAID 0 o RAID 1 per programari. Aquesta opció per programari consumeix recursos de maquinari necessaris per a les màquines virtuals.

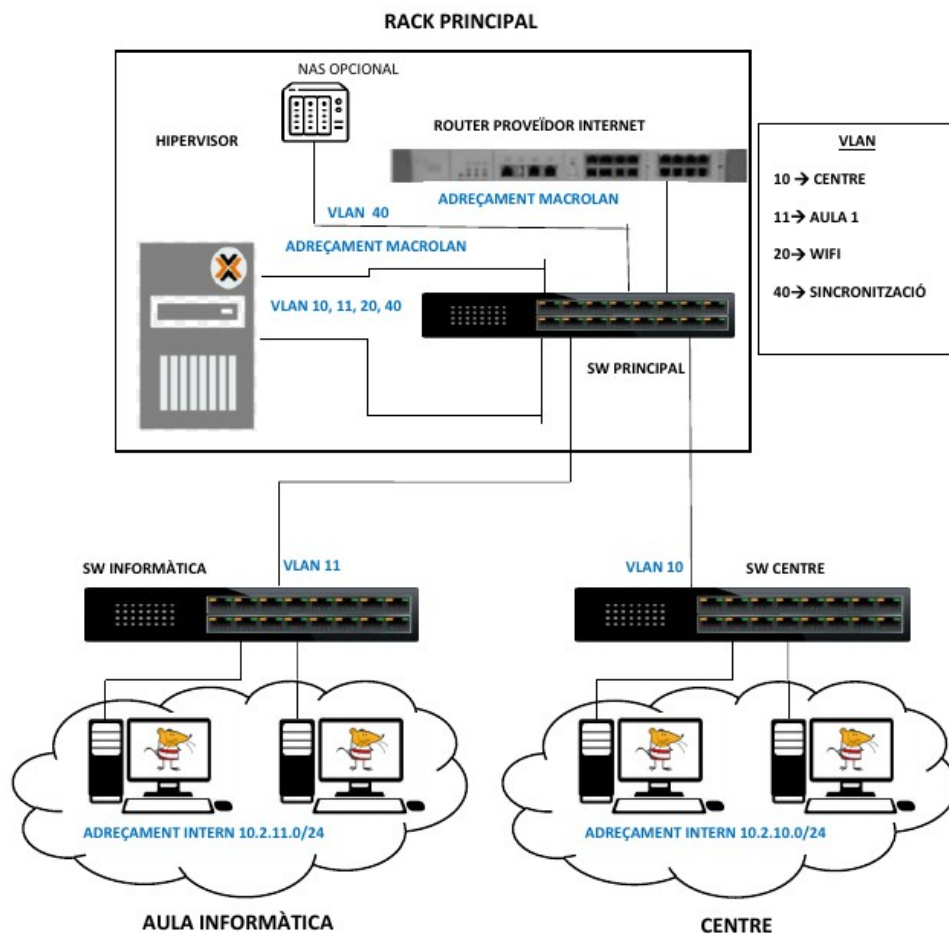


Figura 21: Model centre xicotet amb 1 HV

4.2. Centres mitjans

En aquests tipus de centre entren la majoria dels centres educatius, les escoles de primària i alguns instituts, també els conservatoris de música. Són centres amb una o dues aules d'informàtica i amb més aules docents o departaments. El model per aquest tipus de centre seria el model de dos Hipervisors amb més recursos per a més màquines virtuals i amb la replicació de discos.

La replicació de disc pot garantir el funcionament del centre si cau un dels dos nodes. Però també és recomanable un NAS extern per a fer còpies fora del sistema. Com que hi ha dos Hipervisors, hi ha el doble de recursos. Per això es pot instal·lar amb ZFS RAID 0, encara que aquest sistema d'arxius consumeix més recursos per fer el RAID per programari, els servidors es poden dividir entre els dos nodes.

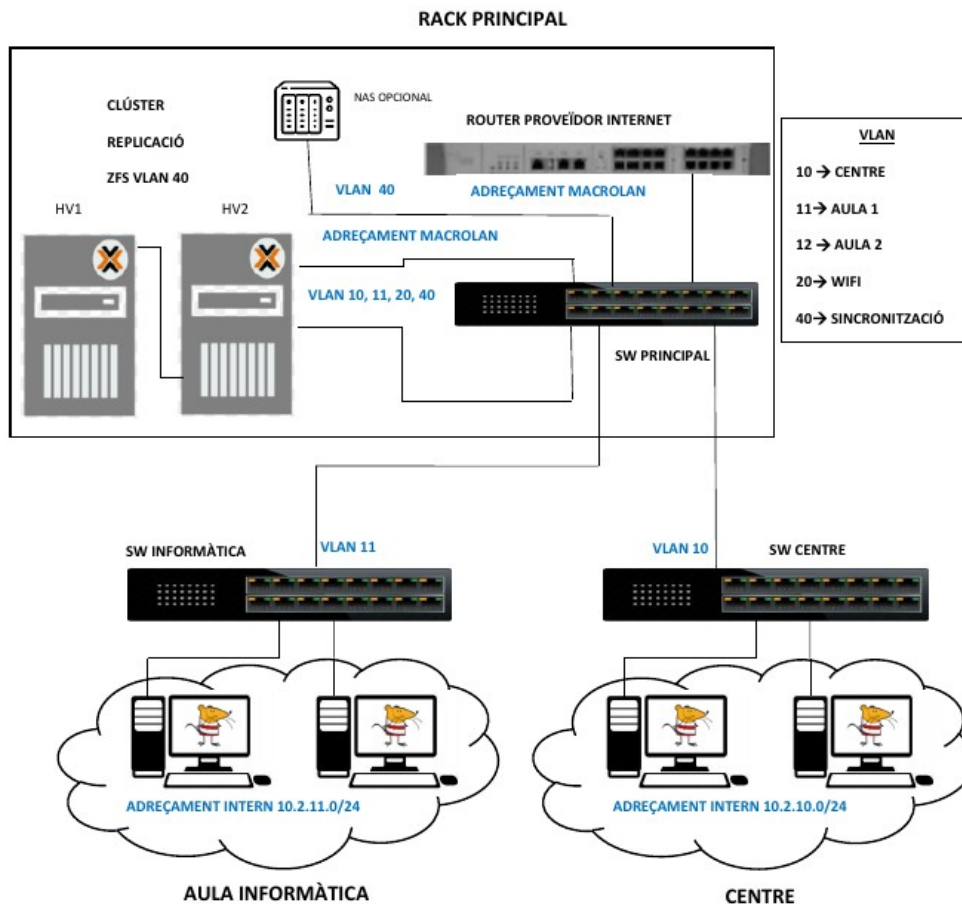


Figura 22: Model centre mitjà amb 2 HV

4.3. Centres grans

Finalment trobem el grup dels centres grans. La majoria d'instituts de secundària entrarien en aquest model que necessita més recursos per a virtualitzar, ja que té més dependències. Tenen tres aules d'informàtica de secundària, aules de formació professional i molts departaments. Alguns són tan grans que hi ha dependències que hauran de compartir servidors, com la Formació Professional.

Com les necessitats per a virtualitzar en aquests centres grans són les màximes no es pot fer ús del sistema d'arxius ZFS, ja que consumeix més recursos en fer el sistema RAID per programari, molta memòria RAM de l'ús de Proxmox serà per gestionar el RAID i no es podrà aprofitar per a màquines virtuals. Una opció molt recomanable en aquests centres, encara que no siga obligatori per muntar el model, és un NAS amb quatre targetes de xarxa. Aquest NAS es pot fer una *Bond* i tindre les màquines directament al NAS, com serà emmagatzematge compartit i si cau un node del Clúster es pot recuperar movent els fitxers del node afectat als nodes que funcionen generant Alta Disponibilitat. Aquest moviment de fitxers ho fa directament el Clúster. Encara que si es dona el cas caldrà baixar la RAM dels servidors virtuals. Com s'ha

detallat en l'apartat 3.3 el NAS ha de ser d'unes característiques superiors per a no penalitzar l'ús de les màquines que treballen directament a l'*Storage* del NAS.

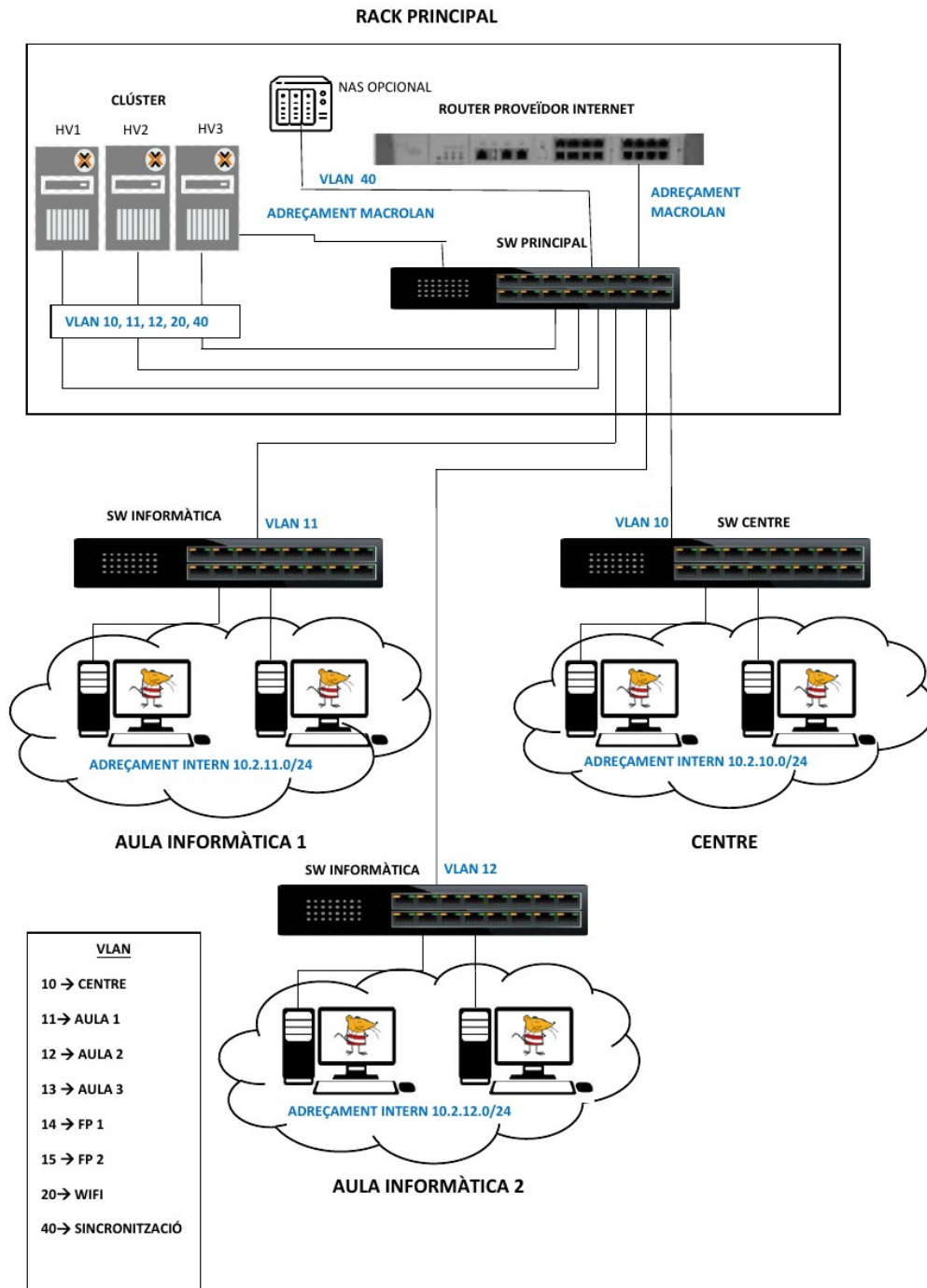


Figura 23: Model centre gran amb 3 HV

4.4. Model de tres HV amb Alta Disponibilitat

L'Alta Disponibilitat, o *High Availability* en anglès, és una opció que es recomana habilitar a partir de tres nodes del Clúster. Amb un emmagatzematge compartit i accés a tots els discos de les màquines virtuals des de tots els nodes, es pot habilitar aquesta opció. Per exemple amb un *Storage* del NAS amb NFS.

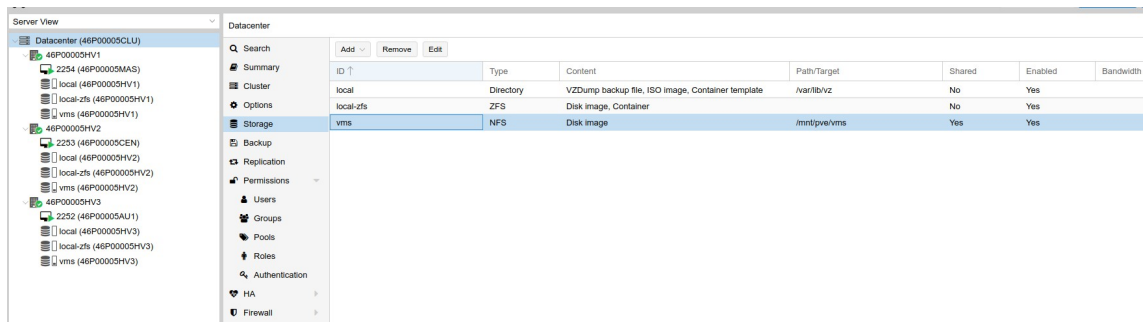


Figura 24: Exemple de directori compartit d'un NAS

Aquest *Storage* compartit conté els discos de totes les màquines virtuals.



Figura 25: Emmagatzematge compartit per HA des del HV1



Figura 26: Emmagatzematge compartit per HA des del HV2



Figura 27: Emmagatzematge compartit per HA des del HV3

Una vegada es disposa de l'emmagatzematge compartit es pot habilitar l'Alta Disponibilitat des del menú de *Datacenter* → *HA*. Des d'*Add* es pot seleccionar quina màquina es vol en HA.

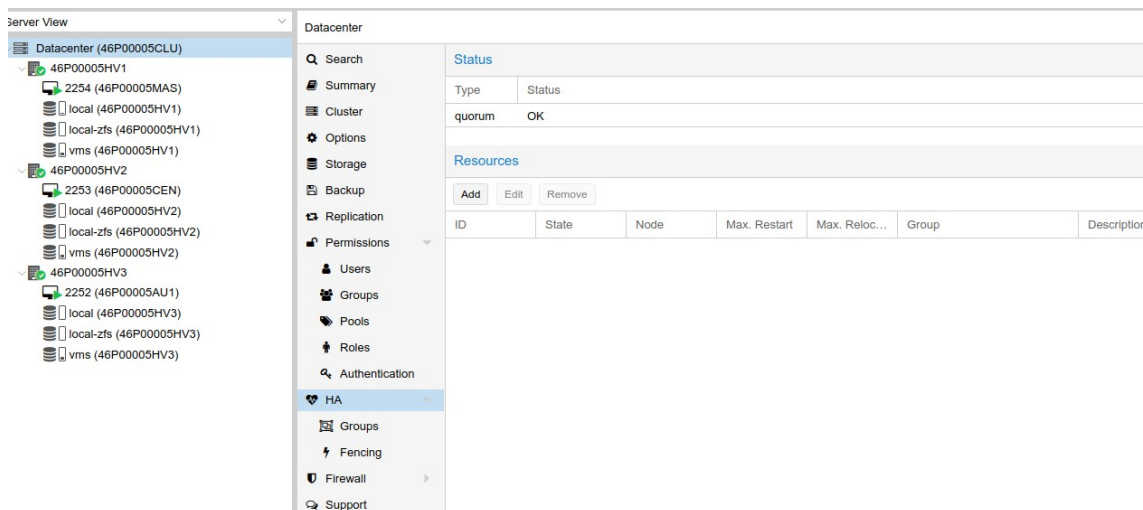


Figura 28: Menú HA abans d'afegir una màquina

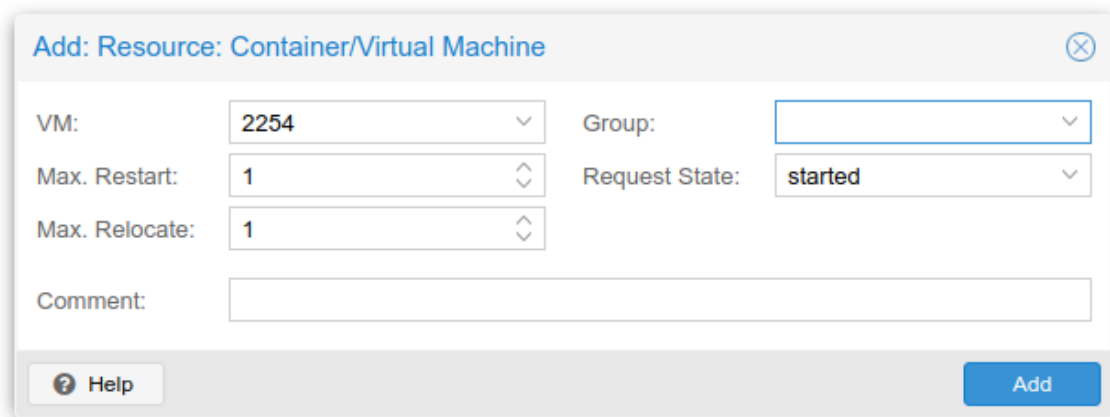


Figura 29: Configuració del servidor Master de Lliuex com a HA

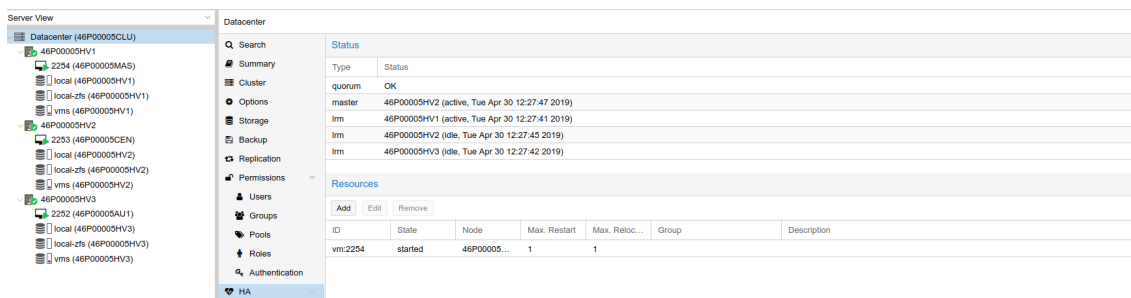


Figura 30: Menú HA després d'afegir una màquina

Amb aquesta configuració el servidor *Master* identificat amb l'ID 2254 es troba en Alta Disponibilitat i si cau el node de Proxmox on està treballant el seu fitxer es mou a un altre node disponible del Clúster de forma automàtica. Els dos nodes que funcionen amb el *quorum* es posen d'acord a com treballar i com que l'emmagatzematge és compartit qualsevol node té accés als discos de la màquina amb HA.

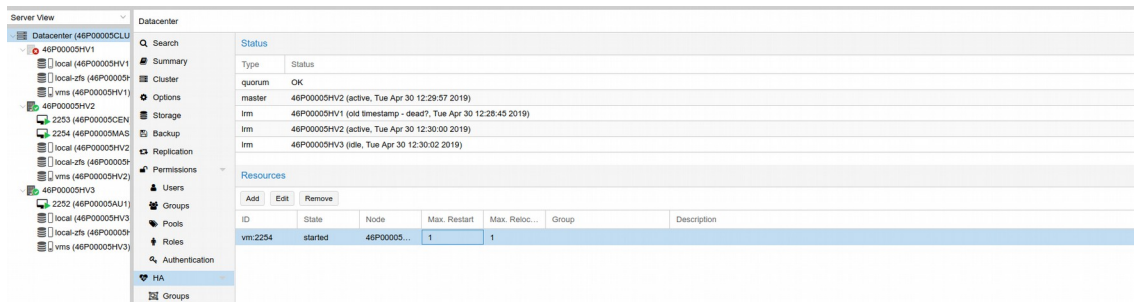


Figura 31: Exemple de tres nodes amb HA i un d'ells no funciona

Ara bé, aquesta Alta Disponibilitat ja no funciona si cau un segon node, perquè només en queda un i no funciona bé el *Corosync* per falta de *quorum*. En faltar la majoria dels vots, cada node en tindrà un 33,33 % del vots. Si cau un node el *quorum* funciona amb els vots del 66,66 % dels vots, però si cau un segon node ja no funciona, perquè el 33,33 % no pot decidir. Totes les màquines es poden afegir a HA, sempre que els seus discos estiguen compartits.

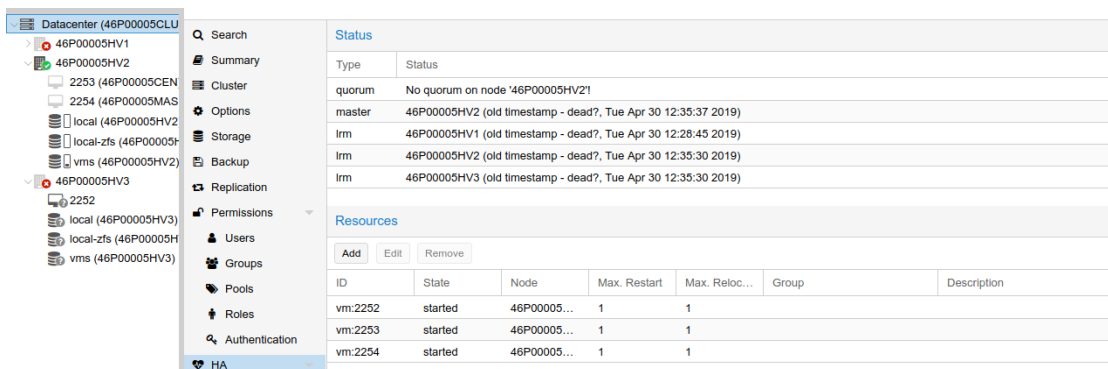


Figura 32: Exemple de tres nodes amb HA i dos d'ells no funcionen

Si s'alça un node i passen a ser dos HV comença a funcionar el *Corosync* i per tant el *quorum* també de forma correcta i els dos nodes acorden què fer amb les màquines caigudes. En les captures, la màquina 2252 que estava configurada com HA i del node 3 passa a node 1.

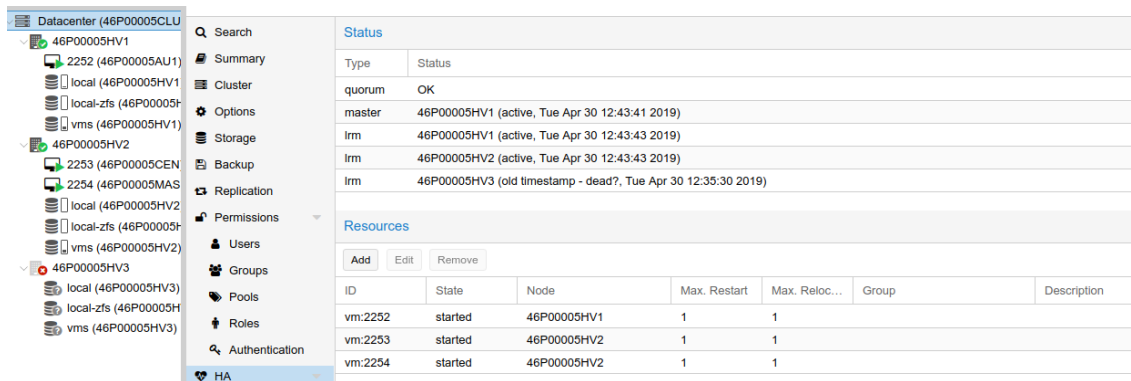


Figura 33: Exemple de tres nodes amb HA en tornar arrancar dos nodes

5. Definició d'una auditoria als centres abans d'una implantació

Abans de fer una implantació en qualsevol centre educatiu cal fer unes comprovacions bàsiques. Aleshores, es planteja una auditoria de cada centre per determinar si arriba a uns requisits mínims per cada àrea: xarxa, sistemes actuals, de quines dades disposa el centre i possibles migracions de les dades.

5.1. Revisió de la xarxa

Aquesta part és la més important de totes en l'auditoria. Cal un cablejat estructurat de CAT 5e almenys que cobrisca totes les zones del centre que estiguen dins del sistema. Cal revisar els enllaços entre nodes. Es necessitarà connexió de fibra òptica entre els principals RACK o cablejat LAN amb connector RJ-45. En el cas que siga cablejat de xarxa caldrà que el centre dispose de com a mínim un segon cable per crear un LAG i fer que la connexió siga més ràpida. Per a poder fer un LAG es necessita *switch* configurables als dos extrems.

Un altre aspecte a auditar són les ubicacions dels nodes principals. En molts centres educatius, principalment de Primària no hi ha RACK i seria molt convenient la col·locació d'aquests armaris de xarxa, per tancar les connexions i evitar així que siga fàcil accedir a elles i manipular-les, ja que hi ha VLAN, agregats i configuracions especials. Així doncs, un canvi de cable a una presa o a una altra que no li corresponga pot provocar la caiguda del tot el sistema.

A més a més, cal identificar tota l'electrònica de xarxa per comprovar que és a 1 Gbps i també la possibilitat que siga configurable o no. Aleshores, cal anotar totes les marques i models dels *switch* actuals al centre amb la seua ubicació i les preses de les quals s'està fent ús, a més de identificar bé aquelles que fan d'enllaç amb altres nodes. Aquesta informació facilitarà la implantació al futur i saber on cal fer configuracions de xarxa amb LAG o amb troncs, o saber on caldrà enviar les dades *Untagged* perquè a l'altre costat no hi ha una electrònica de xarxa configurable.

Una vegada identificats els *switch*, cal fer la mateixa feina amb els punts d'accés wifi i comprovar si són compatibles amb FreeRadius, ja que els servidors Lliurex disposen d'aquesta possibilitat d'autenticació per xarxa sense fils. Potser el centre no tinga connexió wifi i la vol implantar al futur. De ser eixe el cas, es pot assessorar amb l'informe final d'auditoria de quins punts d'accés adquirir i on ubicar-los en el futur.

L'escenari ideal de xarxa seria el següent: un cablejat estructurat amb CAT 6 amb un RACK per cada node principal de la xarxa, diversos enllaços de fibra o amb diversos enllaços de connexió RJ-45 per tal de

crear un agregat de xarxa per cada node. Aleshores, es necessitaria electrònica de xarxa configurable per cada node principal i poder gestionar els LAG i les VLAN. En el cas de disposar de connexions sense fils, que els punt d'accés siguin configurables amb Freeradius.

L'escenari mínim de xarxa es troba amb un cablejat estructurat amb CAT 5e, sense dobles enllaços entre nodes principals i sense *switch* configurables, però funcionant a 1 Gbps. Al node principal on estaran connectats els HV sí que serà necessari un *switch* configurable. Aquest escenari mínim no necessita tampoc un RACK. Potser molts entorns educatius es troben en aquestes condicions i caldrà assessorar-los de com arribar a l'escenari ideal. Tot i això la implantació amb l'escenari mínim és possible.

Serà convenient explicar al centre els avantatges de passar de l'escenari mínim a l'escenari ideal. Aquests avantatges aporten més velocitat entre els nodes principals de la xarxa, gràcies als LAG. També, poder configurar en cada ubicació una VLAN segons les necessitat d'aquesta ubicació, wifi, aula1, aula2, etc. I la possibilitat de monitoritzar tota la xarxa del centre i trobar problemes de connexió més fàcilment en el futur.

5.2. Revisió de Sistemes d'informació actuals

Una altra qüestió a auditar són els sistemes actuals del centre. Cal revisar com estan treballant abans de fer la migració. En aquest punt, es poden trobar diferents situacions:

- El centre disposa d'un Model Centre, però sense virtualització.
- El centre treballa amb servidors Lliurex independents.
- Tots els ordenadors del centre són escriptoris Lliurex independents.

Cal trobar el programari extra com PMB o Moodle i aquest programari hauria d'estar sempre a un servidor Lliurex. Es pot donar el cas d'una barreja de les dos últimes: servidors independents a la biblioteca i a l'aula d'informàtica i a les aules docents, equips independents amb escriptoris.

5.3. Revisió de dades

Segons les possibilitats de l'apartat anterior, es poden trobar diferents entorns i les dades poden estar en diferents llocs. Llavors, a un MCL ja funcionant, les dades estaran al servidor mestre i la migració serà més senzilla i completa, perquè caldria virtualitzar els seus sistemes. Per una altra banda, amb servidors independents es poden trobar diferents usuaris de LDAP a diferents servidors i amb diferents PMB o Moodle. En aquest cas caldrà validar quines dades es migraran i quines no amb el centre, perquè només es podran importar unes dades al servidor Mestre. En escriptoris independents els usuaris seran locals, de cada

ordinador i les dades estaran en cada ordinador Lliurex. Cada ordinador del centre disposarà de les seues dades en /home.

5.4. Backup de dades

Segons estiguen les dades es podrà efectuar una còpia i una migració de dades. Per exemple, a un centre amb MCL ja funcionant caldrà passar aquests sistemes a virtual amb Proxmox VE. A Lliurex hi ha una ferramenta de Lliurex *Backup*.

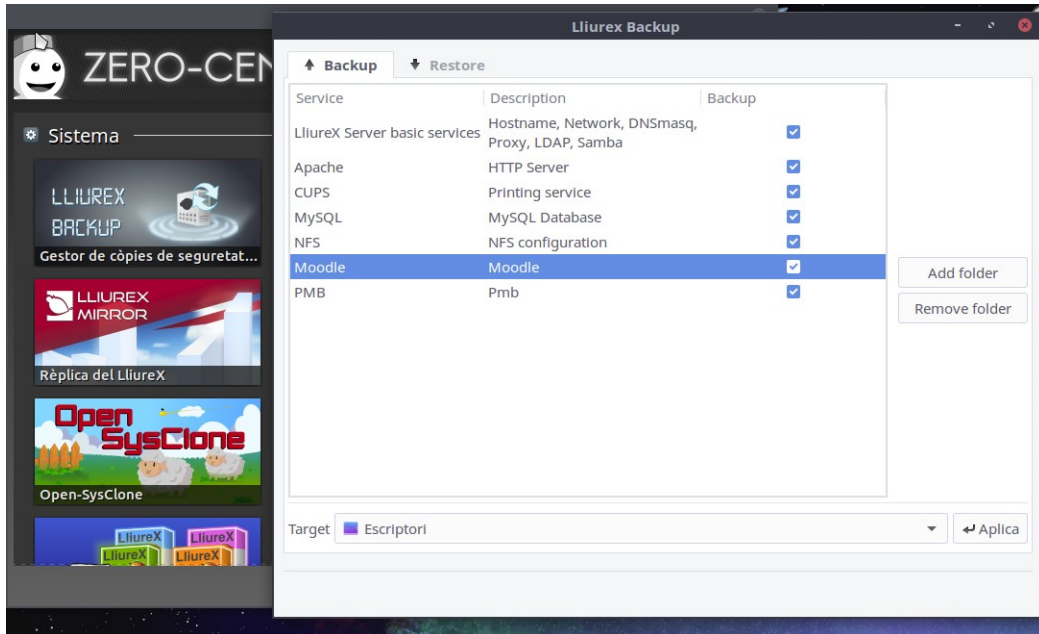


Figura 34: Lliurex Backup

Lliurex *Backup* no guarda les dades de /net/server-sync. Aquesta opció s'ha de fer copiant les dades. Una forma molt bona pot ser fer-ho des d'un nou servidor Mestre virtual amb *Rsync*. Amb l'usuari *root* i des d'una terminal anant al directori /net/server-sync es pot llançar la comanda *rsync*:

```
rsync -aAvxX root@direccio_ip_server_master_antig:/net/server-sync/* ./
```

Amb aquesta instrucció començarà a copiar respectant els permisos d'un servidor a un altre i els identificadors d'usuaris seran el mateixos. En fer la còpia de la configuració de Llum (gestor de LDAP) els identificadors d'usuaris seran els mateixos. Caldrà abans de llançar el *rsync* habilitar l'usuari *root* al *ssh* i canviar-li la contrasenya, que no ve definida, qüestió que passa a tots els sistemes basats a Ubuntu. Habilitar l'usuari *root* al *SSH* consisteix en editar el fitxer /etc/ssh/sshd_config. Dins d'aquest arxiu s'ha de buscar *PermitRootLogin prohibit-password* i canviar-lo per *PermitRootLogin yes*. Després, guardar el fitxer i reiniciar el servei *SSH* amb *service ssh restart* des de la terminal. Per a canviar la contrasenya es pot fer amb un *sudo password root* des d'una terminal.

En centres amb servidors independents només es podran passar les dades al nou servidor Mestre: un LDAP, un /net, un PMB, etc. No cal que aquestes dades siguin del mateix servidor, Lliurex *Backup* té l'opció de seleccionar de què es vol fer la còpia i després restauració dels diferents arxius comprimits, que es generen de cada Lliurex *Backup*. Respecte a les dades del /net haurà de ser el mateix servidor que genere la còpia d'usuari de LDAP i caldrà fer el *Rsync* com s'ha detallat al cas anterior, amb MCL com a sistema previ abans de la migració. Si la còpia de Llum i *lrsync* es fan de diferents servidors, els identificadors d'usuaris no seran els mateixos i els permisos no funcionaran correctament.

En centres on els ordinadors estan com escriptoris de Lliurex, sempre que siga Lliurex 16, es podran mantenir i passar a un Lliurex Client amb l'eina de Sabors de Lliurex. En el cas que no siga Lliurex 16, caldrà reinstal·lar l'ordinador amb aquesta versió. Aleshores, la quantitat de dades a copiar per cada equip pot ser molt costosa. Com l'auditoria es fa abans d'un implementació, es pot avisar al centre dels ordinador afectats i que cada usuari es faça una còpia de les seues dades. Llavors, en la implementació de l'MCL amb Proxmox VE aquests ordinadors es poden instal·lar directament amb Lliurex Client 16. Aquesta tasca es pot fer fàcilment amb l'eina *OpenSysClone* dels servidors Lliurex.



Figura 35: Sabors de Lliurex

6. Anàlisi econòmica

Una anàlisi econòmica es necessita per a qualsevol entorn. Cal fer una planificació de les despeses que pot generar un projecte. En aquest cas de virtualització d'MCL i normalització de xarxa, molts materials als centres educatius públics valencians els subministra la Conselleria d'Educació mateixa, però hi ha material que no, com per exemple els SAI o els NAS. També totes les millores d'infraestructura de xarxa i els elements d'electrònica de xarxa, per fer millores després de l'auditoria per a implantar el Model de Centre virtualitzat, caldrà que les subministre el centre educatiu mateix. Encara que l'electrònica de xarxa principal sí que la subministra la Conselleria i també té un concurs públic de Suport i Assistència Informàtica, amb tècnics que podrien fer l'auditoria i la implantació. De totes les maneres, en aquest apartat de la memòria s'analitzaran tots els costos que poden derivar d'aquest projecte, amb dades aproximades.

6.1. Hipervisors per a Proxmox

Aquest apartat consisteix en analitzar el cost econòmic dels materials descrits per a virtualitzar amb Proxmox VE en l'entorn del centres educatius valencians.

Amb el maquinari del apartat 3.3 d'aquest mateix document es necessita d'un a tres HV amb processador d'índex PassMark 10000 o superior, 32 GB de RAM, dos discos de 2 TB cadascun i cinc ports de xarxa. Aleshores s'ha d'intentar localitzar servidors ja muntats amb una garantia.

Al primer proveïdor al qual se li ha demanat un preu d'un Hipervisor ha sigut APD (*Algoritmos Procesos y Diseños, S.A.*). Aquest és un proveïdor habitual per a concursos públics de l'Administració i alguns dels ordinadors de dotació de la Conselleria d'Educació Valenciana són d'aquest proveïdor. En el seu lloc web hi ha un formulari per demanar pressuposts i a data de 30 d'abril de 2019 l'equip que ha oferit APD per aquesta tasca ha sigut el següent:

Ordinador APD Workstation Q370F
Bastidor semitorre, Font d'alimentació 450W 85+
Placa base matx Chipset Q370 LGA1151 4XDDR4-64GB p/K 8GEN
Processador Intel® I7-8700 3.2/4,6GHZ 12MB LGA1151 UHD 630 BX
Memòria DDR4 DIMM 16GB 2400MHZ CL17 NON-ECC DR 2 mòduls total 32GB
2 discos durs 2 TB interns 3.5" SATA 6Gb/s 7200 rpm búfer: 128 MB Seagate Exos 7E2 ST2000NM0008
Intel Ethernet Server Adapter I350-T2 Adaptador de red PCIe 2.1 x4 perfil bajo 1000Base-T x dual (dos unitats) és un total té 5 connexions de xarxa.
Teclat, ratolí i amb 2 anys de garantia *In Situ*.

Amb un preu aproximat de 1450 € amb l'IVA inclòs. A banda, també cal afegir CANON DIG. HDD INT EN EQUIPS REAL DECRET 17/2017 5,45€, multiplicat pels dos discos que té. Preu aproximat total 1461 €. No té sistema operatiu i totalment compatible amb Linux 64 bits.

Aquest Hipervisor és una molt bona opció. L'índex PassMark del processador supera els 15000 i les seues característiques són molt bones per a l'entorn descrit, a més de tindre dos anys de garantia en el mateix centre.

Un altre proveïdor possible ha seguit Dell. A data de 5 de maig de 2019 es va visitar el seu web, que és molt configurable per a demanar equipament. Dins de l'apartat de servidors de torre, es va escollir el seu model PowerEdge T130 descrit per a xicotetes oficines o d'ús domèstic. Les característiques escollides són:

Processador Intel Xeon E3-1240 v6 3.7GHz, 8M cache, 4C/8T, turbo (72W)

Memòria RAM 16GB 2666MT/s DDR4 ECC UDIMM 2 Mòduls

No Operating System

Dos discos durs de 2TB 7.2K RPM SATA 6Gbps 3.5in Cabled Hard Drive

Font d'alimentació European Power Cord 220V

Les connexió de xarxa només són 4, On-Board LOM 1GBE Dual Port (BCM5720 GbE LOM) i 3 Broadcom 5719 QP 1Gb Network Interface Card

Garantia 3Yr Basic Warranty - Next Business Day

Total de preu 1589,35 € sense IVA

Aquest altre servidor també és òptim per a l'entorn descrit al treball. El processador té un índex PassMark inferior, 10393, però està per damunt de 10000. També té una connexió de xarxa menys, per tant el *Bond* anirà un 1 Gbps més lent. Encara que cal destacar que aquest té tres anys de garantia.

El dia 5 de maig de 2019 es va visitar el lloc web d'HP. No és tan configurable com Dell i no es pot gestionar un servidor que entre dins de les necessitats descrites, però també hi ha una adreça electrònica com en el cas d'APD, la diferència és que no han contestat la petició d'un pressupost per aquest treball.

Aleshores, dels dos servidors per escollir-ne el més adequat seria l'Hipervisor d'APD. Primer pel seu preu, més de 100 € menys que el Dell i amb millors prestacions. L'entorn educatiu públic té uns recursos molt limitats i encara que Dell done un any més de garantia, els diners estalviats es poden destinar a altres recursos. També el tracte ha sigut més proper amb APD, amb una sensació de confiança amb els seus clients.

Llavors, el preu per l'Hipervisor APD és aproximadament de 1460 €. A aquest preu per definir la visió total del cost del material que es necessita cal afegir-hi els costos del SAI i encara que es presenta com un solució opcional, també els costos del NAS tant per fer *backup* com d'emmagatzemament compartit.

Seguint les característiques marcades en l'apartat 3.3 el SAI ha de ser interactiu o en línia, a més d'entre 1600 VA i 2000 VA. La resta de material que es comenta a continuació s'ha cercat en Amazon a data 27 d'abril de 2019, electrònica de xarxa inclosa.

De SAI es poden trobar diferents models que concorden amb aquestes característiques a diferents preus. Un dels més accessible per l'entorn descrit de pocs recursos econòmics és el L-Link SAI 1600VA Interactive amb un preu de 136 € i el mateix model de 2000VA a 170 €. Un altre model és el Salicru SPS 2000 One de 2000VA a un preu de 151 €. Un altre SAI amb tecnologia *line Interactive* és el APC Back-UPS PRO 1500VA que es troba a uns 350 € d'oferta. Aquests són diferents preus de SAI amb costos baixos però amb la capacitat de cobrir les necessitats d'evitar tallades elèctriques i protegir dels canvis de potencial.

Els NAS per fer còpies de seguretat pot ser més simple i aquestes còpies es realitzen a les nits o els caps de setmana, a fi de no saturar la xarxa durant l'horari lectiu. Aleshores, no cal un dispositiu de grans prestacions. Buscant, es poden trobar també diferents NAS. Un senzill però eficaç per aquesta tasca és QNAP Seagate IronWolf TS-131P 2TB per 310 €. Un altre és el WESTERN DIGITAL wdbctl0020hwt Elements 2 TB a un preu de 316 € o el BUFFALO LS220D0202-EU LINKSTATION 220 2 TB a un preu de 414 €. Aquests tipus de NAS són suficients per a fer còpies de màquines a un *Storage* fora dels HV de Proxmox.

Per a un NAS amb l'objectiu de l'emmagatzemament compartit per a les màquines i la possibilitat de l'Alta Disponibilitat, cal un NAS de millors característiques i més capacitat. Per exemple el Qnap TS-963X-2G amb un preu de 662 € sense discos durs. En aquest cas cal sumar la capacitat d'aquests a 80 € els discos de 2 TB, per tindre una capacitat mínima de 6 TB, són 240 € més. Aquesta opció només és per a donar la possibilitat d'Alta Disponibilitat. L'entorn descrit no és de producció ni tampoc un entorn molt crític ja que les eines TIC són un suport a la docència.

Aleshores, en el Model de tres HV per als centres més grans amb còpies en els tres HV del servidor Lliurex *Master* o a un NAS de menors característiques, amb la fallada d'un HV on estiguera virtualitzant-se aquest servidor principal, es podria restaurar el *backup* en un altre HV en menys de 24 hores, per tal de donar un servei mínim al centre educatiu mentre es repara o es substitueix l'HV afectat.

Amb aquestes dades un SAI operatiu per al model pot ser el L-Link SAI i un NAS per a fer còpies, el QNAP Seagate IronWolf TS-131P 2TB. Es

pot generar una taula final de preus per al centres xicotets, els mitjans i els grans.

TAULA PREU APROXIMAT PER TIPUS DE CENTRE	
Centre Xicotet 1 HV + SAI + NAS	1906 €
Centre Mitjà 2 HV + SAI + NAS	3366 €
Centre Gran 3 HV + SAI + NAS	4826 €

Figura 36: Taula de preus per tipus de centre

A més del material físic, caldrà afegir al pressupost les hores de mà d'obra de fer l'auditoria, la instal·lació posterior i el seu manteniment. Es podria considerar adequat 30 € l'hora de treball, aproximadament.

La Conselleria d'Educació té el pressupost del manteniment informàtic indicat a l'expedient CNMY17/DGTIC/24 Servei d'atenció al lloc de treball TIC de la Generalitat i la part d'educació correspon al Lot III. El pressupost sense IVA d'aquest lot era de 9.554.400,00 €.

Aquest pressupost és per a tots el centres educatius públics i està detallat per a 5 anys

TAULA PREU PRESSUPOST MANTENIMENT DE CONSELLERIA			
Any	Import sense IVA	IVA 21%	Total amb IVA
2017	384.100,00 €	80.661,00 €	464.761,00 €
2018	42.000,00 €	8.820,00 €	50.820,00 €
	2.360.600,00 €	495.726,00 €	2.856.326,00 €
2019	2.388.600,00 €	501.606,00 €	2.890.206,00 €
2020	2.388.600,00 €	501.606,00 €	2.890.206,00 €
2021	1.990.500,00 €	418.005,00 €	2.408.505,00 €
TOTAL	9.554.400,00 €	2.006.424,00 €	11.560.824,00 €

Figura 37: Taula preu pressupost manteniment de Conselleria

Dins d'aquest Lot III hi ha 7 Administradors Senior que donaran suport i faran les instal·lacions del model MCL Virtualitzat amb Proxmox. I un 50 % de la resta de tècnics donen suport a incidències amb els ordinadors dels docents, els quals dins del Model Centre Lliurex seran els clients.

Els costos reals no són el pressupostats, ja que dels 100 punts possibles per guanyar l'adjudicació, 65 punts eren el seu cost i l'empresa que donara un millor preu, tenia més punts per guanyar la d'adjudicació. En aquest servei no entren les millores d'infraestructura de xarxa.

6.2. Millores de la infraestructura de xarxa i la seua electrònica.

Després de fer la corresponent auditoria, es pot comprovar quines són les millores a la xarxa que es poden fer. També quanta electrònica de xarxa nova es necessita i quanta d'aquesta electrònica de xarxa ha de ser configurable per als principals nodes. De nou en aquest cas el *switch* principal de 48 ports per al node principal és de dotació de la Conselleria.

En buscar models de *switch* de les característiques necessàries per a fer VLAN i LAG es poden trobar diferents models. Per exemple, el D-Link DGS-1210-48 es troba a un preu de 300 € i el mateix model de 24 ports a un preu D-Link DGS-1210-24 de 136 €. Dins de la marca Netgear es poden trobar *switch* de característiques similar als D-Link. El Netgear GS750E-100EUS de 48 ports, per un preu de 265 € i el Netgear GS348T de 48 ports, per un preu de 295 €. Els de 24 ports són els Netgear GS724T-400EUS ProSAFE a un preu de 142 € i els Netgear JGS524-200EUS ProSAFE a un preu de 130 €.

Per a les característiques desitjades, qualsevol d'aquests *switch* són compatibles. Tenen opcions de ser configurables i 1 Gbps de velocitat. Com es pot comprovar, els preus són molt semblants i accessibles per als pocs recursos. Per tal de reduir els costos els nodes finals que han de treballar amb 1 Gbps, però com que no cal que tinguin configuracions es poden adquirir *switch* no gestionables. Així, el Netgear GS324-100EUS de 24 ports sense configuracions està disponible a un preu de 69 €.

En les millores d'infraestructura de xarxa les bobines de cables de coure CAT-6 amb connexió de RJ-45 de 100 metres estan entre 34 € i 40 €. Amb aquests metres de cables es poden afegir més enllaços entre els principals nodes de la xarxa i fer la configuració amb un LAG LACP. La instal·lació del cable també dependrà de la mà d'obra que podria estar aproximadament en 30 € la hora.

El preu final dependrà de les necessitats de cada centre i les millores que es vullguen fer a la xarxa, però sempre amb un node principal que siga configurable a poder ser de 48 ports, perquè el model quede escalable. Aleshores, el preu mínim d'aquest node és d'uns 300 € aproximadament. També cal un cablejat estructurat mínim, que de no existir, no es podrà fer la implantació.

6.3. Costos totals.

Amb totes les dades exposades s'intentarà determinar els costos de la implantació per centre educatiu. Suposant també que els tècnics del suport del projecte de Conselleria tingueren un cost aproximat d'uns 60 euros/dia, per tots els dies que es necessita per cada tipus de centre per la seua auditoria i la seua implantació.

En cada centre hi haurà un *switch* de 48 ports principal. En els centres xicotets es pot suposar que es necessitarà a més un de 24 ports per a l'aula d'informàtica. En els mitjans es pot suposar que es necessitaran dos més de 24 ports, un per a completar la xarxa de centre i un altre per a l'aula d'informàtica. I finalment en els centres grans es pot suposar que a més del principal de 48 ports es necessita un altre 48 per completar la xarxa de centre i dos més de 24 per a dos aules d'informàtica.

Aquestes suposicions són per a determinar un preu aproximat per centre i suposant que no es necessita cap millora d'infraestructura de xarxa. També cal destacar que hi ha instituts amb més de dos aules d'informàtica i amb moltes dependències. Aleshores, amb les suposicions fetes es pot donar un preu aproximat del cost per centre.

TAULA PREU TOTAL PROJECTE						
TIPUS DE CENTRE	COST AUDITORIA	COST INSTAL·LACIÓ	COST MATERIAL	COST MATERIAL XARXA	TOTAL	
XICOTET	120 €	180 €	1906 €	436 €	2642 €	
MITJÀ	240 €	300 €	3366 €	572 €	4478 €	
GRAN	240 €	300 €	4826 €	872 €	6238 €	
COST APROXIMAT TOTAL PER A TOTS EL CENTRES				7115542 €		

Figura 38: Taula preu total projecte

La majoria de centres entrarien en la categoria de mitjans i es podria calcular el preu total dels 1589, donant per bo per a tots el preu d'un centre mitjà. La diferència entre els centres grans i el mitjans és quasi la mateixa diferència que entre els centres mitjans i els xicotets. Llavors, es pot suposar que hi ha tants centres grans com centres xicotets, sabent que la majoria són centres mitjans. També dels 1589 centres cal destacar que aquests són el centres amb titularitat i molts tenen diferents edificis, en diferents ubicacions i potser un mateix centre necessite més d'una implantació.

Per tal de donar un preu aproximat el valor total seran el total de centres pel preu d'un centre mitjà. Aquest valor és 7.115.542,00 € aproximadament.

7. Auditoria a un centre

En un principi tant en aquest punt com en el punt 9 anaven a tractar d'un centre fictici, però s'ha pogut tindre accés a un centre real i fer tant l'auditoria com la implantació del Model de Centre Lliurex amb Proxmox VE a un centre docent valencià. És una escola pública que entraria dins de la categoria de centres mitjans. Té capacitat per a 250 alumnes i el nombre de professorat és de més de 25 docents.

7.1. Revisió de la xarxa

El centre disposa d'un cablejat estructurat amb un node principal i dos més secundaris. El cablejat és CAT 5e en la seua majoria amb alguns cables de CAT 6.



Figura 39: RACK Principal per davant

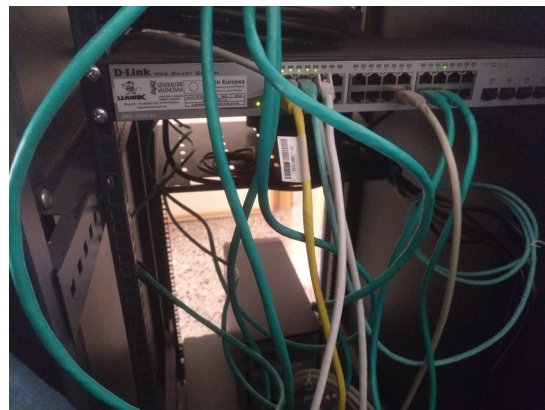


Figura 40: RACK Principal per darrere

El principals nodes són el RACK Principal situat en la planta baixa de l'únic edifici que hi ha, un RACK en l'aula d'informàtica, ubicada en un extrem de la planta baixa i un RACK a la primera planta, enmig de l'edifici, en la secretaria del centre. La majoria d'aules estan en la segona planta i en la primera planta està l'àrea d'infantil, la sala de professors, l'aula de música, l'aula d'informàtica, la biblioteca i resta de dependències especials. Com en tots els centres públics valencians hi ha dos xarxes de MacroLAN, la docent i l'administrativa. En el RACK principal es troba l'encaminador Teldat del proveïdor de servei d'Internet, on les 8 primeres preses de connexions són la xarxa d'Administració i les

8 següents són la xarxa docent on es connectarà el Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox VE.



Figura 41: RACK Aula Informàtica



Figura 42: RACK Primera Planta Aules docents

La part de la xarxa administrativa del RACK de la primera planta correspon a un *switch* blau xicotet i a un transformador de telefonia IP digital a telefonia analògica. Cal identificar aquesta xarxa administrativa correctament, perquè queda fora de l'abast de la futura implementació. Una vegada rebutjada la xarxa d'Administració i només analitzant la xarxa docent, es troba que entre el node principal i els altres dos secundaris hi ha un enllaç de cable de xarxa amb connexió RJ-45.



Figura 43: Enllaços entre nodes principals

En aquest centre concret estan molt detallades les connexions entre els nodes principals, però hi haurà casos on aquesta feina siga més difícil, perquè no hi haurà anotacions en els enllaços i el centre no disposarà d'un mapa de xarxa. Encara que estiguen indicats els enllaços caldrà comprovar que estan ben etiquetats i són els correctes. En la figura dels enllaços principals es pot observar la connexió identificada amb «1 PISO» i la identificada amb «AULA INF», la resta d'enllaços corresponen a la xarxa d'Administració que no cal modificar.

L'electrònica de xarxa del centre també està en bones condicions. Disposen de quatre *switch* d'1 Gbps i configurables els D-Link DGS-1210-24. Hi ha un al RACK principal, un al RACK de l'aula d'informàtica i dos al RACK de la primera planta. També al RACK de l'aula d'informàtica hi ha *switch* de 100 Mbps no configurables TP-Link TL-SF 1024 i un altre igual a la sala de professors, però sense RACK, per a donar servei a dos ordinadors i una fotocopiadora/impressora. La sala de professors està ubicada físicament al costat del magatzem on es troba el RACK principal.



Figura 44: Electrònica de xarxa 1 Gbps

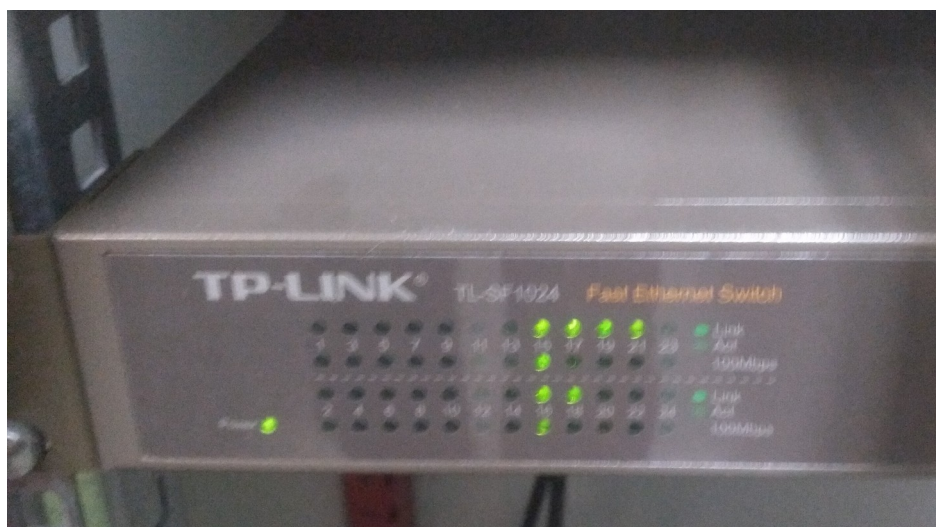


Figura 45: Electrònica de xarxa 100 Mbps

Sobre els *switch* D-Link DGS-1210-24 es busca informació per Internet i es troba que l'IP per defecte és 10.90.90.90/8 amb la contrasenya per defecte admin. Es comprova als quatre *switch* que tenen aquesta IP i aquesta contrasenya. Llavors, no tenen cap configuració feta. També es comprova la versió de maquinari i la versió de *firmware*. Al cercar per Internet es troben versions de *firmware* més noves per a aquest model.

Device Information	
Device Type	DGS-1210-24
Boot Version	0.00.005
Firmware Version	4.00.026
Hardware Version	D1
Serial Number	R3WB1D4003033
MAC Address	78-54-2E-3C-F1-00

Figura 46: Firmware de switch configurables

Aquesta és la part de xarxa de l'auditoria. Les conclusions que es poden traure per millorar el centre de cara a la implantació són les següents:

- Millorar els enllaços entre els nodes. Es poden connectar amb més cables i fer un LAG als dos costats perquè hi ha *switch* configurables en els nodes principals. Aquesta millora de xarxa augmentarà la velocitat entre els nodes de la xarxa.
- Els *switch* de 100 Mbps es poden reemplaçar fàcilment. Amb la nova dotació de la Conselleria va un *switch* de 48 ports per col·locar com a principal i el que és ara el *switch* del node principal es pot ubicar pel *switch* de 100 de l'aula d'informàtica. El *switch* de 100 de la sala de professors, que dona servei a tres connexions es pot llevar de la xarxa connectant directament la sala de professors amb tres cables nous amb el RACK principal, perquè són dos sales, una al costat d'altra. D'aquesta manera tota la xarxa serà d'1 Gbps.
- El *firmware* dels *switch* D-Link de què disposa el centre ara es pot actualitzar a noves versions. Aquestes noves versions corregeixen errors i milloren el rendiment de l'electrònica de xarxa.

7.2. Revisió de Sistemes d'informació actuals.

El centre disposa d'un Model de Centre Lliurex, però sense virtualització. Hi ha dos servidors físics, un al RACK principal fent de servidor Mestre i un altre servidor Esclau, ubicat a l'aula d'informàtica. Amb aquest model un equip de característiques com per a instal·lar Proxmox està usant només dos targetes de xarxa i no hi ha còpies del sistema. El centre disposa d'un NAS molt simple amb una targeta xarxa i una capacitat d'1 TB de dades. Hi ha un rsync programat els caps de setmana al NAS,

però només de certes carpetes. També disposen d'un SAI, però les bateries estan esgotades.

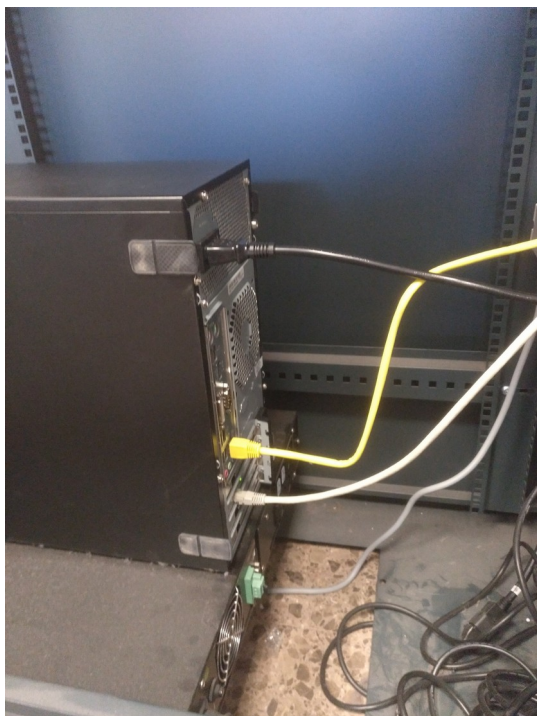


Figura 47: Servidor físic Mestre



Figura 48: Servidor físic Esclau

El servidor Mestre actual passarà a ser part del model de dos Hipervisors i el servidor Esclau de característiques menys potents es reinstal·larà com a un Lliurex Client, connectat només amb una de les seues targetes de xarxa. El NAS passarà a ser un *Storage* de Proxmox per fer *backup* del servidor virtual Mestre els caps de setmana, però només una còpia per la poca capacitat del mateix. El sistema per a instal·lar serà el model de dos Hipervisor amb replicació dels discos virtuals i el *backup* al NAS serà un extra a la rèplica dels discos. Respecte al SAI el centre haurà de contractar una empresa especialitzada per canviar les bateries o adquirir-ne un de nou.

7.3. Dades del sistema

En el servidor Mestre actual hi ha 266 GB al directori de `/net/server-sync` que caldrà copiar al nou sistema. Com que és un Model de Centre amb aquest `/net` estan totes les dades de la xarxa docent del centre. En fer les comprovacions dels sistemes instal·lats es troba PMB, però no Moodle. En validar aquesta informació amb el personal del centre, Moodle no l'usen i PMB té 0 registres perquè no saben bé usar-lo. En PMB si estan interessats perquè volen informatitzar la biblioteca per fer préstecs del llibres. En canvi Moodle no el volen instal·lar.

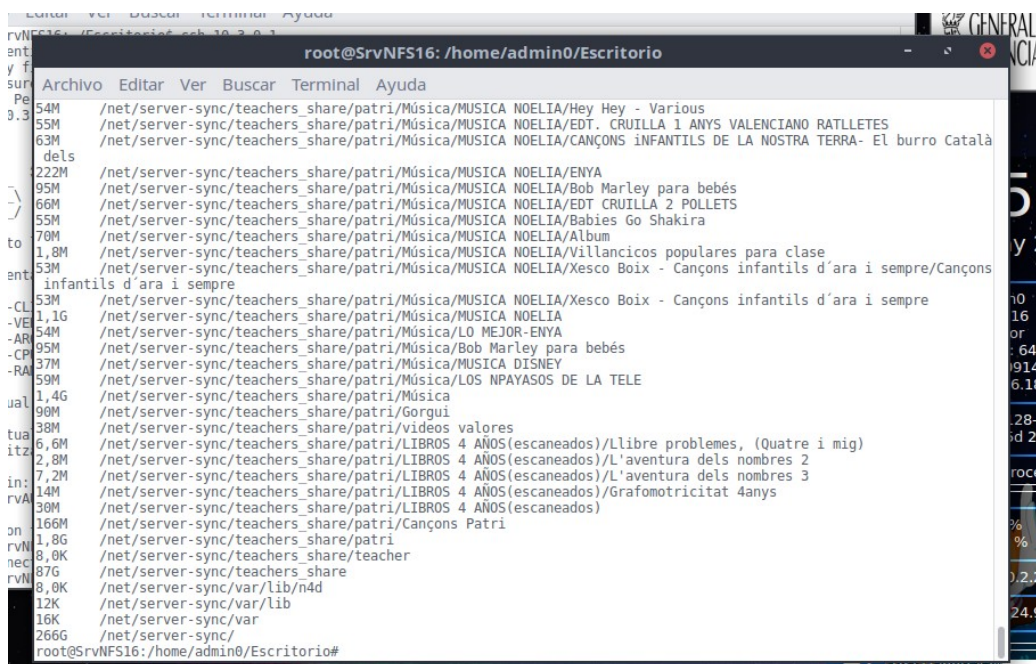


Figura 49: Volum de dades del servidor físic Mestre

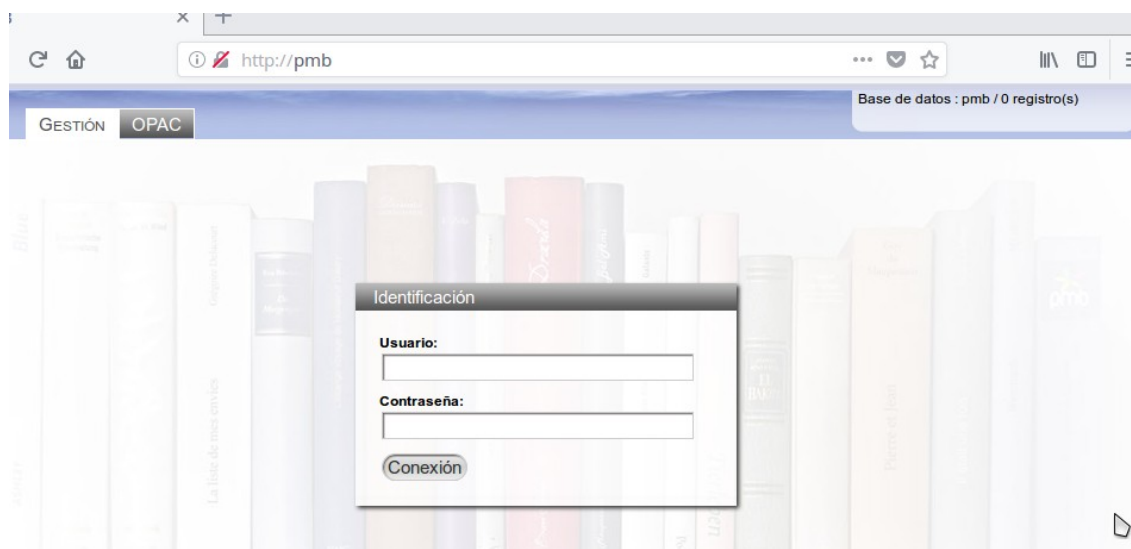


Figura 50: PMB amb 0 registres

Un altre punt que validar amb el centre són les impressores. Tenen dos fotocopiadores amb adreça IP de la xarxa del servidor Mestre físic i que caldrà canviar en la implementació a la xarxa del servidor Esclau de Centre. De la 10.2.0.X/24 a la 10.2.10.X/24. Amb un `nmap -sP 10.2.0.X` es poden trobar les IP perquè ningú del centre les sabia.

```
nmap scan report for 10.2.0.248
Host is up (-0.100s latency).
MAC Address: 00:20:6B:7A:6A:D3 (Konica Minolta Holdings)
Nmap scan report for 10.2.0.249
Host is up (-0.100s latency).
MAC Address: 00:20:6B:7C:F3:41 (Konica Minolta Holdings)
Nmap scan report for 10.2.0.252
Host is up (-0.100s latency).
```

Figura 51: Nmap amb les IP de les fotocopiadores del centre

La configuració de les impressores es troba al directori /etc/cups. Més concretament caldrà copiar aquest servidor Mestre els PPD que hi ha a un subdirectorí ppd.

Amb l'auditoria feta es podrà preparar bé la implantació de l'MCL virtualitzat amb Proxmox i la normalització de xarxa d'una manera més simple. Caldrà fer una còpia des de Llum dels usuaris LDAP per mantenir els UID i així quan es faça el *rsync* de les dades mantindrà els permisos, els propietaris i els grups.

Com amb l'auditoria ha quedat clar on estan els enllaços principals de xarxa serà més ràpida la seua configuració i caldrà comprovar si el centre millora la infraestructura de la xarxa amb les indicacions i conclusions d'aquesta fase.



Figura 52: Còpia de les dades dels usuaris de LDAP des de Llum

8. Definició de la implantació de l'MCL virtualitzat amb Proxmox VE

La implantació del Model de Centre Lliurex amb Proxmox VE dependrà molt de les característiques del centre. En cas que siga gran amb tres HV, mitjà amb dos HV i xicotet amb un HV. Un altre factor importantíssim serà la auditoria prèvia i les dades que es puguin migrar o no. Encara que amb un centre xicotet amb un Hipervisor serà suficient amb un *switch* de 24 ports, per a normalitzar el nucli de totes les xarxes i fer-les escalables, cada implantació anirà acompanyada d'un *switch* de 48 ports, fent que es pugui escalar un Model de Centre Lliurex d'un Hipervisor a dos Hipervisors i de la mateixa forma d'un de dos a un de tres. Ara bé, sempre aprofitant al màxim els pocs recursos disponibles.

Amb la idea de normalització sempre present on s'implante l'MCL amb Proxmox, el *core* de la xarxa serà substituït per un *switch* nou de 48 ports i el que fins ara ha sigut aquest nucli segur que aprofita en una altra ubicació, com a node intermedi o per a millorar prestacions a un altre punt de la xarxa com l'aula d'informàtica, la biblioteca o la sala de professors. Un altre punt a plantejar abans de fer la implantació és comprovar totes les millores que el centre ha pogut fer arran de l'auditoria o estiga pensant fer en futur molt pròxim. Per exemple, si va a passar tres cables nous de xarxa entre els principals nodes es poden configurar els LAG i així quan estiguen els cables només ficar-los a les boques del *switch* que corresponguen. Com a part de la normalització es pretén que els agregats o connexions entre nodes queden a les boques finals del *switch* i sempre que siga possible per recursos, deixar la boca número 1 amb la VLAN 1 lliure com a port de gestió.

Exemple Switch de 48 port 1 HV

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

Exemple Switch de 48 port 2 HV

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

Exemple Switch de 48 port 3 HV

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

Figura 53: Exemples de configuracions del Core de Xarxa

A la figura anterior es mostren exemples de possibles configuracions dels *switch* principal de 48 ports. Els colors corresponen a LAG o preses d'accés de les possibles VLAN que es necessiten. El blau és la VLAN 1

connexió d'Internet o MacroLAN en el cas del centres públics valencians. El verd correspon a la VLAN 10 del servidor de Centre. El roig correspon a la VLAN 20 del servidor de Wifi. El morat seria la connexió dels servidors de les aules d'informàtica VLAN 11, VLAN 12, VLAN13, segons les aules d'informàtica del centre. El taronja correspon a LAG entre nodes i aquests ports seran troncal passant totes les VLAN disponibles. I finalment el groc correspon als LAG del Hipervisors amb Proxmox, on es connectaran els seus *Bonds*.

Les boques en blanc, sempre que per recursos no es necessiten, es deixaran per fer la xarxa escalable, com s'ha indicat abans. En cas que es necessitaren es podrien configurar com a port d'accés de la VLAN 10 i en el moment de fer un canvi a un centre passar-les a un nou LAG per a un Hipervisor i afegir al RACK un segon *switch* per donar servei a les preses que estaven donat aquestes.

Als exemples hi ha configuracions diferents, però la idea de normalització és la mateixa. Les primeres boques del *switch* corresponen sempre a la VLAN 1, les últimes als LAG o als enllaços entre nodes. En el cas del node principal de la xarxa els últims ports són per als LAG dels Hipervisors.

En l'exemple en el cas d'un HV la presa 1 connecta amb el *router* proveïdor d'Internet i la dos amb la targeta de l'Hipervisor que està connectada a aquesta xarxa, deixant lliure 3 i 4 per si cal connectar més Hipervisors. Dels ports 5 al 30 és xarxa de centre VLAN 10, les aules docents. Els ports 31, 32 i 33 són per a la xarxa Wifi i el port 34 connecta amb l'aula d'informàtica on no hi ha un *switch* programable. Els ports 36 i 37 són un LAG per a connectar amb totes les VLAN un altre *switch* del centre amb dos enllaços. Del 37 al 44 serien per a escalar la xarxa per si es connecten en un futur més Hipervisors i les boques que queden són el LAG de les 4 targetes de xarxa de l'Hipervisor, el seu *Bond*.

En el següent exemple de la figura d'abans, el cas de dos HV és molt paregut, on la boca 1 és per al *router* proveïdor d'Internet, les 2 i 3 per als HV, 4 per si es connecta un tercer HV i en aquest cas 5 i 6 per a impressores que es quedaran en la VLAN 1 perquè seran accessibles des de qualsevol servidor virtual. Del 7 al 32, VLAN 10; port 33 i 34, VLAN 20 i Wifi; i els 35 i 36 fan un LAG per connectar amb un troncal un *switch* configurable en l'aula d'informàtica. Del 37 al 40 no s'usarien per connectar un tercer HV al futur i del 41 al 48 són dos LAG de 4 preses per als dos HV, els seus *Bonds*.

Finalment es descriu el cas hipotètic de l'exemple de tres HV. La boca 1 per al *router*, La boca 2 per a l'HV 1, de la mateixa forma la 3 per a l'HV 2 i la 4 per a l'HV 3 aquestes són les targetes de xarxa que van connectades a la VLAN 1. Del 5 al 28 són centre, VLAN 10; 30 i 32 són dos aules d'informàtica sense *switch* configurables. Les boques 29, 31 i 33 VLAN 20 Wifi i 34, 35 i 36 és un LAG a una tercera aula d'informàtica on si hi ha un *switch* configurable i arriben tres enllaços. La resta de

boques són 3 LAG per als 3 Hipervisors cada grup de 4 és un *bond* dels Hipervisor, primer grup HV3, segon HV2 i tercer grup HV1.

Aquests són exemples de com configurar el nucli de la xarxa a l'MCL amb Proxmox. Com s'ha indicat abans cada centre educatiu té les seues peculiaritats i encara que molt semblants no acaben de ser iguals. Amb unes pautes es busca una mínima normalització de la xarxa on estan els agregats, on els enllaços entre nodes, quines són les adreces IP dels dispositius i les VLAN que es crearan al centre educatiu. La implantació de la xarxa estarà molt condicionada a la infraestructura de la mateixa i això és el que s'ha d'analitzar en l'auditoria prèvia a una implantació. Arran de l'auditoria, se sap quina electrònica de xarxa del centre és configurable i quina no, l'estat del *firmware* dels *switch* i quins es poden actualitzar i quins no.

La instal·lació de Proxmox dependrà dels Hipervisors disponibles per a les necessitats del centre. En l'Annex 2 - Manual de Proxmox està definida la instal·lació segons siguen un HV, dos HV o tres HV. Una vegada configurat Proxmox segons el nombre d'Hipervisors caldrà seguir l'Annex 3 de creació dels servidors Lliurex virtuals i fer la instal·lació segons siguen el Mestre o els Esclaus, seguint l'Annex 1 - Manual de Lliurex Server.

Una vegada instal·lat tot l'MCL a Proxmox segons la informació de l'auditoria es migraran les dades que siguen possibles de la situació del centre abans fer la implantació, tal com ha quedat definit en el punt 5 d'aquest treball. La instal·lació de Proxmox i els servidors Lliurex són una tasca que es pot dur a terme en paral·lel amb la configuració i normalització de la xarxa, segons la complexitat d'aquesta.

9. Implantació de l'MCL virtualitzat amb Proxmox VE al centre auditat

Arran de l'auditoria del centre del punt 7 de la memòria, es pot començar la implantació del Model de Centre Lliurex virtualitzat amb Proxmox VE. El centre rep de dotació de Conselleria d'Educació un ordinador igual al que té, el qual està usant com a servidor físic Mestre i *switch* nou D-Link DGS-1210-48. Amb les dos torres es farà la instal·lació del model de dos Hipervisors amb Proxmox, seguint l'Annex 2 d'aquest treball. Les dades dels Hipervisors són les següents: un processador Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU 3.60GHz x8, 32 GB de RAM, 2 discos durs de 2 TB i 5 connexions de xarxa. L'índex PassMark és 10731, suficient per al virtualitzar amb Proxmox.

Com que les dades del centre estan al servidor Mestre físic que es vol aprofitar com a segon node de Proxmox amb replicació dels discos virtuals, la instal·lació de tot el model caldrà fer-la en el nou Hipervisor. Una vegada virtualitzat un servidor *Master* nou es podran copiar les dades del servidor físic al virtual i quan estiga validat el funcionament correcte de tot el centre amb els servidors virtuals, es podrà donar format al servidor físic Mestre perquè siga el segon node Proxmox del sistema.

L'organització en aquest punt de la feia és molt important. A més de la instal·lació de Proxmox cal configurar tota la xarxa amb VLAN i implementar les millores que es puguin fer. El *switch* principal actual serà substituït per un de nou de 48 ports. Llavors, el de 24 es pot reubicar al RACK de l'aula d'informàtica en el lloc del *switch* de 100 Mbps que hi ha en eixe node de xarxa. Però, per copiar les dades d'un servidor físic a un de virtual caldrà fer-ho per xarxa i aquest canvi físic no es podrà fer fins que estiguen totes les dades migrades.

De les millores de xarxa plantejades en l'auditoria el centre vol interconnectar els nodes principals amb tres cables de xarxa més de connexió RJ-45 i connectar també la sala de mestres directament al RACK principal. Aquests canvis físics a la xarxa no estan fets encara, però les configuracions a la xarxa docent es deixaran fetes, per al moment en què estiguen els cables físics siga connectar, ja que un LAG pot funcionar amb un enllaça només.

Seguint l'Annex 2 del treball, el nou Hipervisor s'instal·la amb RAID 0 seguint el model de dos Hipervisors i configurant aquest com a HV1. Una vegada instal·lat, actualitzat i configurat com s'indica en l'Annex 2 com HV1 amb la seua IP interna 10.3.0.240 es configura també el Cluster i s'afegiran els paràmetres de dos nodes *two_node: 1,wait_for_all: 0* i *last_man_stading: 1* seguint l'Annex 2. Amb el node HV1 configurat correctament i connectat a la xarxa docent que munta directament el *router* del proveïdor, es poden començar a configurar els servidors virtuals com indica l'Annex 3 d'aquest TFG. Amb les màquines

preparades i el fitxer ISO de servidor Lliurex pujat a Proxmox, es pot començar la instal·lació del servidors Lliurex i la seua configuració seguint l'Annex 1.

Com que es copiaran les dades per xarxa del servidor físic Mestre al nou servidor Mestre virtual és important que les IP no siguin les mateixes. Aleshores cal comprovar les direccions IP abans de configurar els nous servidors. En aquest cas el servidor Mestre físic té l'adreça IP 172.24.90.245/24 i el servidor Esclau físic de l'aula d'informàtica té l'adreça IP 172.24.90.254/24. Llavors, el servidor Esclau entraria en conflicte amb la normalització de xarxa perquè eixa adreça IP correspon al nou servidor *Master* virtual. Es pot canviar l'IP del servidor Esclau físic o es pot desconnectar de la xarxa directament, ja que d'aquest servidor no es necessita cap dada.

Una vegada amb els tres servidors virtuals necessaris instal·lats i configurats com indica l'Annex 1, al servidor Mestre virtual es poden importar les dades dels usuaris de LDAP amb la còpia de Llum feta.

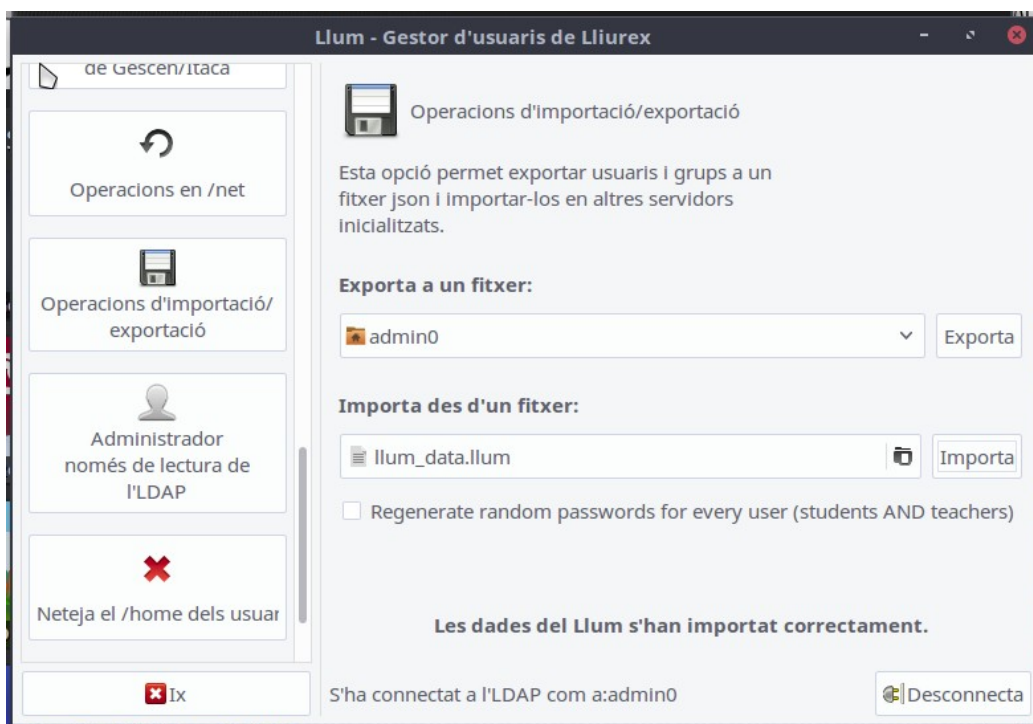


Figura 54: Importar usuaris LDAP des de copia de Llum

En el mateix servidor Mestre virtual es fa un *rsync* des del servidor Mestre físic. Com que cal accedir-hi com a *root*, al servidor físic s'haurà de canviar la contrasenya d'aquest usuari per fer la migració i com s'indica en l'apartat 5 del treball, editar el fitxer */etc/ssh/sshd_config* i canviar el paràmetre del fitxer *PermitRootLogin prohibit-password* per *PermitRootLogin yes*, guardar el fitxer *sshd_config* i reiniciar el servei de *ssh*. Amb aquests canvis fets al servidor d'on es volen copiar les dades es pot fer un *rsync* de les dades amb l'usuari *root* des del nou servidor Mestre virtual i copiar els 266 GB de dades dels usuaris de LDAP.

```
root@46002593MAS: /net/server-sync
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
admin0@46002593MAS:~/Escritorio$ sudo su
[sudo] password for admin0:
root@46002593MAS:~/home/admin0/Escritorio# cd /net/server-sync/
root@46002593MAS:~/net/server-sync# rsync -aAvX root@172.24.90.245:/net/server-sync/* ./
```

Figura 55: rsync d'un servidor a un altre

Mentre es copia tota aquesta informació es pot instal·lar PMB al servidor Mestre virtual i no cal recuperar cap dada de PMB perquè no hi ha registres al servidor físic.

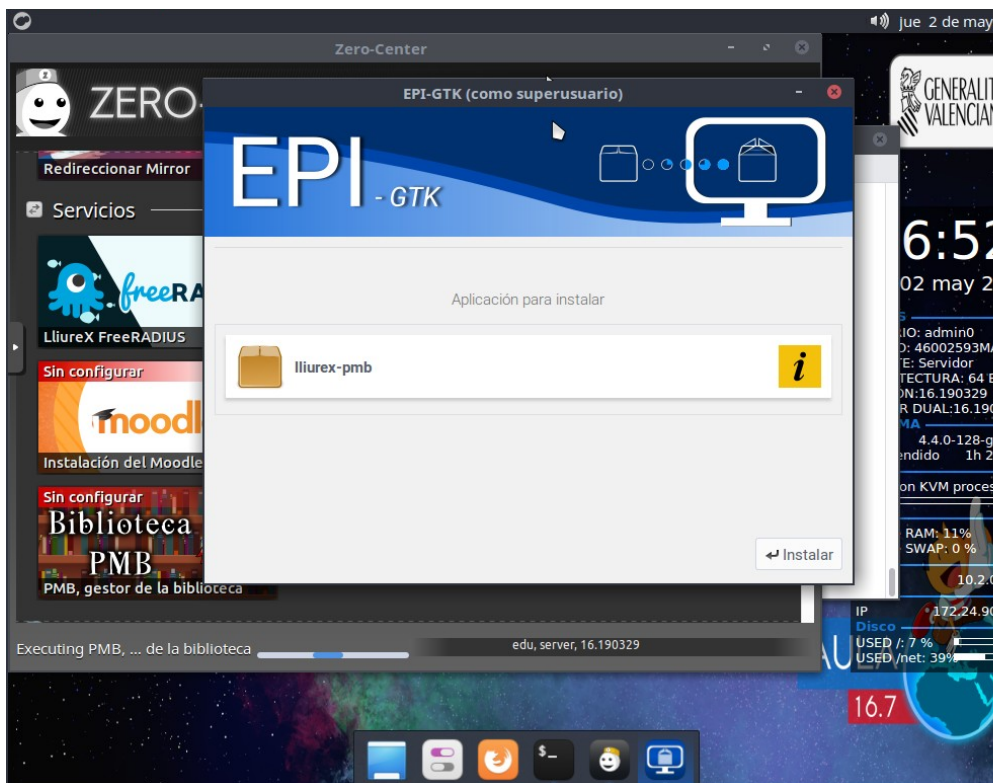


Figura 56: Instal·lació PMB al nou servidor Mestre virtual

Un altra tasca a realitzar a la vegada que es copien les dades és la configuració de la xarxa del centre i la seua normalització. Cal decidir les adreces IP dels *switch*, el seu nom i la seua ubicació. El *switch* principal al RACK principal tindrà l'adreça 172.24.90.19 amb nom SW01CODCENTE, els del RACK de l'aula d'informàtica seran els 172.24.90.18 amb nom SW02CODCENTE i 172.24.90.17 amb nom SW03CODCENTE i els del RACK de la primera planta els 172.24.90.16 amb nom SW04CODCENTE i 172.24.90.15 amb nom SW05CODCENTE. Com que les dades s'estan copiant d'un servidor Mestre a un altre per xarxa, el *switch* que cal configurar com el SW03 en l'aula d'informàtica serà l'últim a fer-se, però la resta de canvis es poden fer.

Aleshores es pot configurar el nou *switch* de 48 ports D-Link DGS-1210-48. Com que és nou ja està en la seua última versió de *firmware*.

Llavors, seguint la normalització de xarxa es configura l'adreça IP i el nom assignat a aquest *switch*. Es creen els LAG de tipus LACP en les últimes boques del *switch*, però en aquest model es descarten les boques que coincideixen amb preses de fibra SFP, per si en un futur els enllaços entre nodes funcionaren amb fibra òptica. El model ha de quedar escalable per a qualsevol millora o canvi. En aquest model aquestes preses són de la 45 a la 48. Sempre que siga necessari per recursos es podrien passar a alguna VLAN per dona servei.

Així doncs, descartant de les tomes de 45 a la 48 es configura una LAG LACP en els port 41, 42, 43 i 44. Aquesta LAG correspondrà amb el *Bond* de l'Hipervisor 1. Un altre LAG LACP en les preses 37, 38, 39 i 40 que correspondrà a l'Hipervisor 2. Es configura un altre LAG en les boques 33, 34, 35 i 36 que correspondria a un futur tercer Hipervisor. Com que una de les millores que vol fer el centre, arran de l'auditoria, és crear més enllaços de cable de xarxa entre els nodes, cal configurar un LAG LACP de 4 boques de la 29 a la 32 i aquest connectarà amb el node RACK Aula d'informàtica. De la mateixa manera, es crea un altre LAG en les boques de la 25 a la 28 per connectar el node RACK primera planta. Aquesta és la configuració d'agregats de xarxa i ports troncal per on passaran totes les VLAN.

Trunking list			
Group	Type	Ports	Delete
1	LACP	41-44	Delete
2	LACP	37-40	Delete
3	LACP	33-36	Delete
4	LACP	29-32	Delete
5	LACP	25-28	Delete

Figura 57: Configuració LAG SW01

Seguint la normalització de xarxa cal crear les VLAN per a segmentar les zones del centre i cada VLAN tindrà un propòsit diferent. Com indica la taula de normalització del punt 3.2 del treball, cal crear les VLAN 10, 11, 20 i 40. Encara que el centre no disposa d'una connexió WIFI és possible que en un futur aquesta siga un afegit a la xarxa i si queda creada ja la VLAN, la xarxa estarà preparada per a aquesta connexió. Una vegada creades les VLAN caldrà definir quins punts són d'accés i quins troncal o com es defineix en aquest model de D-Link quins són *Untagged* o quins són *Tagged*.

Les preses de l'1 a la 6 són d'accés de la VLAN 1, la connexió a Internet. En la presa 1 anirà connectat el *router* de proveïdor d'Internet. En la presa 2 el *Bridge* 0 de l'Hipervisor 1. En la 3, el *Bridge* 0 de l'Hipervisor 2 i en la presa 4 el NAS que té només una targeta de xarxa, així es pot accedir a ell per aquesta xarxa, facilitant l'accés remot al NAS. Encara que també es podria haver connectat en la VLAN 40 i fer les còpies per *Bond* dels Hipervisors.

Les preses de la 7 a la 22 seran d'accés per a la VLAN 10 centre i són les preses on s'hauran de connectar els nous cables que ficaran a la sala de mestres. Les preses 23 i 24 quedaran d'accés a les VLAN 11 i VLAN 20 respectivament, per a, en cas de fallida, comprovar aquestes connexions al node principal de la xarxa.

La resta de ports són troncals o en aquest cas *Tagged* i corresponen als agregats creats i als SFP que no estan en ús, però en cas que en el futur es connectaren els nodes de xarxa per fibra, aquestes connexions hauran de ser troncal per portar totes les VLAN a la resta de nodes.

Total static VLAN entries: 5
 Maximum 256 entries.

VID	VLAN Name	Untagged	Tagged	Delete
1	default	01-06	25-48	Delete
10	centro	07-22	25-48	Delete
11	Aula	23	25-48	Delete
20	wifi	24	25-48	Delete
40	nfs		25-48	Delete

Figura 58: Configuració VLAN SW01

Una vegada finalitzat la configuració del SW01 en el model de D-Link cal guardar els canvis fets. Amb el *switch* principal configurat es pot configurar la resta de *switch* i si el *rsync* a finalitzat configurar també l'SW03.



Figura 59: Opció de guardar als switch D-Link

En configurar la resta de *switch*, el primer que cal fer és pujar la versió del *firmware* com es va detectar en fer auditoria del centre. Amb el *firmware* actualitzat la configuració en la resta de nodes és molt pareguda al principal, però només quedarà la presa 1 d'accés a la VLAN

1, deixant -la de port de gestió, per si cal tornar a configurar el *switch* o fer modificacions, sempre que no siga necessària per recursos.

Per actualitzar el *firmware* dels D-Link a última versió cal passar per una versió intermèdia, perquè si no dóna error en l'actualitzar. Aquesta configuració es fa des del menú *Tools* → *Firmware Backup and Upgrade*. Caldrà actualitzar tots els *switch* iguals abans de configurar.

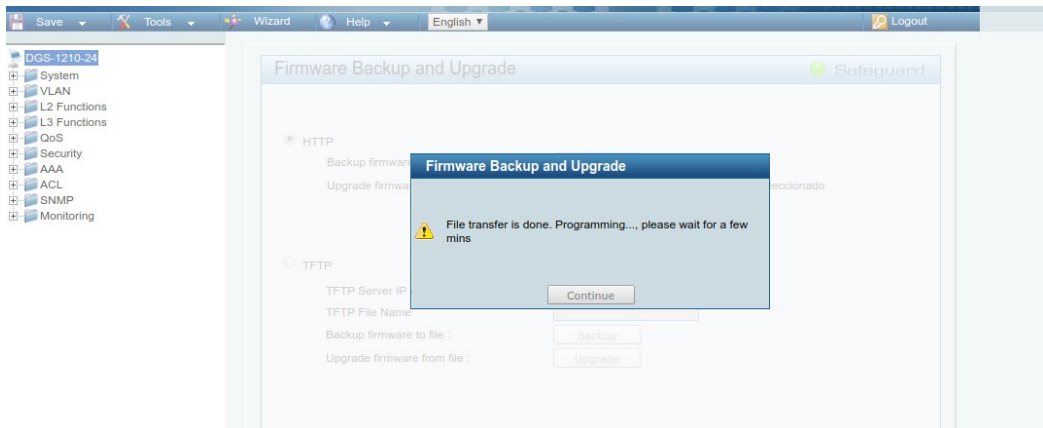


Figura 60: Actualització del Firmware de D-Link

Device Information	
Device Type	DGS-1210-24
Boot Version	0.00.005
Firmware Version	4.10.000
Hardware Version	D1
Serial Number	R3WB1D4003033
MAC Address	78-54-2E-3C-F1-00

Figura 61: Versió intermèdia de Firmware

Device Information	
Device Type	DGS-1210-24
Boot Version	0.00.005
Firmware Version	4.21.B008
Hardware Version	D1
Serial Number	R3WB1D4003033
MAC Address	78-54-2E-3C-F1-00

Figura 62: Última versió de Firmware

Aleshores, una vegada actualitzat el *Firmware*, la configuració del següent *switch*, l'SW02 tindrà un LAG LACP de quatre preses al final que és on es connectarà l'SW01 i un altre LAG LACP de dos preses per a connectar amb l'altre *switch* del seu node, el RACK de l'aula d'informàtica.

Trunking list			
Group	Type	Ports	Delete
1	LACP	21-24	Delete
2	LACP	19-20	Delete

Figura 63: Configuració LAG SW02

Com que aquest *switch* és per a connectar l'aula d'informàtica la resta de ports, llevat l'1 seran d'accés o *Untagged* de la VLAN 11. Deixant dels port 19 al 28 troncal o *Tagged*. Aquest model també té ports SFP que quedaran configurats també *Tagged*.

Total static VLAN entries: 4				
Maximum 256 entries.				Add
VID	VLAN Name	Untagged	Tagged	Delete
1	default	01	19-28	Delete
10	Centro		19-28	Delete
11	Aula1	02-18	19-28	Delete
20	WIFI		19-28	Delete

Figura 64: Configuració VLAN SW02

Com també és un D-Link una vegada configurat caldrà guardar els canvis realitzats. La configuració de l'SW03 *switch* del node que dona servei a l'aula d'informàtica serà molt semblant a la configuració del SW02. Caldrà crear un LAG LACP de dos preses que connectarà amb el SW02.

Trunking list			
Group	Type	Ports	Delete
1	LACP	23-24	Delete

Figura 65: Configuració LAG SW03

I llevat del port 1 la resta seran d'accés per a la VLAN 11 i els dos ports del LAG seran troncal amb etiqueta. Una vegada finalitzats els canvis, molt important guardar.

Total static VLAN entries: 4				
Maximum 256 entries.				Add
VID	VLAN Name	Untagged	Tagged	Delete
1	default	01	23-28	Delete
10	Centro		23-28	Delete
11	Aula1	02-22	23-28	Delete
20	Wifi		23-28	Delete

Figura 66: Configuració VLAN SW03

Ara queda la configuració del següent node xarxa, el RACK de primera planta. La configuració d'aquests dos *switch* serà pràcticament la mateixa que al node RACK aula d'informàtica, però aquesta vegada donant accés o *Untagged* a la VLAN 10 i no a la VLAN 11. Aleshores l'SW04 tindrà dos LAG LACP, un de 4 ports al final per connectar amb l'SW01 i un altre de dos port per a connectar amb el SW05.

Trunking list			
Group	Type	Ports	Delete
1	LACP	21-24	Delete
2	LACP	19-20	Delete

Figura 67: Configuració LAG SW04

Total static VLAN entries: 4				
Maximum 256 entries.				Add
VID	VLAN Name	Untagged	Tagged	Delete
1	default	01	19-28	Delete
10	Centro	02-18	19-28	Delete
11	Aula1		19-28	Delete
20	WIFI		19-28	Delete

Figura 68: Configuració VLAN SW04

El cas de la configuració de l'SW05 serà igual que la configuració de l'SW03, però donant accés o *Untagged* a la VLAN 10.

Trunking list			
Group	Type	Ports	Delete
1	LACP	23-24	Delete

Figura 69: Configuració LAG SW05

Total static VLAN entries: 4				
Maximum 256 entries.				Add
VID	VLAN Name	Untagged	Tagged	Delete
1	default	01	23-28	Delete
10	Centro	02-22	23-28	Delete
11	Aula1		23-28	Delete
20	WIFI		23-28	Delete

Figura 70: Configuració VLAN SW05

Amb les dades copiades i la xarxa preparada es pot validar el funcionament del centre amb un únic node Proxmox, abans de donar format al servidor Mestre físic del centre i afegir-lo com a segon node. De la xarxa de centre VLAN 10 només hi ha clients pesats de Lliurex i aquest hauran de connectar bé amb el seu nou servidor. Però, en la xarxa de l'aula d'informàtica només hi ha clients lleugers que necessiten una imatge de LTSP per arrancar per PXE. Per a crear aquesta imatge cal que el servidor Lliurex dispose d'un *mirror* o crear-la d'un fitxer ISO de client.

Una vegada creada la imatge de LTSP els clients lleugers arranquen correctament. Mentre es creava la imatge per als clients lleugers, el servidor Esclau físic de l'aula d'informàtica s'ha reinstal·lat amb un Lliurex client pesat i com que era un equip de 2007 ara funciona molt millor com a client que com a servidor.



Figura 71: Aula d'informàtica carregant imatge de LTSP

Com ja s'ha validat que el centre funciona correctament i s'han canviat les adreces IP de les dos fotocopiadores que també estaven pendents de l'auditoria, es pot donar format al servidor Mestre antic per a instal·lar Proxmox per al model de dos HV, tal com indica l'Annex 2 del treball, i configurar-lo com l'Hipervisor 2 amb la xarxa interna 10.3.0.239. Una vegada actualitzat i configurat el HV2 com indica l'Annex 2, cal connectar-ho al *switch* principal i així afegir-lo al Clúster ja creat per la xarxa interna de 10.3.0.X/24, tal com indica l'Annex 2. També es pot connectar el NAS com un *Storage* per fer *backup* de la màquina virtual amb ID 2254, el servidor nou Mestre.

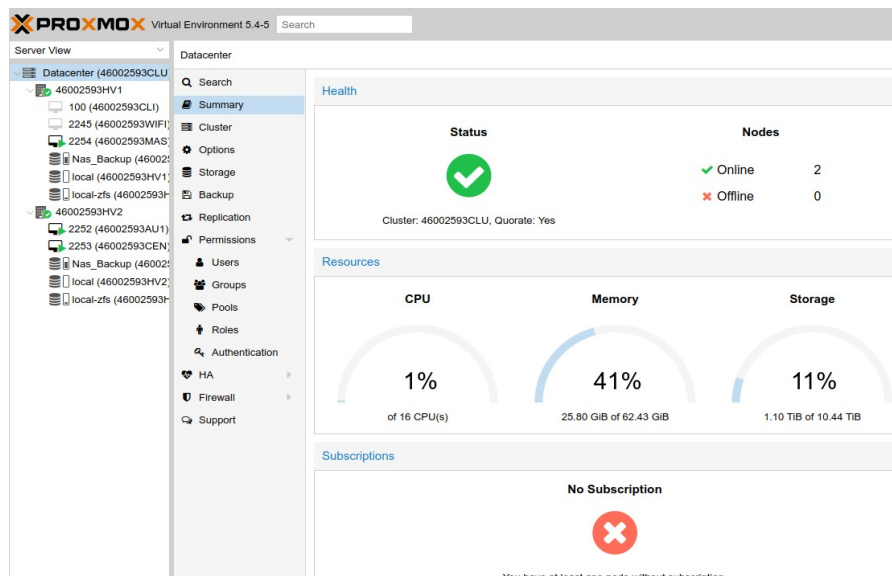


Figura 72: Consola web de Proxmox amb el centre finalitzat



Figura 73: RACK principal per davant amb MCL amb Proxmox



Figura 74: Connexions dels Hipervisors al RACK principal

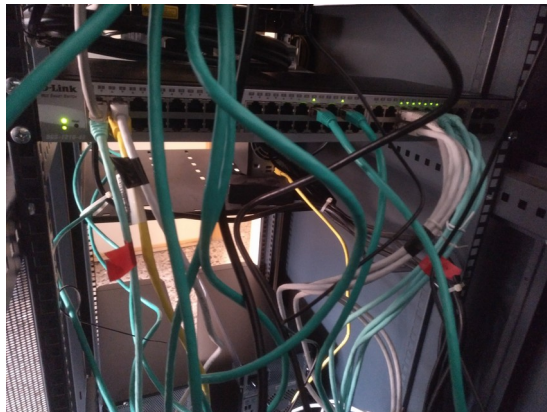


Figura 75: RACK principal per darrere amb MCL amb Proxmox

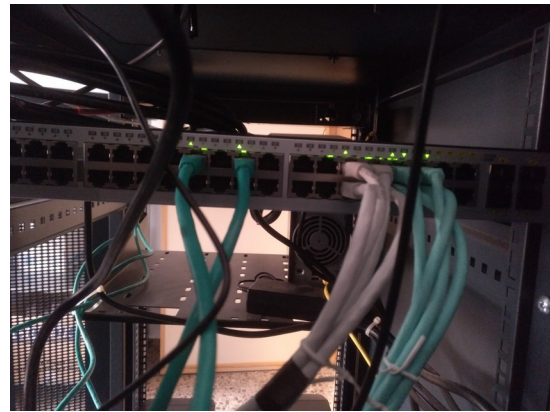


Figura 76: Connexió dels LAG al switch principal

Amb cinta aïllant de colors és una manera molt econòmica d'identificar els cables de cada Hipervisor. En aquest cas el roig per a l'Hipervisor 1 i el negre per a l'Hipervisor 2. Amb els LAG preparats quan es connecten els nous cables de xarxa amb connectors RJ-45 entre els nodes la configuració ja està feta i la velocitat entre nodes anirà a 4 Gbps i no a 1 Gbps com funciona ara.

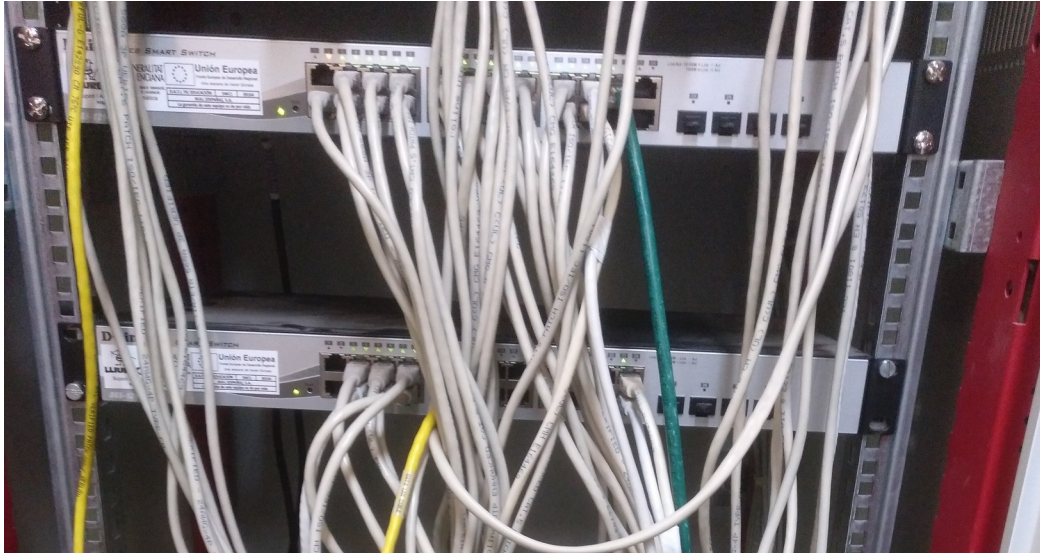


Figura 77: RACK Aula d'informàtica amb MCL amb Proxmox



Figura 78: RACK Primera planta amb MCL amb Proxmox

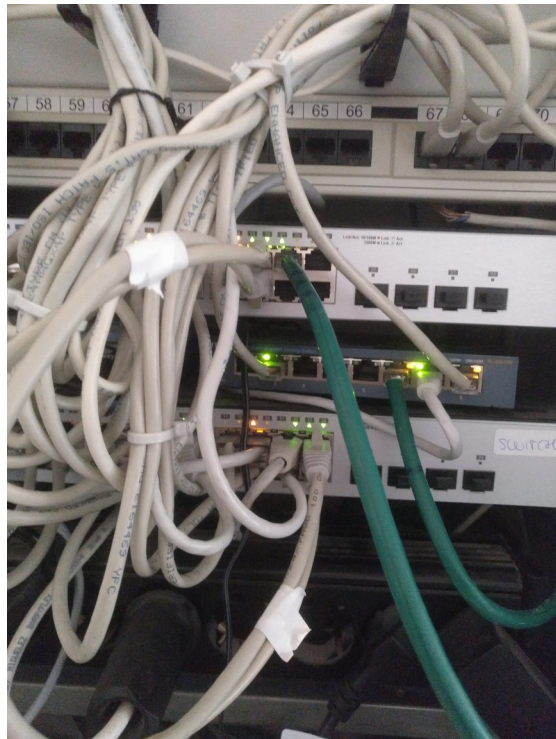


Figura 79: Connexions dels LAG al RACK de la primera planta

10. Conclusions

En aquest treball s'ha pogut analitzar amb més detall el sistema de virtualització Proxmox VE, concretament en l'entorn educatiu valencià, deixant unes lliçons clares sobre la virtualització i la normalització de xarxes. Un entorn virtual presenta molts avantatges, com per exemple la reducció de costos econòmics, tan present durant el treball. Com s'ha destacat diverses vegades durant tot el treball, el pressupost d'educació és molt limitat i més per a recursos informàtics que es presenten en molts casos més com una eina de suport a la docència, que una eina per a centralitzar tota la feina docent.

La possibilitat de reduir costos en aquest TGF és doble. Primer perquè Proxmox no necessita un pagament de llicència i segon pel fet de virtualitzar els servidors de tot un centre educatiu amb pocs recursos de maquinari. Serveixen d'exemple els punts 7 i 9 del treball: amb un entorn real es passa de dos servidors físics amb Lliurex a un entorn virtual amb tres servidors i els recursos suficients per crear-ne més. En aquest exemple es deixa un servidor per a donar suport a una possible futura xarxa Wifi. A més, un dels servidors físics era un equip de 2007 amb uns recursos molt limitats per a la seua tasca.

Un altre avantatge de la virtualització és l'augment de la seguretat. Es poden realitzar còpies de seguretat d'una màquina virtual des del mateix entorn de virtualització, simplificant aquesta tasca. També la replicació de màquines que ofereix Proxmox entre els seus nodes serveix de còpia de seguretat. En el cas del treball, en el centre real dels punt 7 i 9 es passa de dos servidors físics a dos Hipervisos amb rèplica dels servidors virtuals. Així doncs, en la situació inicial, una fallida de maquinari del servidor Esclau deixa sense funcionament l'aula de informàtica i una fallida del Mestre deixa sense funcionament tot el centre educatiu. En la situació final, amb una fallida de maquinari d'un dels dos Hipervisos, amb una intervenció de minuts es pot recuperar el funcionament de tot el centre.

L'últim avantatge de la virtualització és la compatibilitat del maquinari virtual i la facilitat de migració dels servidors. Amb maquinari virtual és fàcil configurar i adaptar aquest maquinari per a una finalitat en concret, com afegir-hi més targetes de xarxa, més memòria o més discos durs, sempre que els recursos físics ho permeten. També es facilita la migració d'un entorn virtual a un altre. Els servidors són fitxers de configuració que es poden migrar i importar entre diferents programaris de virtualització. Si en el futur es canviara Proxmox per un altre entorn, es migrarien les dades d'una manera molt ràpida i fàcil.

Tots aquests avantatges de la virtualització ara es podran donar als centres educatius valencians. En molts d'ells on un sistema informàtic centralitzat no hi és present. I en els centres que potser hi ha un sistema centralitzat no disposen de còpies de seguretat de la informació. Amb la

implantació de Proxmox als centres educatius, els recursos TIC funcionaran millor i seran més segurs.

Amb la normalització de la xarxa es prepara un entorn homogeni i igual a tots els centres educatius. Aquesta normalització facilita la feina d'intervencions i fallides de xarxa. És més fàcil trobar errors en infraestructures de xarxa iguals i no en les que cada connexió està d'una manera. Un error en un centre es pot reproduir en un altre i pot ser la mateixa solució -la primera vegada costaria trobar- es pot implementar més còmodament.

La normalització també permet l'escalabilitat de la xarxa, sobretot amb el nucli d'aquesta. L'exemple al treball és el centre del punt 9. Amb el nou nucli de 48 ports ja es deixa preparada la xarxa per a poder passar en un futur de dos Hipervisors a tres si fóra necessari o a qualsevol canvi, sabent que totes les xarxes dels centres educatius estan configurades de la mateixa forma.

La situació actual en els centres educatius en les seues xarxes és que no hi ha cap tipus de normalització. Només tenen la configuració de l'encaminador igual i en molts centres ni tan sols l'encaminador és el mateix. La distribució dels cables de xarxa en cada centre és diferent i no hi ha cap model a seguir. També hi ha un desconeixement de com millorar les seues xarxes i la importància de les millores perquè les connexions siguin més fluïdes.

L'enfocament del treball i la metodologia plantejada al principi ha sigut la correcta i s'han assolit els propòsits plantejats. S'ha adaptat un entorn educatiu existent a un altre tipus d'entorn amb virtualització. I s'ha pogut fer l'adaptació a un centre educatiu valencià real. S'han adaptat els recursos del centre i els que li han arribat de nous com a dotació de Conselleria d'Educació, per tal de configurar un model nou més segur i fàcil de recuperar en cas de fallida, estalviant tots els recursos necessaris. Amb una normalització de la xarxa dins de la metodologia proposada, s'han trobat millores que es poden dur a terme en la infraestructura del centre. Aleshores, aquestes millores faran que el rendiment dels sistemes TIC funcione molt millor en tota l'escola.

El seguiment de la planificació s'ha intentat seguir, però de vegades s'ha endarrerit el temps en la planificació, per falta d'ell. En un principi no se sabia si es tindria accés un centre real per a documentar el canvi i es va plantejar un centre fictici. Aquest canvi en la planificació també ha endarrerit el temps, però al final ha guanyat el contingut del TFG, amb una documentació real i no fictícia, d'una adaptació d'entorn docent real a l'entorn virtualitzat proposat com a part de la metodologia.

Encara que al treball es presenten tres models diferents per a virtualitzar centres educatius, depenen de la grandària, només s'ha pogut desenvolupar la tasca profundament en un centre educatiu mitjà. Cal recordar que hi ha més de 1500 centres públics on es podria

implementar la virtualització dels sistemes Lliurex amb Proxmox i la seua normalització de xarxa. Aquest seria un projecte més gran, amb una envergadura i costos considerables. Però, amb molts avantatges, que ja s'han exposat.

Una altra línia de treball futur podria ser millorar el model de dos nodes de Proxmox amb replicació de màquines virtuals. Afegint un tercer node al clúster que encara que no tinga capacitat per virtualitzar cap servidor, si podria arribar a *quorum* i definir l'Alta Disponibilitat en aquest model. Encara que la rèplica no és emmagatzemament compartit, els discos durs virtuals es troben replicats en la mateixa ruta i el moviment dels arxius, que en aquest cas es fan a mà, és el que gestiona només un Clúster amb Alta Disponibilitat, però com s'ha exposat al treball es necessiten tres nodes per poder tindre *quorum* correctament.

Amb una xicoteta inversió més, amb un equip simple i una distribució Debian instal·lada, es podria configurar el servei de *corosync* o instal·lar Proxmox amb un node més, però que no tinga capacitat de virtualització. Es poden estudiar aquestes opcions i fer proves del seu funcionament per tal que els sistemes siguin més independents i tolerants a fallides, ja que l'Alta Disponibilitat la gestionarien ells a soles.

En la mateixa línia de treball futur es podria plantejar un model de tres nodes diferent amb replicació de màquines. Hi ha centres de secundària que són més grans que un centre mitjà, però que no arriben a ser tan grans com per a necessitar el 100 % dels recursos dels Hipervisor per a virtualitzar màquines. Aleshores, es podria plantejar el model de tres Hipervisors amb rèplica de totes les màquines en tots els Hipervisors i com són tres es pot habilitar l'Alta Disponibilitat. Aquest model quedaria molt just de recursos i no seria tan escalable ja que afegir servidors en el futur per necessitats no seria tan fàcil per recursos. Ara bé, poder definir HA, donaria un valor afegit de cara a possibles incidències futures. Aquesta línia futura del projecte caldria també validar-la amb proves.

Amb una anàlisi dels centres que són tan grans que amb tres Hipervisors quedarien molt justos, quin seria el cost d'afegir un quart node Proxmox i les repercussions en la configuració de la xarxa? Al treball s'ha plantejat l'escalabilitat entre el model de 1 HV a 2 HV i de 2 HV a 3 HV, però no s'ha estudiat com afectaria un nou Hipervisor 4. Ara bé, gràcies a la normalització de la xarxa tots els centres tindran el mateix nucli i es podrà fer millor un canvi tan gran als sistemes, perquè tindran les mateixes conseqüències en tots els centres afectats. Amb el nombre total de centres i el pressupost de com pot afectar el canvi a 4 nodes es podria plantejar un model amb quatre nodes i replicant les màquines entre d'ells, però sempre validant el funcionament en un laboratori, per tal de determinar si paga la pena assumir aquest cost econòmic o no.

11. Glossari

TFG: Acrònim de Treball de Final de Grau.

GNU/Linux: Sistemes Operatius basats en programari lliure i amb nucli de Linux.

Ubuntu: Distribució GNU/Linux.

FP: Acrònim de Formació Professional.

Wifi: Acrònim de Wireless Fidelity i amb significat de xarxa sense fil.

NFS: Acrònim de Network File System, protocol d'arxius en xarxa.

LAN: Acrònim de Local Area Network.

Samba: Protocol d'arxius compartits de Microsoft Windows també compatible amb SO GNU/Linux.

Apache: Servei HTTP web lliure.

Mysql: Servei de base dades SQL lliure.

LDAP: Acrònim de Lightweight Directory Access Protocol, control d'accés d'usuaris.

VLAN: virtual LAN.

Clúster: Conjunt o conglomerat d'ordinadors units per una xarxa que es comporten com si foren un únic ordinador.

TIC: Acrònim de Tecnologies de la informació i la Comunicació

Moodle: Ferramenta de gestió d'aprenentatge de programari lliure.

PMB: Ferramenta de gestió integrada de biblioteca de programari lliure.

Hipervisor: En anglès Hypervisor és un monitor de màquines virtuals.

Debian: Distribució GNU/Linux.

MCL: Acrònim de Model de Centre Lliure.

ISO: Tipus d'arxiu on s'emmagatzema una imatge d'un sistema d'arxius, basat en l'estàndard ISO 9660.

MacroLAN: Nom de la xarxa de connexió en Internet en els centres educatius públics valencians.

DNS: Acrònim de Domain Name System.

IP: Adreça que identifica a una interfase de xarxa.

Script: Arxiu d'ordres per executar-se de forma seqüencial.

Squid: Servei de proxy de programari lliure.

Dnsmasq: Servei de DNS de programari lliure.

LTSP: Acrònim de Linux Terminal Server Project.

PXE: Acrònim de Preboot eXecution Environment.

Cups: Servei d'impressió de programari lliure.

Epopetes: És un programari lliure per gestionar i monitoritzar ordinadors d'aules d'ensenyament.

Itaca: És una aplicació propietat de la Conselleria d'Educació valenciana per la gestió administrativa dels centres educatius.

OpenSysClone: Ferramenta per a la clonació d'ordinador dins dels servidors Lliurex.

ACL: Acrònim de Access Control List.

HV: Acrònim per Hipervisor.

LAG: Acrònim de Link Aggregation Group.

LACP: Acrònim de Link Aggregation Control Protocol.

Bond: És un tipus de LAG per a Linux.

Benchmarks: Proves de rendiment o comparativa en informàtica.
NAS: Acrònim de Network Attached Storage.
Tagged: Concepte de VLAN per identificar trafic.
UID: Acrònim de User ID.
root: Súper usuari dels sistemes Linux.
Coordinador TIC: Docent responsable de les TIC a un centre public valencià.
RAID: Acrònim de Redundant Array of Independent Disks.
RACK: Armari metàl·lic destinat a allotjar material electrònic, informàtic o de telecomunicacions.
SSH: Protocol d'accés remot de programari lliure.
Rsync: Eina de transmissió de dades de forma incremental de programari lliure.
Firmware: Bloc d'instruccions de programa per a propòsits específics.
SFP: Acrònim de Small form-Factor Pluggable.

12. Bibliografia

AHMED, WASIM. (2017). *Mastering Proxmox*. Birmingham: Packt Publishing

COULOURIS, GEORGE. DOLLIMORE, JEAN. KINDBERG, TIM i BLAIR, GORDON. (2012). *Distributed Systems Concepts and Design*. Harlow: Pearson

MÁRQUEZ SOLER, PABLO. MIFSUD TALÓN. ELVIRA i MALLACH PÉREZ, JORDI. (2005). *Lliurex: Manual d'usuari*, València: Generalitat Valenciana Conselleria de Cultura, Educació i Esport.

CISCO SYSTEMS CISCO NETWORKING ACADEMY PROGRAM. (2003). *Cisco Networking Academy Program : CCNA 3 and 4 companion guide*. Indianapolis: Cisco, cop.

WEB DE LA CONSELLERIA D'EDUCACIÓ
Visitat el 27 de febrer del 2019
<http://www.ceice.gva.es/val>

WEB DE LA DISTRIBUCIÓ LLIUREX
Visitat l'1 de març del 2019
<http://mestreacasa.gva.es/web//lliurex/>

ARTICLE DE WIKIPEDIA DE LA DISTRIBUCIÓ LLIUREX
Visitat l'1 de març del 2019
<https://es.wikipedia.org/wiki/LliureX>

MANUAL OFICIAL D'INSTAL·LACIÓ DE LLIUREX
Visitat el 10 de març del 2019
<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Instalaci%C3%B3n%20de%20LliureX%2016>

ARTICLE DE WIKIPEDIA DEL PROGRAMARI UBIQUITY
Visitat el 10 de març del 2019
[https://es.wikipedia.org/wiki/Ubiquity_\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Ubiquity_(software))

MANUAL OFICIAL D'INSTAL·LACIÓ D'AULA LLIUREX
Visitat el 10 de març del 2019
<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Instalaci%C3%B3n%20del%20aula>

MANUAL OFICIAL PER IMPORTAR USUARIS A LLUM
Visitat el 15 de març del 2019
<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Importar+i+exportar+usuaris+del+Llum>

MANUAL OFICIAL DEL PROGRAMARI LLUM

Visitat el 15 de març del 2019

<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Gesti%C3%B3+d%27usuaris%3A+LLUM>

CARACTERÍSTIQUES DE PROXMOX VERSIÓ 5.3

Visitat el 22 de març del 2019

https://pve.proxmox.com/wiki/Roadmap#Proxmox_VE_5.3

ARTICLE DE WIKIPEDIA DE PROXMOX

Visitat el 22 de març del 2019

https://es.wikipedia.org/wiki/Proxmox_Virtual_Environment

GUIA OFICIAL DE PROXMOX

Visitat el 22 de març del 2019

<https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.html>

ARTICLE DE WIKIPEDIA DE COROSYNC

Visitat el 26 de març del 2019

https://en.wikipedia.org/wiki/Corosync_Cluster_Engine

ARTICLE DE WIKIPEDIA DELS LAG

Visitat el 26 de març del 2019

https://en.wikipedia.org/wiki/Link_aggregation

ARTICLE DE WIKIPEDIA DE LES VLAN

Visitat el 26 de març del 2019

<https://es.wikipedia.org/wiki/VLAN>

ARTICLE OFICIAL DE CLUSTER MANAGER DE PROXMOX

Visitat el 27 de març del 2019

https://pve.proxmox.com/wiki/Cluster_Manager

ARTICLE DE WIKIPEDIA DE QUORUM

Visitat el 27 de març del 2019

[https://en.wikipedia.org/wiki/Quorum_\(distributed_computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Quorum_(distributed_computing))

WEB DE PASSMARK

Visitat el 30 de març del 2019

<https://www.passmark.com/about/index.php>

ENLLAÇ DEL FUNCIONAMENT DEL QUORUM

Visitat el 30 de març del 2019

<https://www.systutorials.com/docs/linux/man/5-votequorum/>

ENLLAÇ DE LA CONFIGURACIÓ DE DOS NODES EN COROSYNC

Visitat el 30 de març del 2019

<https://www.golinuxcloud.com/how-to-install-configure-two-node-cluster-linux-centos-7/>

COMPARATIVA DE CEPH FETA PER PROXMOX

Visitat el 30 de març del 2019

<https://www.proxmox.com/en/downloads/item/proxmox-ve-ceph-benchmark>

MANUAL INSTAL·LACIÓ I CONFIGURACIÓ PROXMOX PER A DOCENTS DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Visitat el 31 de març del 2019

http://mestrecasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500019738652&name=DLFE-1529842.pdf

MANUAL OFICIAL DEL PROGRAMARI LLIUREX BACKUP

Visitat el 15 d'abril del 2019

http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=LliureX+Backup_va

WEB DE L'EMPRESA APD

Visitat el 29 d'abril del 2019

<https://gapd.es/>

WEB DE L'EMPRESA DELL

Visitat el 5 de maig del 2019

<https://www.dell.com/es-es>

ENLLAÇA DE LA PROPOSTA DE CONCURS PUBLIC PER AL SUPORT INFORMÀTIC DE LA CONSELLERIA D'EDUCACIÓ

Visitat el 7 de maig del 2019

<https://www.tramita.gva.es/csv-front/index.faces?cadena=4KJ15FKX-SR7PECNN-CB54VGQZ>

GUIA D'ÚS DEL SWITCH DE LA MARCA D-LINK

Visitat el 10 de maig del 2019

<https://dustinweb.azureedge.net/media/245460/web-smart-dgs-1210-24p.pdf>

REPOSITORI DE FIRMWARE DE SWITCH D-LINK

Visitat el 10 de maig del 2019

ftp://ftp.dlink.eu/Products/dgs/dgs-1210-24/driver_software/

MANUAL OFICIAL DEL PROGRAMARI PMB A LLIUREX

Visitat el 13 de maig del 2019

<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Administraci%C3%B3n%20PMB>

MANUAL OFICIAL D'INSTAL·LACIÓ DE MOODLE A LLIUREX

Visitat el 13 de maig del 2019

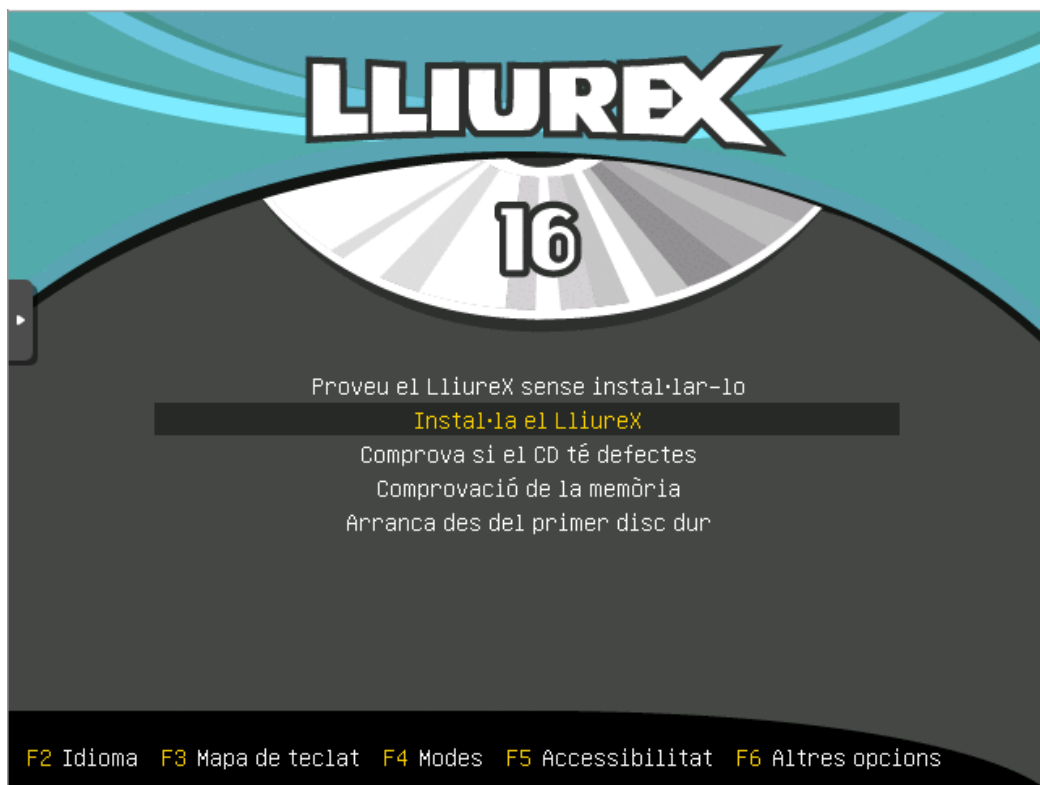
<http://wiki.lliurex.net/tiki-index.php?page=Instal%C2%B7laci%C3%B3+del+Moodle>

13. Annexos

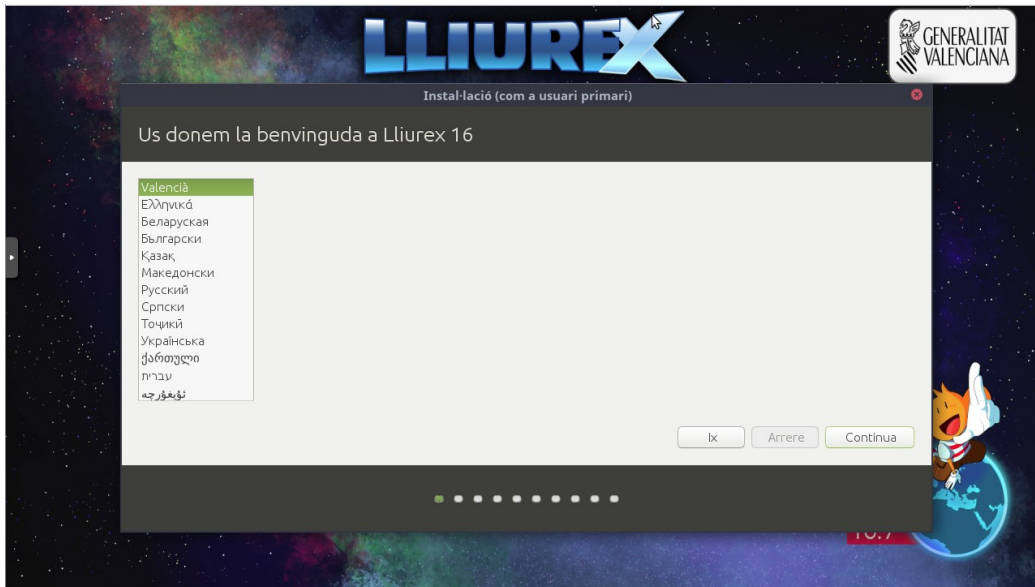
Annex 1 – Manual de Lliurex Server

Per a instal·lar Lliurex 16 cal descarregar el fitxer ISO que es pot trobar en l'URL <http://mestreacasa.gva.es/web/lliurex/descarregues>. Hi ha totes les versions de Lliurex i tots els sabors de Lliurex (Servidor, Client, Escriptori, etc). La instal·lació de Lliurex és igual per a tots els sabors i només té unes condicions especials: la configuració del servidor que tractarem en aquest manual. Els clients amb la instal·lació ja estan configurats per connectar amb un servidor Lliurex.

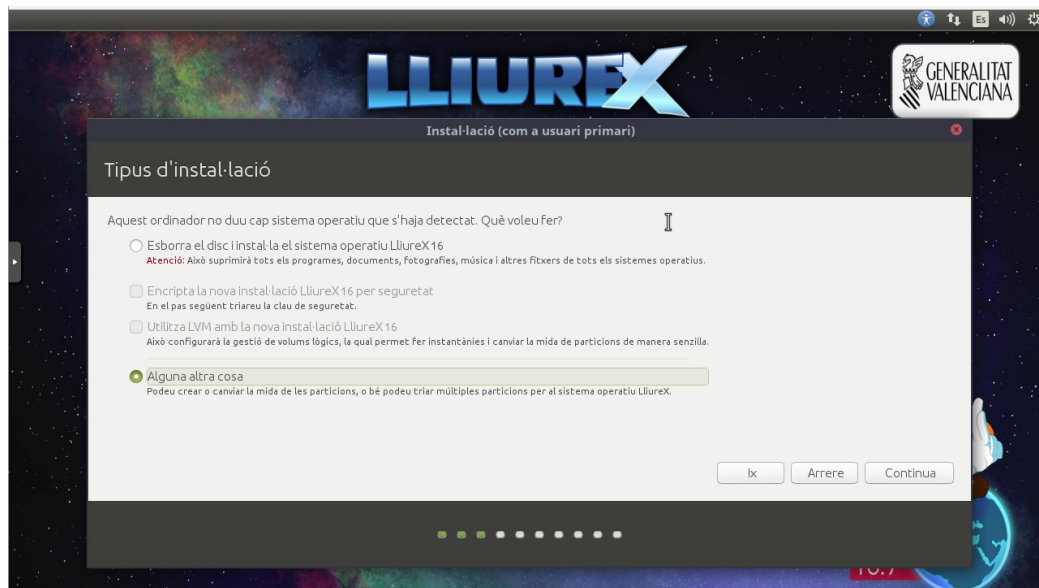
Aleshores, una vegada carregat el fitxer ISO en un equip cal seleccionar instal·lar el Lliurex



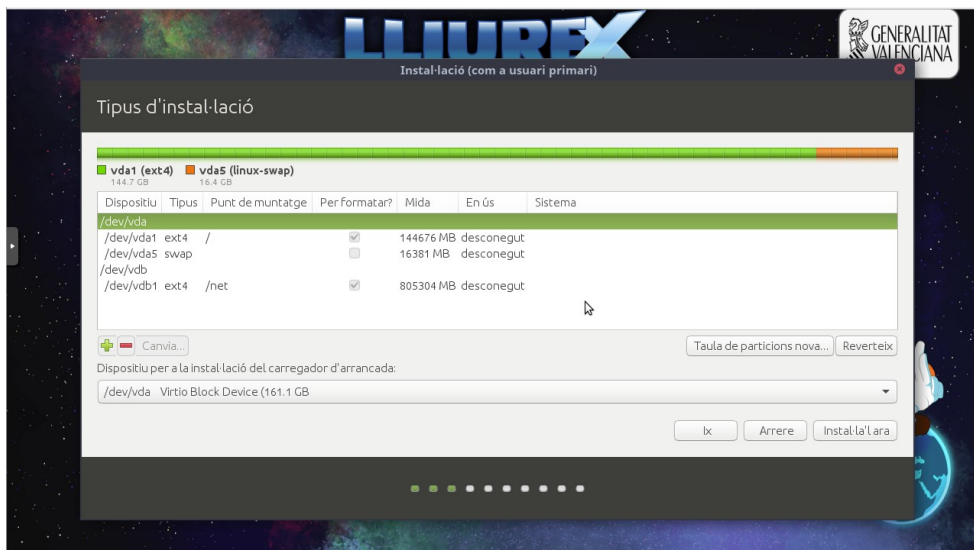
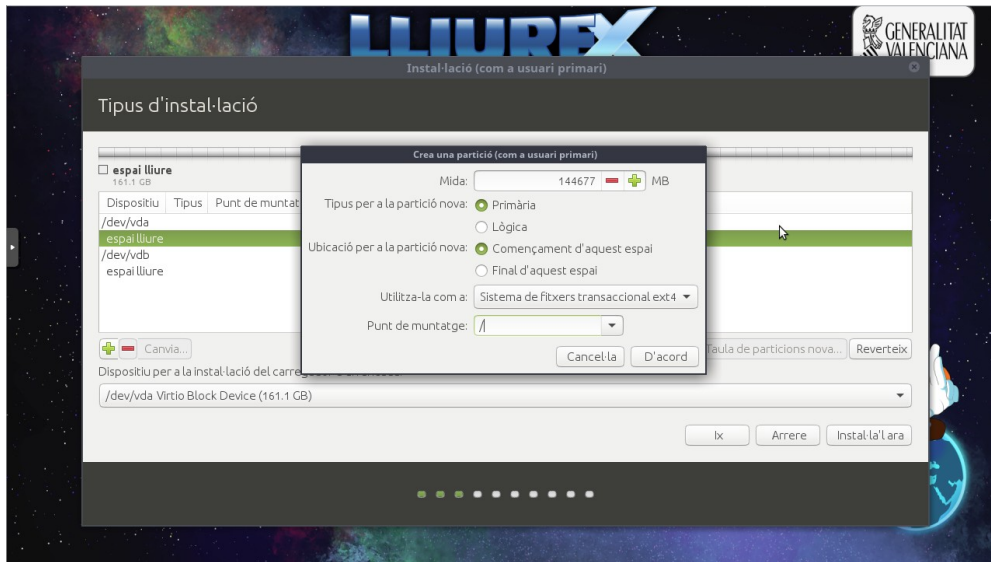
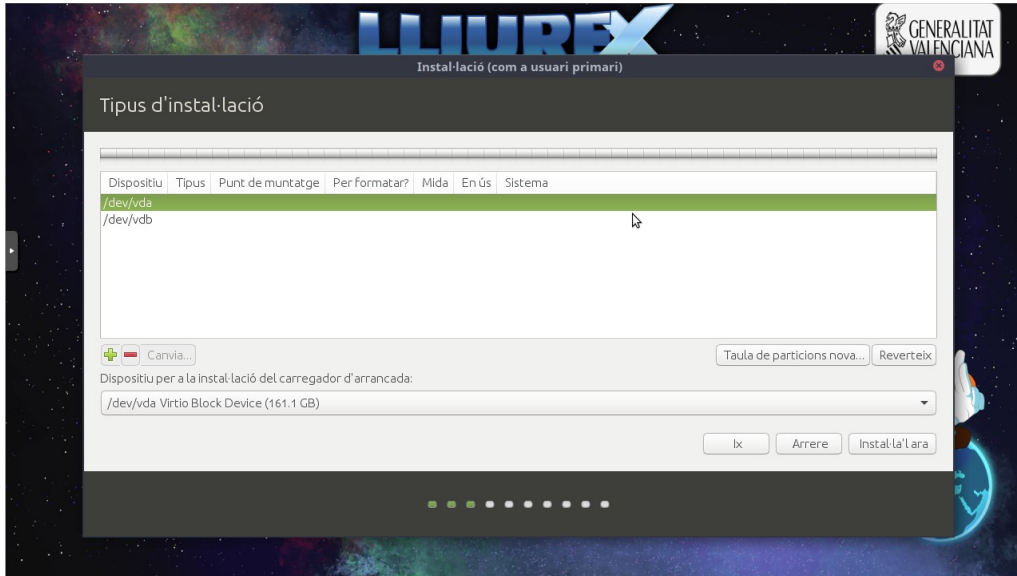
La primera opció de la instal·lació és l'idioma



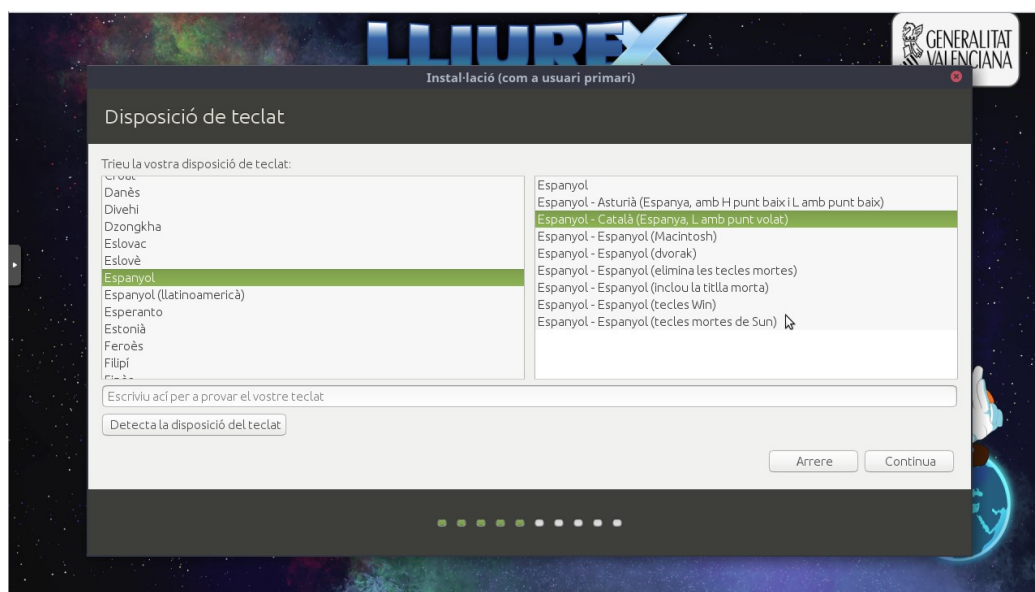
El següent pas és la configuració dels discos durs. En el cas del servidor Mestre hi ha dos volums, llavors es pot configurar el segon disc ja com a /net amb l'opció avançada de particions. És l'última opció alguna altra cosa. En els servidors esclaus es pot instal·lar amb la primera opció "Esborrar el disc", perquè només hi ha un volum i el muntarà com a /.



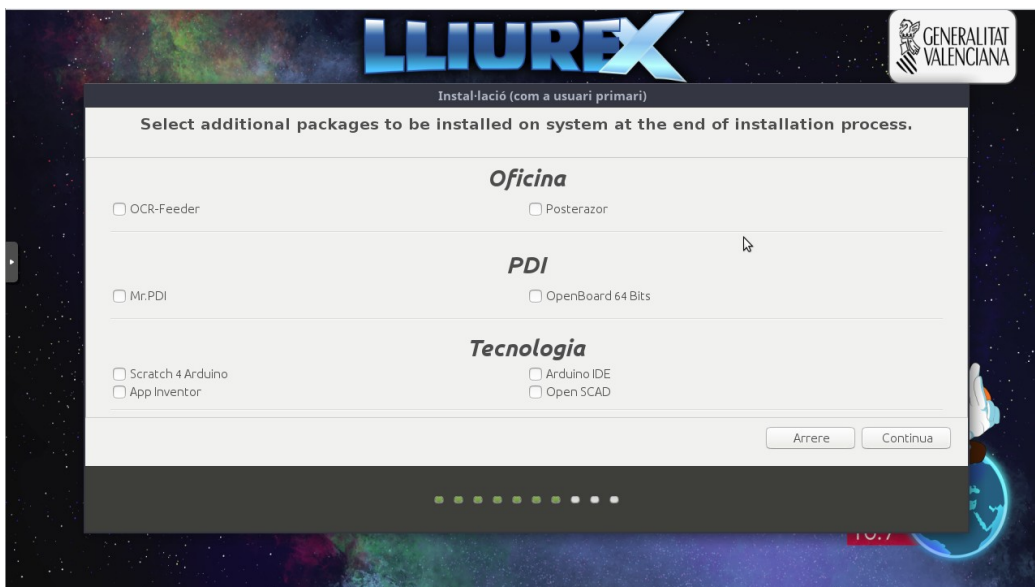
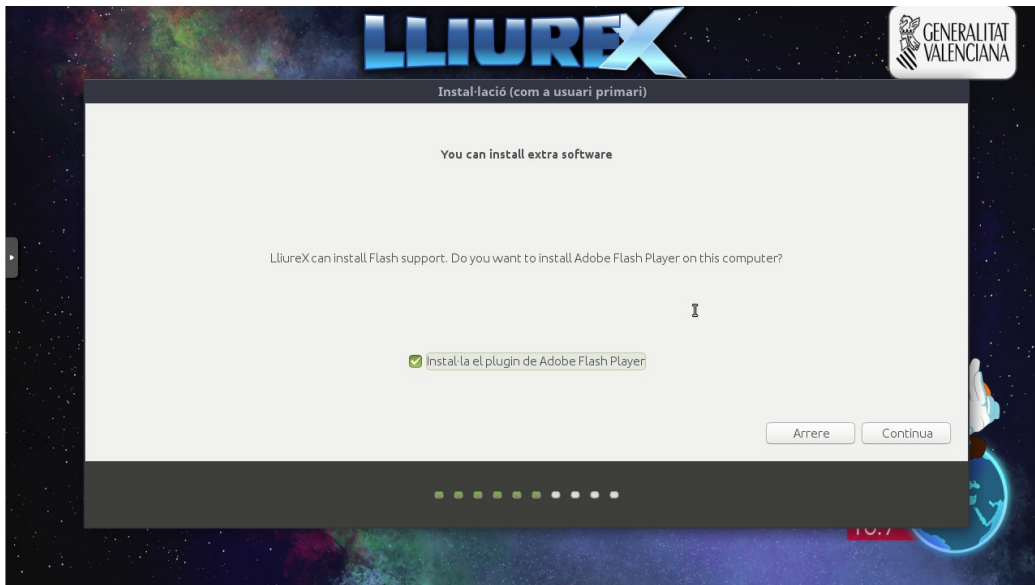
Si els discos no tenen una taula de particions primer cal crear-la. Després amb les taules fetes es poden fer les particions per a /, també per a la swap i en aquest cas per a /net. En cas de la swap es recomana que siga del doble de la grandària que la memòria RAM del servidor, en aquest cas 16 GB de swap. L'editor de particions és molt intuïtiu i fàcil d'usar.



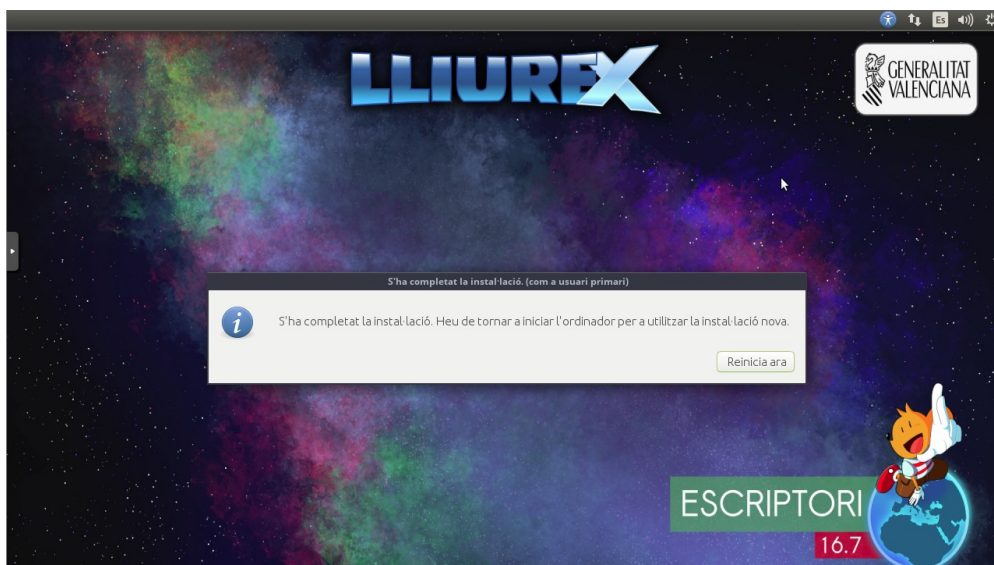
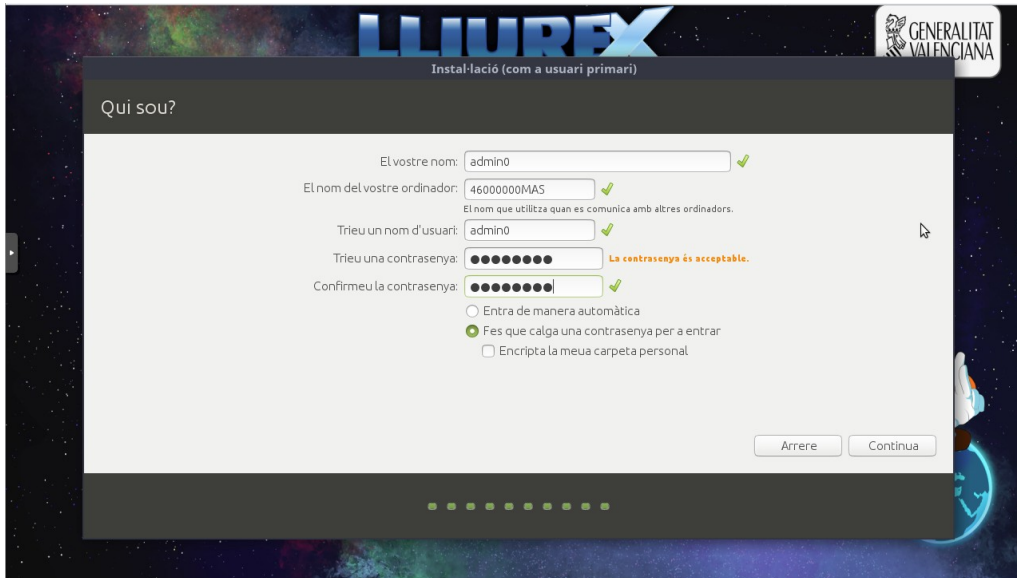
Amb les particions fetes, els següents passos són la configuració de la zona horària i la configuració del teclat.



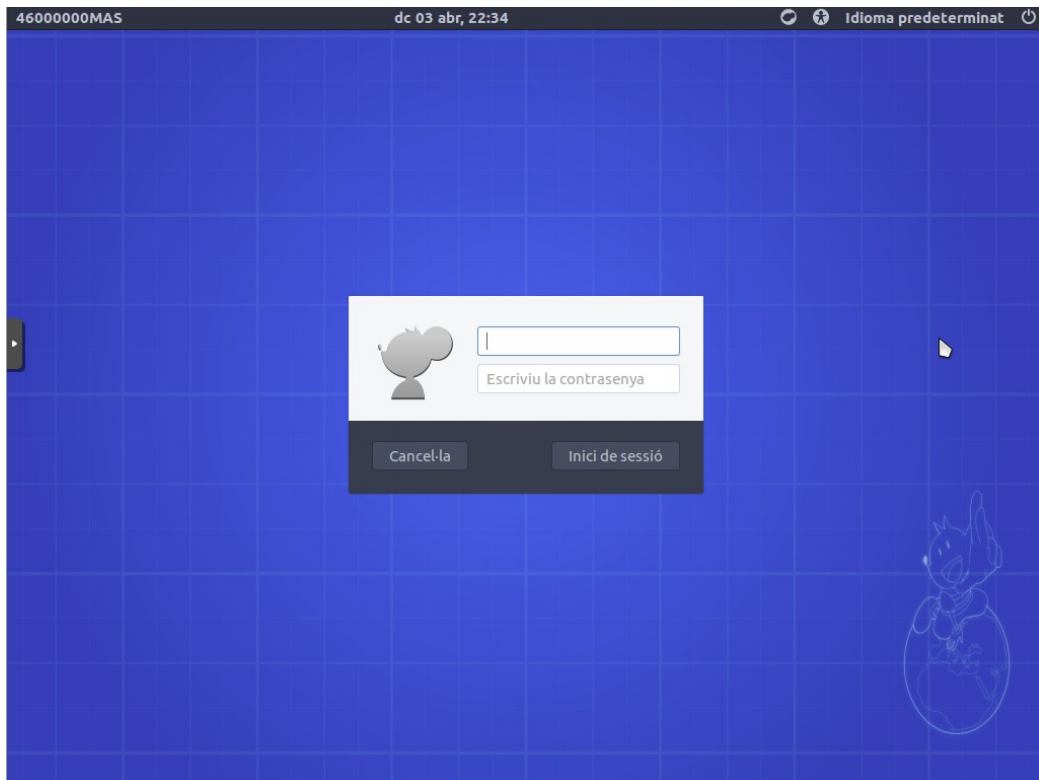
L'instal·lador de Lliurex ja ve pensat per als docents i inclou la possibilitat d'instal·lar programari addicional durant la instal·lació, com per exemple Flash Player tan important per a molts continguts educatius en línia. Altres exemples són Arduino o App Inventor, entre altres.



Una vegada configurades les opcions de tot el programari extra cal configurar l'usuari que serà l'usuari administrador local i que a un servidor tindrà permisos d'administrador, però no serà del grup de LDAP *Admins*. Aquest és l'últim pas de la instal·lació i durant l'instal·lador de Lliurex mostra una presentació amb tota la informació interessant per a l'usuari sobre aquesta distribució adaptada a l'educació. Per a finalitzar la instal·lació cal reiniciar el sistema i ja estaria funcionant.

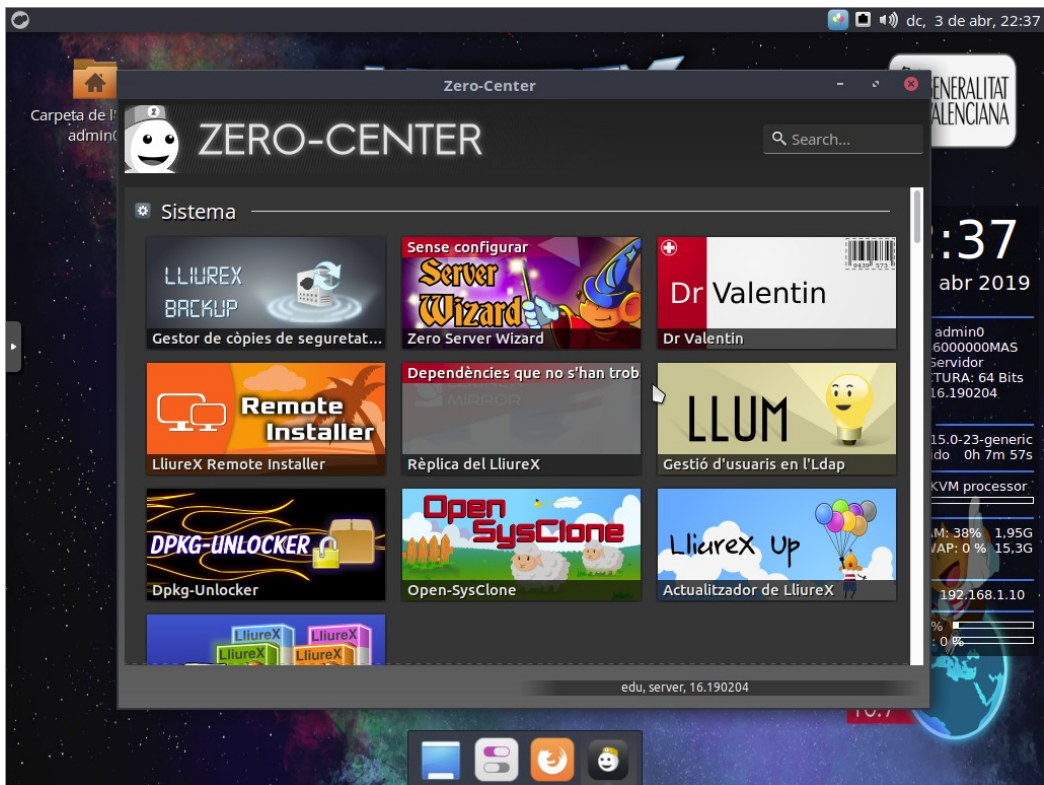
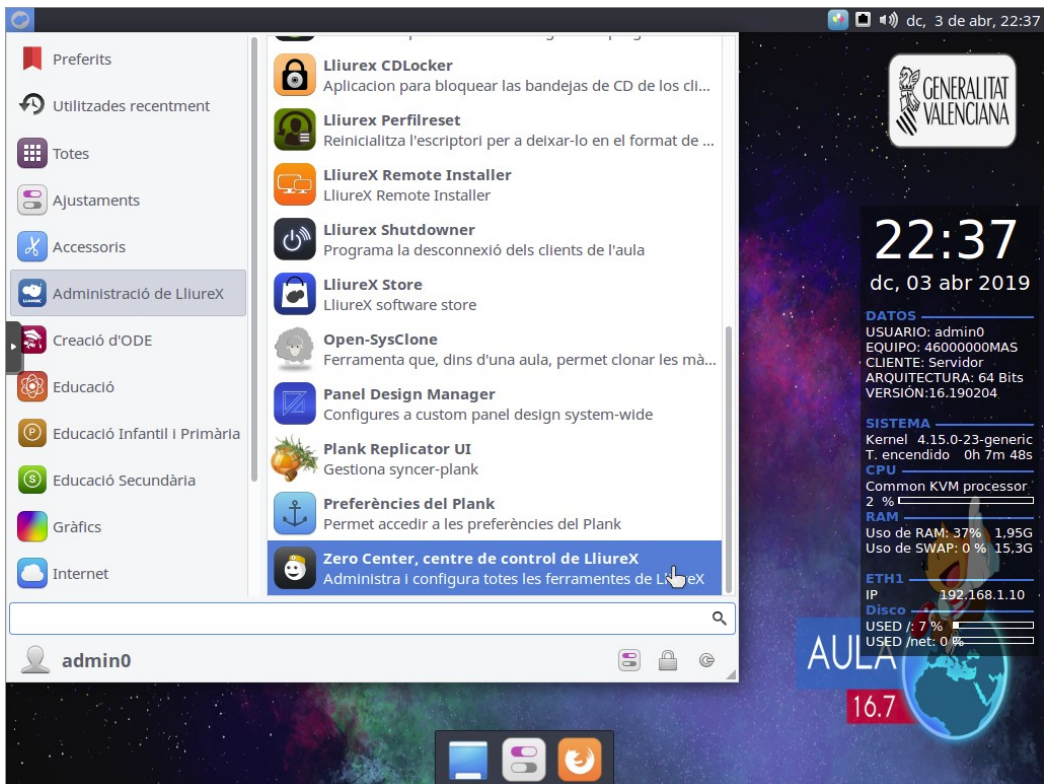


Una vegada instal·lat el servidor Lliurex cal entrar amb l'usuari de la instal·lació.

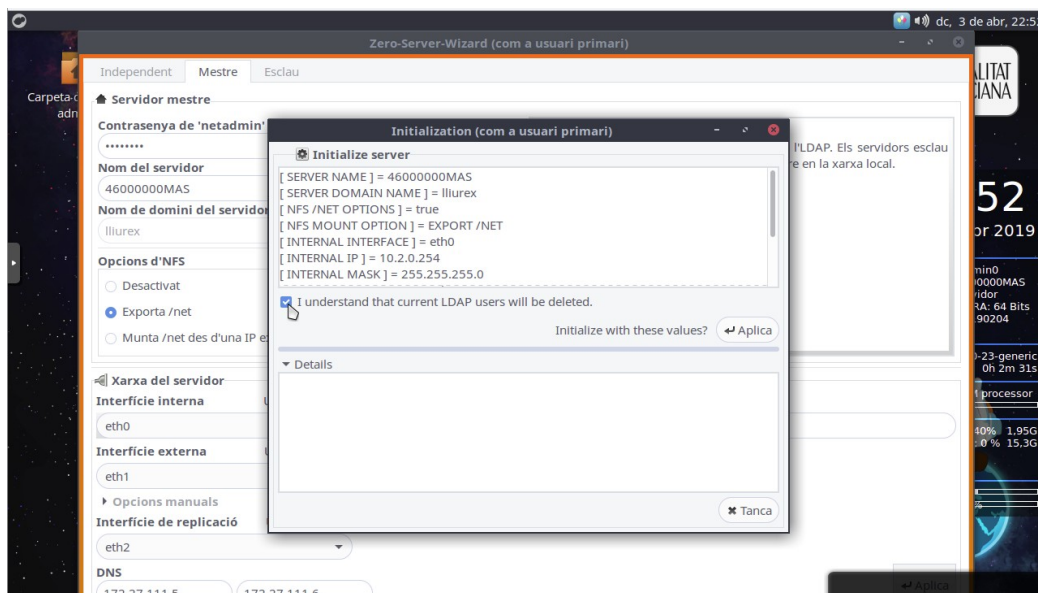
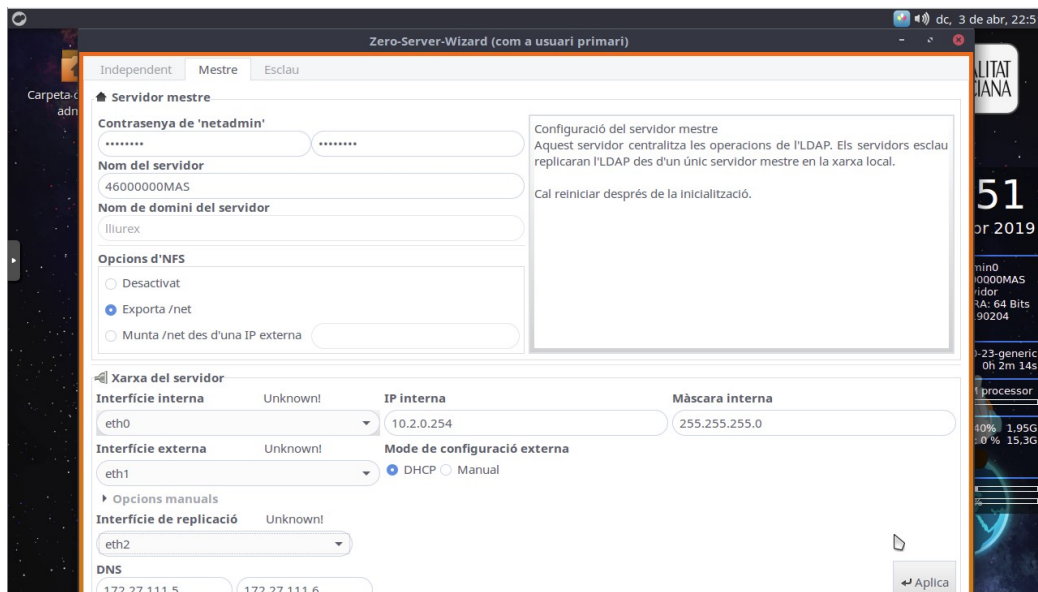


Cal inicialitzar el servidor Lliurex amb rol que tindrà entre Independent, Mestre o Esclau. En aquest manual es dona l'explicació de la inicialització d'un servidor mestre i un esclau. Dins del menú d'aplicacions hi ha un submenú anomenat "Administració de Lliurex" i dins d'aquest submenú es troba l'aplicació "Zero-Center".

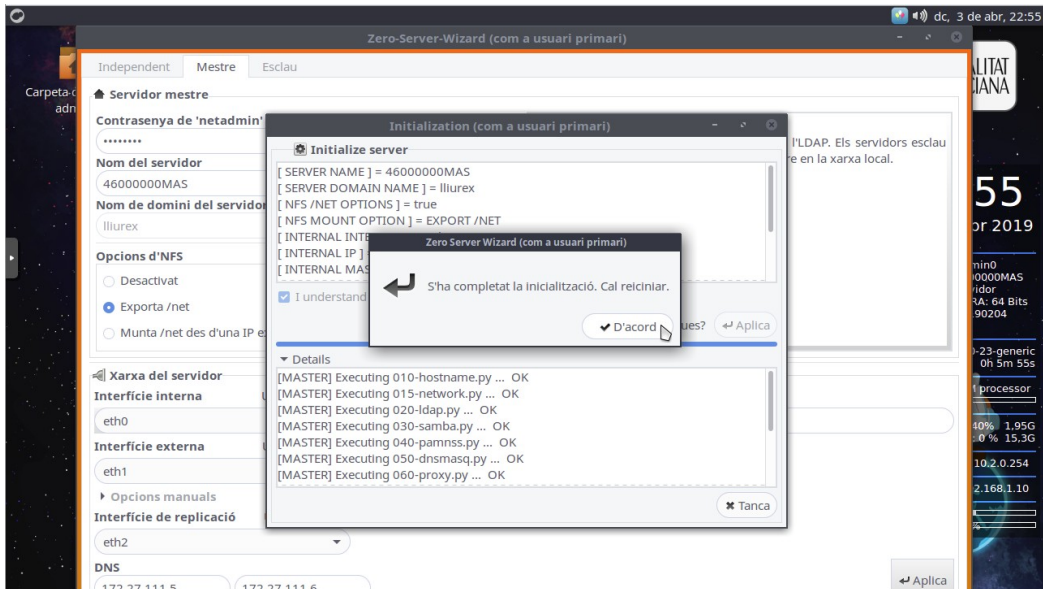
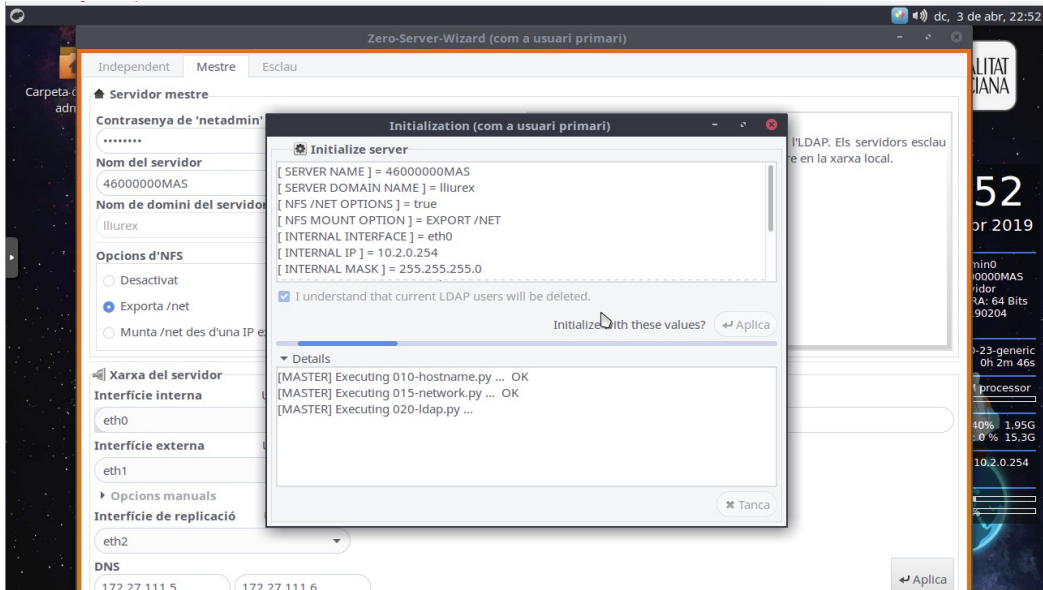
Zero-Center és un menú control del sistema i hi ha enllaços a aplicacions per a la configuració del sistema. Un d'aquests llançadors és "Zero-Server-Wizard" que configura els servidors. Té tres pestanyes, una per cada rol que pot tindre el servidor. Cal configurar el paràmetres que demana per cada tipus de servidor.



Configuració server mestre exemple:



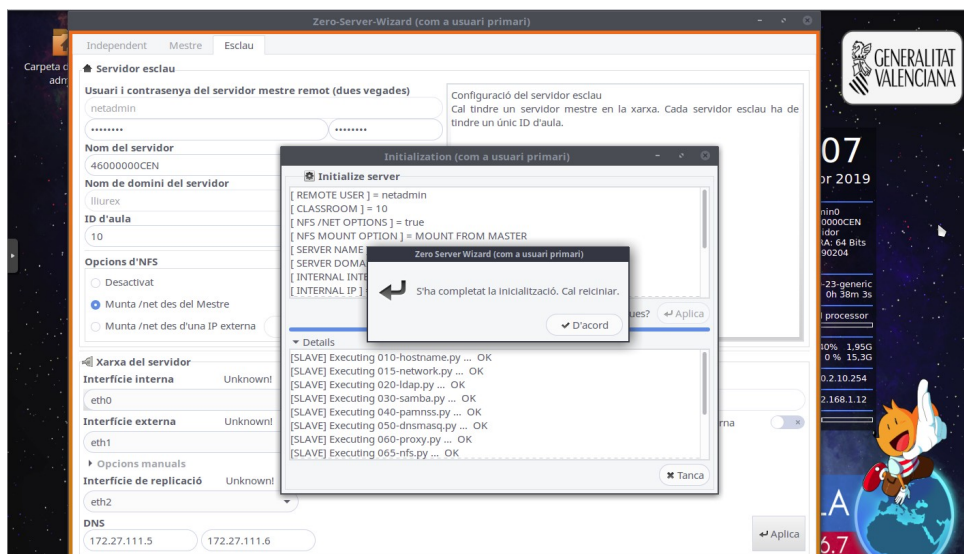
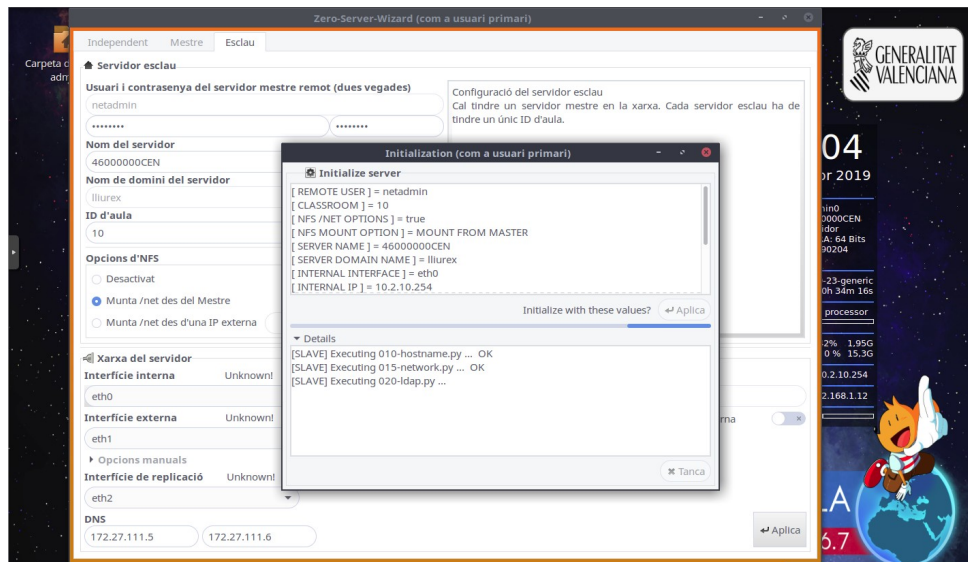
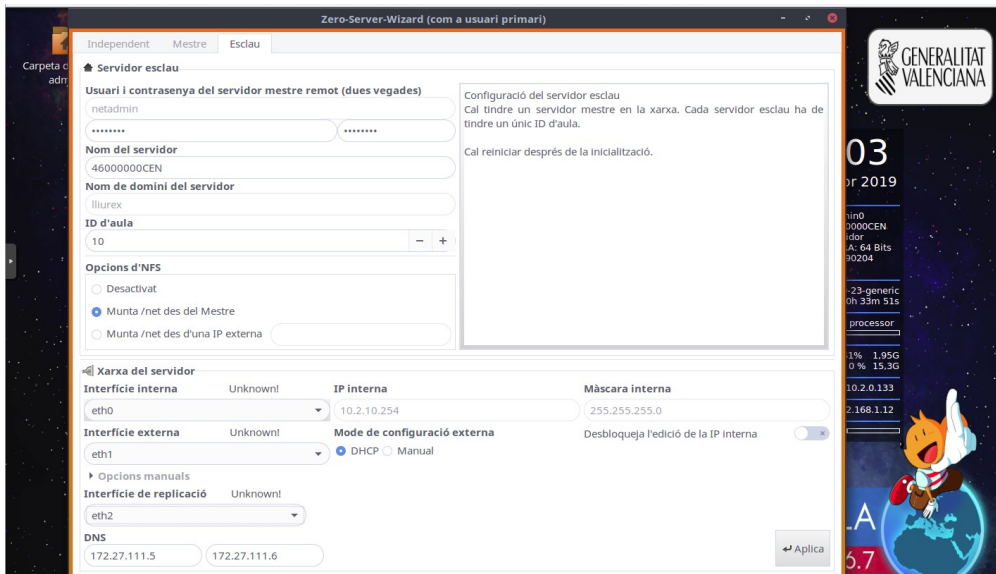
Cal marcar la pestanya els usuaris de LDAP esborren però com que és la primera vegada que es llança la configuració no hi ha usuaris de LDAP. Pulsar "Aplicar" i es configura el servidor.



Després es reinicia el servidor i ja estaria funcionant el servidor Mestre.

Una vegada inicialitzat el Mestre i reiniciat es pot inicialitzar l'Esclau. És important que la targeta de replicació del Mestre i l'Esclau tinguin connexió. Com que el servidor de LDAP serà el del mestre no cal marcar cap opció per a poder "Aplicar" la configuració de l'Esclau.

Exemple de configuració d'esclau.



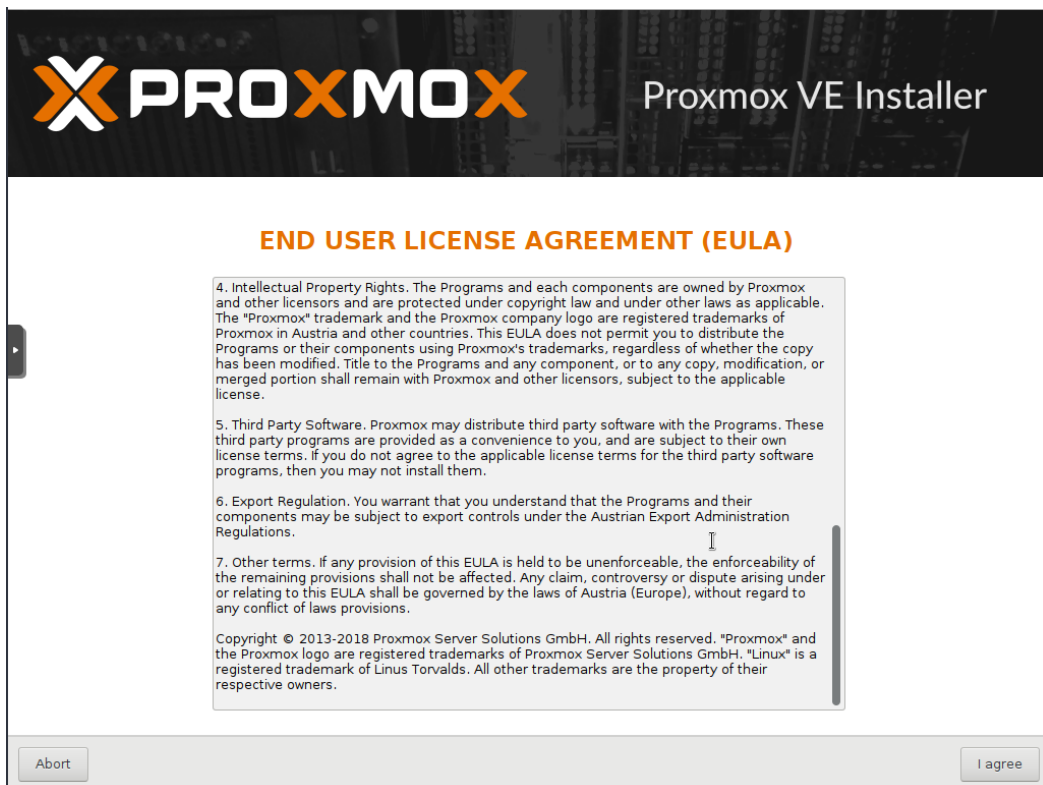
En aquest servidor també cal reiniciar.

Annex 2 – Manual Proxmox

Per instal·lar Proxmox primer cal descarregar el fitxer ISO del seu lloc web <https://www.proxmox.com/en/downloads>. La darrera versió que hi ha actualment és la 5.3. En carregar el fitxer ISO de Proxmox VE 5.3 i marcar instal·lar.



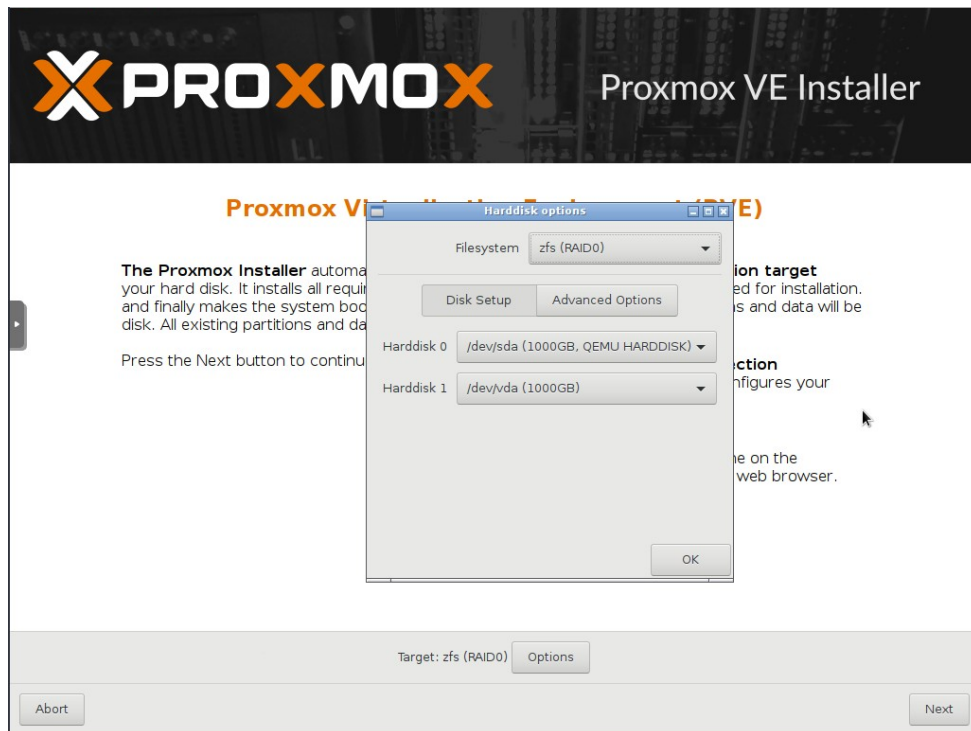
El següent pas és acceptar una llicència d'usuari final.



Opcions de discos segons el model de centre que es vol muntar.



Opció de discos amb un HV sense replicació de màquines i per al model de 3 HV. Cal donar format a només un disc dur.



Opcions de discos per al model de 2 HV i replicació de màquines. Cal fer RAID 0 amb els dos discos durs i molt important si la instal·lació es fa amb Pen Drive llevar l'USB del sistema RAID.

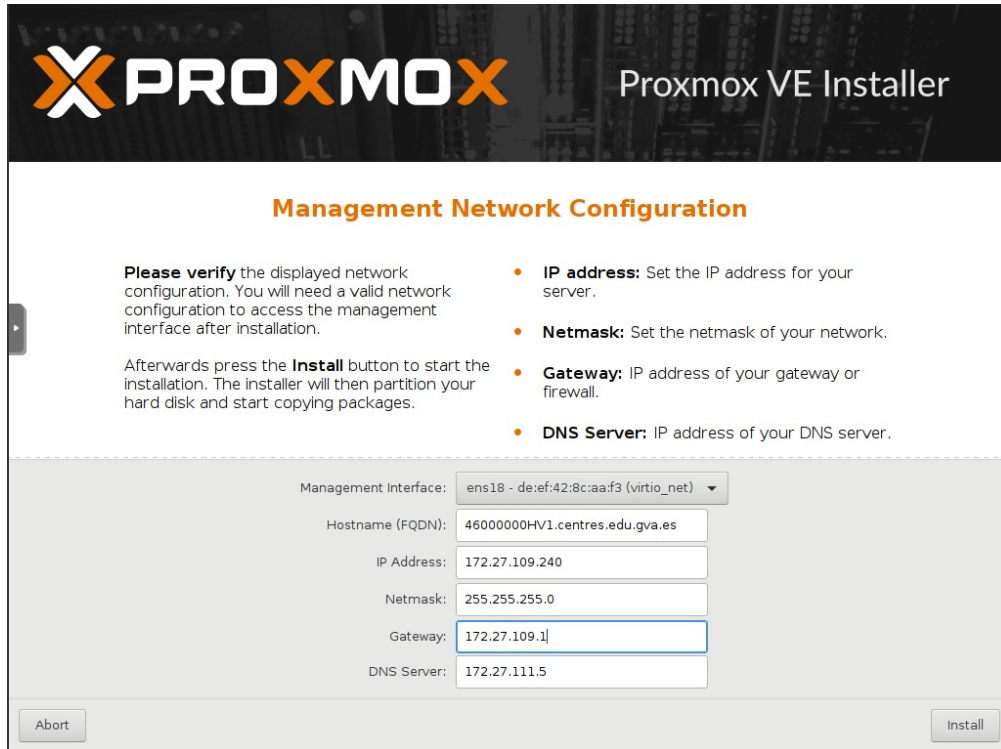
La següent pantalla és la selecció del país, la zona horària i el teclat. Important seleccionar "Europa/Madrid" i no "Africa/Ceuta" com marca per defecte en seleccionar "Spain".

The screenshot shows the 'Location and Time Zone selection' screen of the Proxmox VE Installer. The title bar at the top reads 'PROXMOX Proxmox VE Installer'. The main heading is 'Location and Time Zone selection'. Below this, there is explanatory text: 'The Proxmox Installer automatically makes location based optimizations, like choosing the nearest mirror to download files. Also make sure to select the right time zone and keyboard layout. Press the Next button to continue installation.' To the right, there are three bullet points: 'Country: The selected country is used to choose nearby mirror servers. This will speedup downloads and make updates more reliable.', 'Time Zone: Automatically adjust daylight saving time.', and 'Keyboard Layout: Choose your keyboard layout.' At the bottom, there are three input fields: 'Country' with 'Spain' selected, 'Time zone' with 'Europe/Madrid' selected, and 'Keyboard Layout' with 'Spanish' selected. 'Abort' and 'Next' buttons are at the bottom corners.

Al següent pas cal configurar la contrasenya de *root* i una adreça de correu electrònic

The screenshot shows the 'Administration Password and E-Mail Address' screen of the Proxmox VE Installer. The title bar at the top reads 'PROXMOX Proxmox VE Installer'. The main heading is 'Administration Password and E-Mail Address'. Below this, there is explanatory text: 'Proxmox Virtual Environment is a full featured highly secure GNU/Linux system based on Debian. Please provide the root password in this step.' To the right, there are two bullet points: 'Password: Please use a strong password. It should have 8 or more characters. Also combine letters, numbers, and symbols.' and 'E-Mail: Enter a valid email address. Your Proxmox VE server will send important alert notifications to this email account (such as backup failures, high availability events, etc.). Press the Next button to continue installation.' At the bottom, there are three input fields: 'Password' with 8 dots, 'Confirm' with 8 dots, and 'E-Mail' with 'root@proxmox.com' entered. 'Abort' and 'Next' buttons are at the bottom corners.

Ara és moment de configurar la xarxa on s'ha de posar nom al host (COD_CENTRE)HV(NOMBREHV).edu.gva.es en aquest cas 46000000HV1.centres.edu.gva.es



PROXMOX Proxmox VE Installer

Management Network Configuration

Please verify the displayed network configuration. You will need a valid network configuration to access the management interface after installation.

Afterwards press the **Install** button to start the installation. The installer will then partition your hard disk and start copying packages.

- **IP address:** Set the IP address for your server.
- **Netmask:** Set the netmask of your network.
- **Gateway:** IP address of your gateway or firewall.
- **DNS Server:** IP address of your DNS server.

Management Interface:	ens18 - de:ef:42:8c:aa:f3 (virtio_net)
Hostname (FQDN):	46000000HV1.centres.edu.gva.es
IP Address:	172.27.109.240
Netmask:	255.255.255.0
Gateway:	172.27.109.1
DNS Server:	172.27.111.5

Abort Install

Amb tota la configuració ara es pot instal·lar.

Una vegada instal·lat un HV Al Hipervisor es pot accedir via *ssh* o per la consola web amb <https://IP::8006>. Podem accedir-hi de moment amb l'usuari *root*. En accedir via web cal carregar el certificat d'una connexió segura.



La conexión no es privada

Es posible que los atacantes estén intentando robar tu información de **172.27.109.52** (por ejemplo, contraseñas, mensajes o tarjetas de crédito). [Más información](#)
NET::ERR_CERT_AUTHORITY_INVALID

- Enviar automáticamente [información del sistema y contenido de las páginas](#) a Google para facilitar la detección de aplicaciones y sitios web peligrosos. [Política de Privacidad](#)

OCULTAR CONFIGURACIÓN AVANZADA

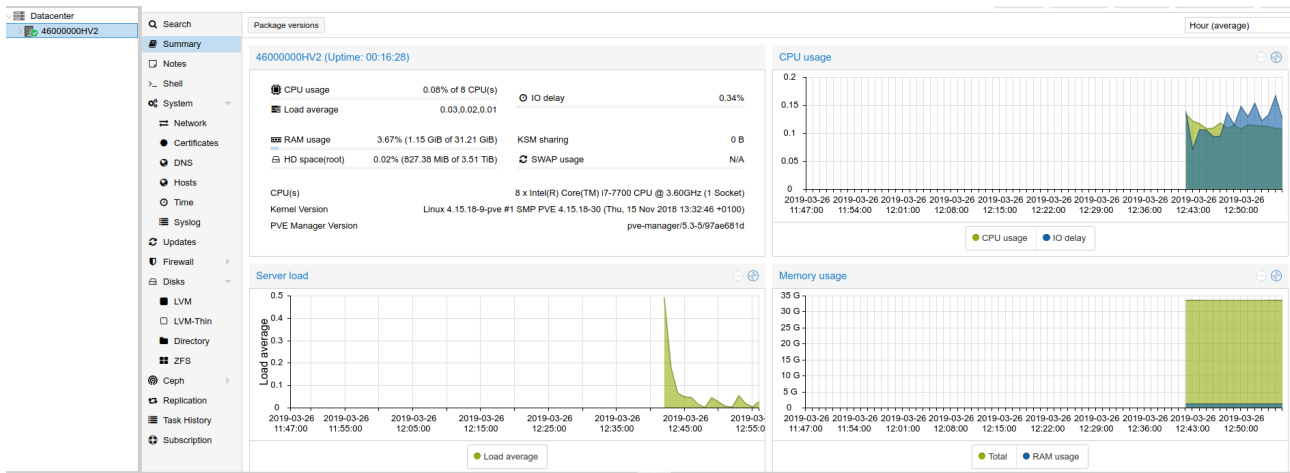
Volver para estar a salvo

Este servidor no ha podido probar que su dominio es **172.27.109.52**, el sistema operativo de tu ordenador no confía en su certificado de seguridad. Este problema puede deberse a una configuración incorrecta o a que un atacante haya interceptado la conexión.

[Acceder a 172.27.109.52 \(sitio no seguro\)](#)

Proxmox VE Login

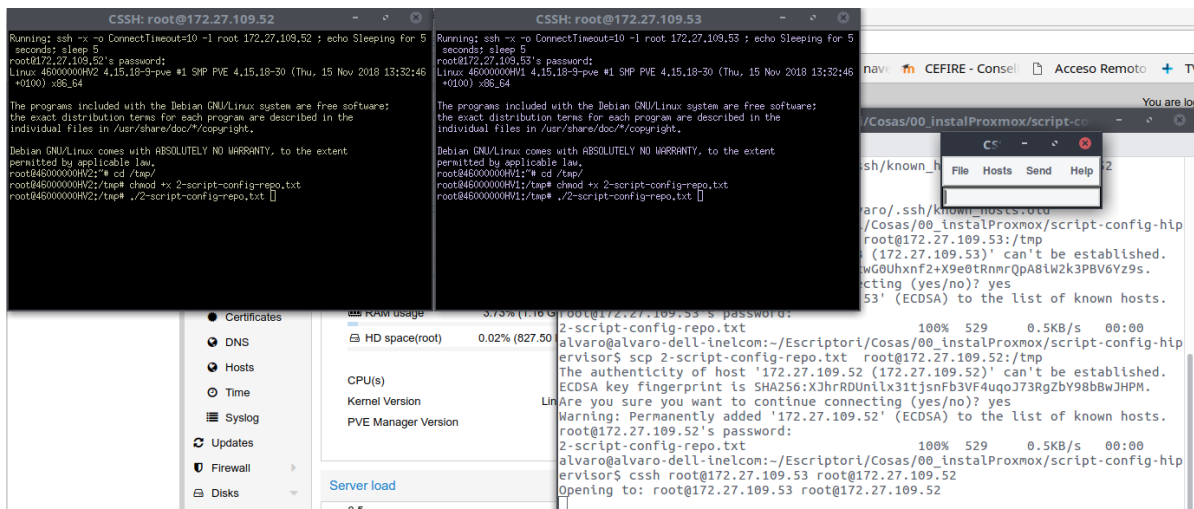
User name:	<input type="text"/>
Password:	<input type="password"/>
Realm:	Linux PAM standard authentication <input type="button" value="v"/>
Language:	English <input type="button" value="v"/>
Save User name:	<input type="checkbox"/>
	<input type="button" value="Login"/>



El primer que cal fer és canviar el repositoris que no disposen d'una subscripció. Aleshores cal comentar la línia del fitxer `/etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list` o crear el fitxer `/etc/apt/sources.list.d/pve-no-subscription.list` amb la línia `deb http://download.proxmox.com/debian stretch pve-no-subscription`. També es pot llançar el `script` de canvi de repositori sense subscripció:

```
#####
#####
### canvi sources.list
#####
#####
echo "deb http://download.proxmox.com/debian stretch pve-no-subscription" > /etc/apt/sources.list.d/pve-no-subscription.list
wget -O- "http://download.proxmox.com/debian/key.asc" | apt-key add -
echo "# deb https://enterprise.proxmox.com/debian stretch pve-enterprise" > /etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list
apt update
apt upgrade --assume-yes
```

Si es copien els `script` per `ssh` a `/tmp` per exemple només cal donar permisos de execució i llançar-los. En l'exemple s'ha fet amb `cssh`, per fer més d'un HV alhora.



Una vegada actualitzat cal configurar la xarxa dels HV, per aquesta tasca s'han creat quatre *script*, un de general i un per cada HV.

Annex *script* configuració de xarxa Hipervisors Proxmox afegint la DNS 2:

```
#####  
#####  
# Configuració Bond principal i bridge 1  
#####  
#####  
pvesh create /nodes/localhost/network/ --iface bond1 --type bond  
--slaves "enp1s0 enp2s0 enp3s0 enp4s0" --bond_mode 802.3ad  
--bond_xmit_hash_policy layer2+3 --autostart 1 --comments "Bond de  
hipervisor"  
pvesh create /nodes/localhost/network/ --iface vmbr1 --type bridge  
--bridge_ports "bond1" --autostart 1 --comments "Bond serveis de xarxa"  
echo "nameserver 172.27.111.6" >> /etc/resolv.conf
```

Annex *script* configuració IP sincronització del HV1:

```
#####  
#####  
# Configuració Bond TAG 40 i bridge 2 del HV1 172.*.*.240  
#####  
#####  
pvesh create /nodes/localhost/network/ --iface vmbr2 --type bridge  
--bridge_ports "bond1.40" --autostart 1 --bridge_vlan_aware yes  
--address 10.3.0.240 --netmask 255.255.255.0 --comments "Bond xarxa  
NFS"
```

Annex *script* configuració IP sincronització del HV2:

```
#####  
#####  
# Configuració Bond TAG 40 i bridge 2 del HV2 172.*.*.239  
#####  
#####  
pvesh create /nodes/localhost/network/ --iface vmbr2 --type bridge  
--bridge_ports "bond1.40" --autostart 1 --bridge_vlan_aware yes  
--address 10.3.0.239 --netmask 255.255.255.0 --comments "Bond xarxa  
NFS"
```

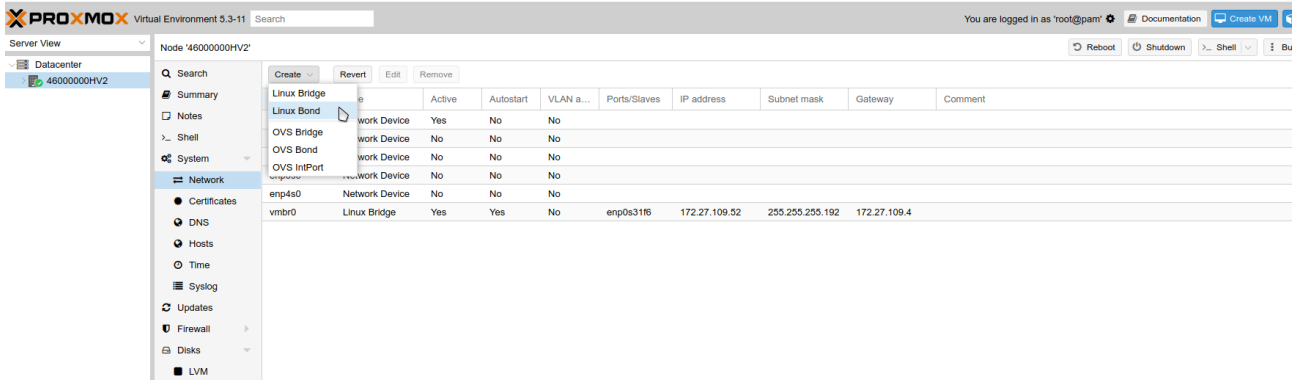
Annex *script* configuració IP sincronització del HV3:

```
#####  
#####  
# Configuració Bond TAG 40 bridge 2 del HV3 172.*.*.238  
#####  
#####
```

```
pvesh create /nodes/localhost/network/ --iface vmbr2 --type bridge
--bridge_ports "bond1.40" --autostart 1 --bridge_vlan_aware yes
--address 10.3.0.238 --netmask 255.255.255.0 --comments "Bond Xarxa
NFS"
```

Aquestes configuracions de xarxa es poden fer també via web des de la consola de Proxmox.

Afegir Bond 1



Create: Linux Bond

Name:

Autostart:

IP address:

Slaves:

Subnet mask:

Mode:

Gateway:

Hash policy:

IPv6 address:

Comment:

Prefix length:

Gateway:

[Create](#)

Creació del Bridge 2 amb el bond1.40.

Create: Linux Bridge

Name:

Autostart:

IP address:

VLAN aware:

Subnet mask:

Bridge ports:

Gateway:

Comment:

IPv6 address:

Prefix length:

Gateway:

[Create](#)

Per a finalitzar, a cada HV cal executar l'*script* per configurar el model gràfic de la consola de Proxmox i reiniciar el sistema. *Script* d'activació del mode gràfic de la consola.

```
#####
#####
# Configuració mode gràfic
#####
#####
```

```
sed -i.bak \
's|GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet"|
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet          nomodeset
i915.modeset=0"|' /etc/default/grub
update-grub2
```

```
###
### Reiniciar
###
```

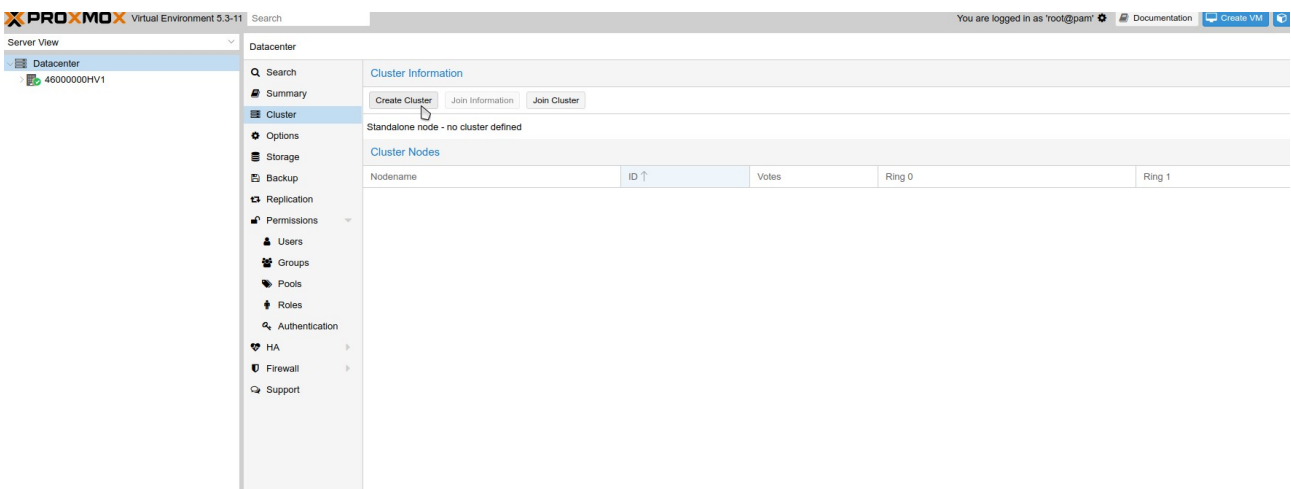
reboot

Totes aquestes configuracions són comuns a tots els models ja siguen amb un HV, amb dos HV o amb tres HV

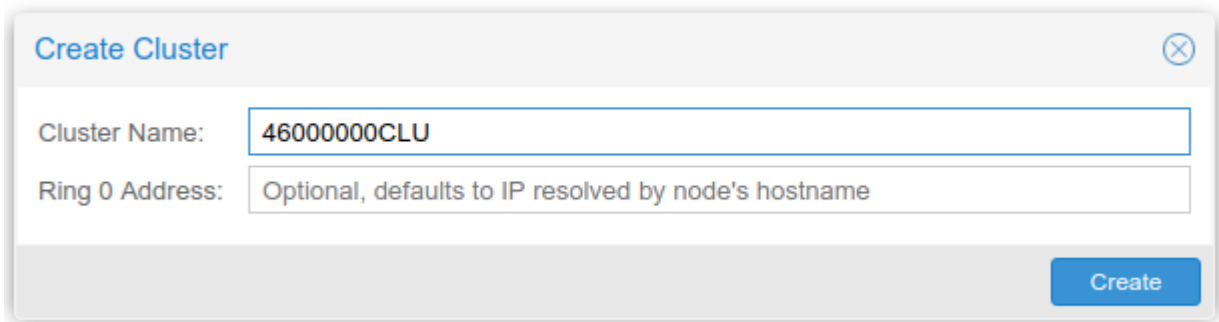
Configuració de Model de dos Hipervisors.

Aleshores, primer cal configurar el clúster. Es pot escollir un dels dos HV per crear el clúster, en aquest cas anem a fer-ho amb HV1. Com només són dos nodes per a arribar a acords, han de treballar com a un només i cal fer unes configuracions extra de *corosync*.

Crear clúster, "Datacenter", "Cluster" i "Create Cluster".



El nom per al clúster és el COD_CENTRE+CLU



Create Cluster

Cluster Name: 46000000CLU

Ring 0 Address: Optional, defaults to IP resolved by node's hostname

Create

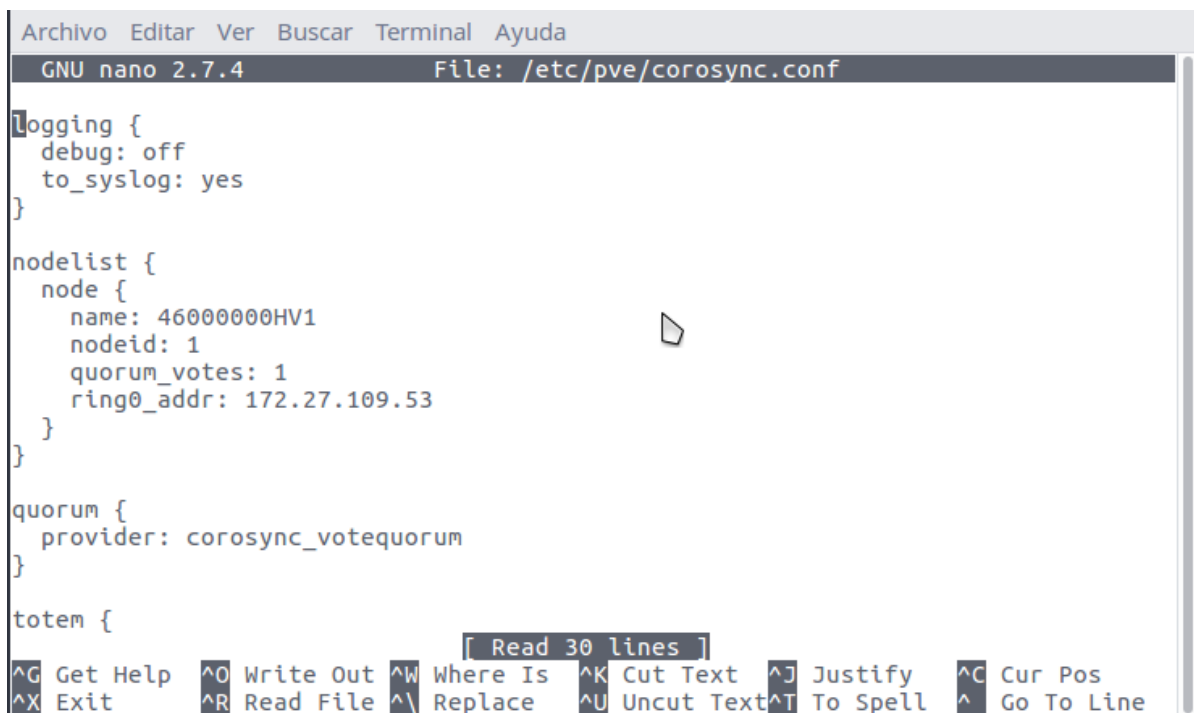
En aquest model cal editar el fitxer de configuració de *corosync* perquè es comporte com un únic node, perquè com no són tres per arribar a un acord.

Ara cal editar el fitxet `/etc/pve/corosync.conf`

Afegir la IP interna 10.3.0.240 i les opcions

```
two_node: 1
wait_for_all: 0
last_man_standing: 1
```

Fitxer d'abans d'editar



```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/pve/corosync.conf
logging {
  debug: off
  to_syslog: yes
}
nodelist {
  node {
    name: 46000000HV1
    nodeid: 1
    quorum_votes: 1
    ring0_addr: 172.27.109.53
  }
}
quorum {
  provider: corosync_votequorum
}
totem {
```

[Read 30 lines]

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line

La part de *quorum* del fitxer després d'editar. També cal canviar la *ring0_addr*: per la IP de la xarxa interna del HV1 10.3.0.240

```
}  
quorum {  
  provider: corosync_votequorum  
  two_node: 1  
  wait_for_all: 0  
  last_man_standing: 1  
}
```

Es guarda el fitxer i s'edita el fitxer /etc/hosts comentant la línia on apareix la IP de MacroLan o la xarxa de connexió a Internet per posar la mateixa línia amb l'IP interna de 10.3.0.X.

```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda  
GNU nano 2.7.4  File: /etc/hosts  
#127.0.0.1 localhost.localdomain localhost  
#172.27.109.53 46000000HV1.centres.edu.gva.es 46000000HV1  
10.3.0.240 46000000HV1.centres.edu.gva.es 46000000HV1  
  
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts  
  
::1 ip6-localhost ip6-loopback  
fe00::0 ip6-localnet  
ff00::0 ip6-mcastprefix  
ff02::1 ip6-allnodes  
ff02::2 ip6-allrouters  
ff02::3 ip6-allhosts  
  
[ Read 13 lines ]  
^G Get Help  ^O Write Out  ^W Where Is  ^K Cut Text  ^J Justify  ^C Cur Pos  
^X Exit      ^R Read File  ^\ Replace   ^U Uncut Text^T To Spell  ^ Go To Line
```

Guardar i reiniciar.

Una vegada reiniciat es pot veure que el *corosync* té l'IP interna. Es pot copiar la informació del clúster de "join information" per copiar-la

Cluster Information

Create Cluster | Join Information | Join Cluster

Cluster Name: 46000000CLU Config Version: 1 Number of Nodes: 1

Nodename	ID ↑	Votes	Ring 0	Ring 1
----------	------	-------	--------	--------

Cluster Join Information

Copy the Join Information here and use it on the node you want to add.

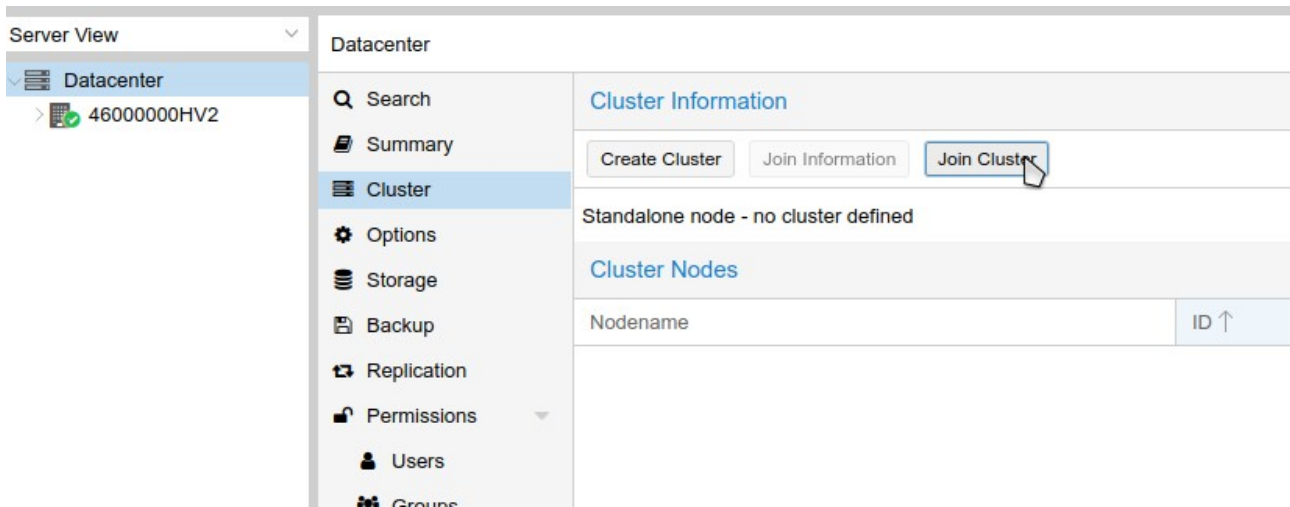
IP Address: 10.3.0.240

Fingerprint: AA:8C:0A:9A:1E:E5:0E:7B:2D:1C:21:9F:A2:D5:B4:EA:9E:AE:D0:B5:D6:23:38:85:95:90:7D:E3:74:73:45:01

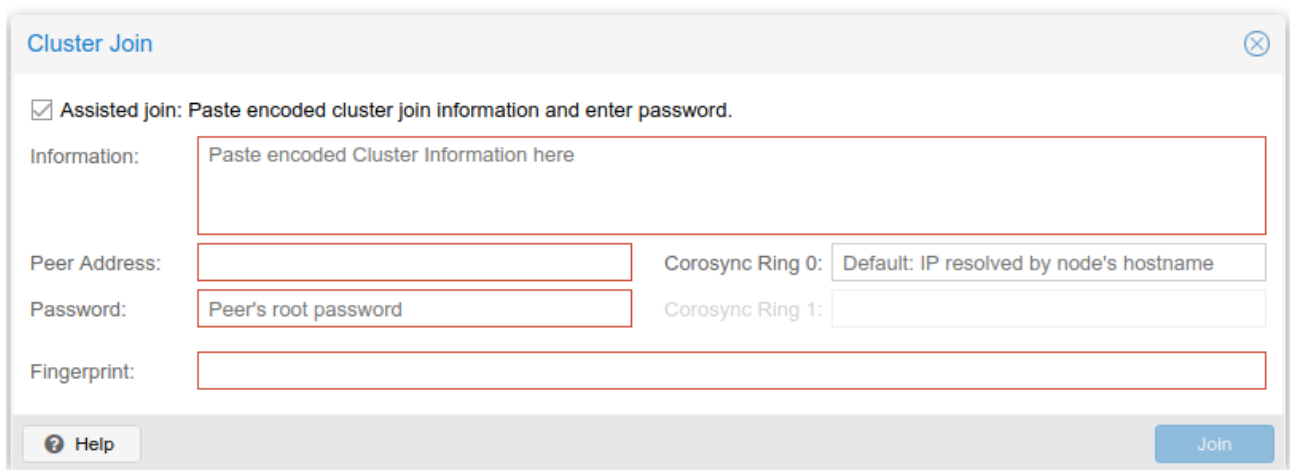
Join Information: eyJpcEFkZHJlc3MiOiIxMC4zLjAuMjQwZ2VycHJpbmQiOiJBQTo4QzowQTo5QToxRTpFNTo3Qjo...
W1IlioINDYwMDAwMDRDTFUIILC.I27X.lzaW9uIioiMIIsInNlY2F1dGoiOiIvbiIsImNvbmZnZ1927X.lzaW9uIioiM

Copy Information

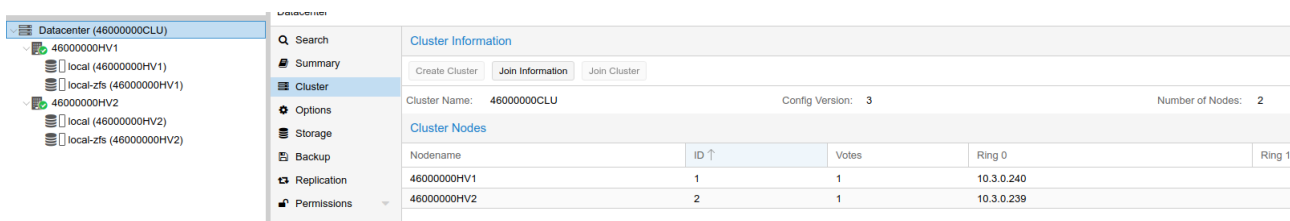
Amb aquesta informació es pot enganxar a l'altre node i aquest estarà al clúster. Però en aquest model per a treballar amb el clúster amb la xarxa interna caldrà editar també el fitxer `/etc/hosts` i deixar-lo amb l'IP interna i no l'IP de MacroLan.



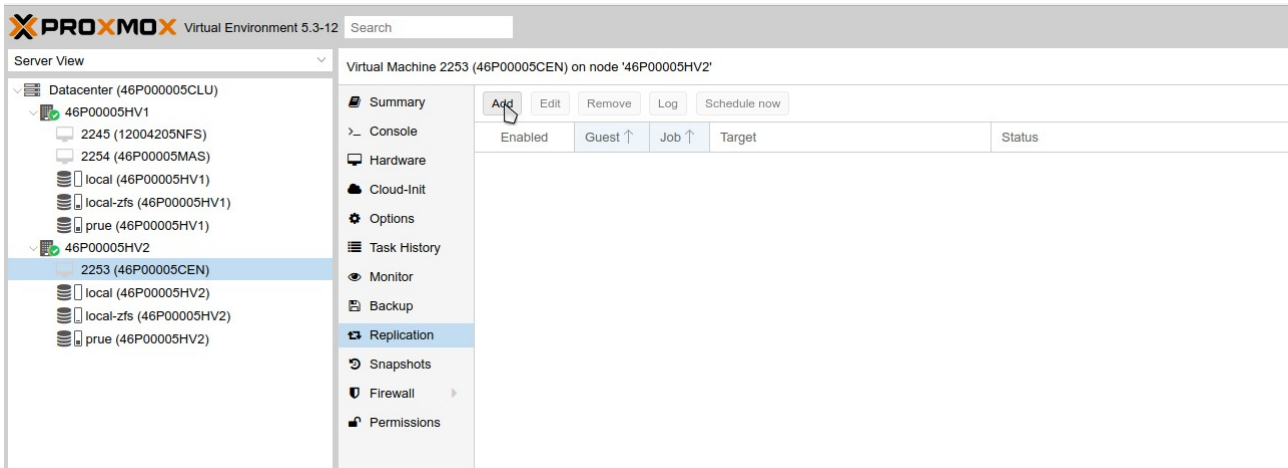
Cal enganxar la informació còpia del Clúster "Join Information" i posar la contrasenya de `root`.



Ara ja està el Clúster muntat. És molt important seguir les instruccions com s'ha indicat i editar els fitxers en l'ordre explicat sinó pot provocar que el Clúster no funcione bé.



Amb les màquines fetes i instal·lades als Hipervisors falta preparar la replicació d'aquestes del node en què es troben a l'altre. Les màquines poden treballar en qualsevol d'aquest nodes, però amb el sistema d'arxius muntat en ZFS RAID 0 i la replicació és molt recomanable deixar 8 GB de RAM a Proxmox per tal de no tindre més de tres servidors per node. Per a fer la replicació cal anar d'opcions de cada màquina a l'apartat "Replication" i ací "Add".



Create: Replication Job

CT/VM ID: 2253

Target: 46P00005HV1

Schedule: */15 - Every 15 minutes

Rate limit (MB/s): unlimited

Comment:

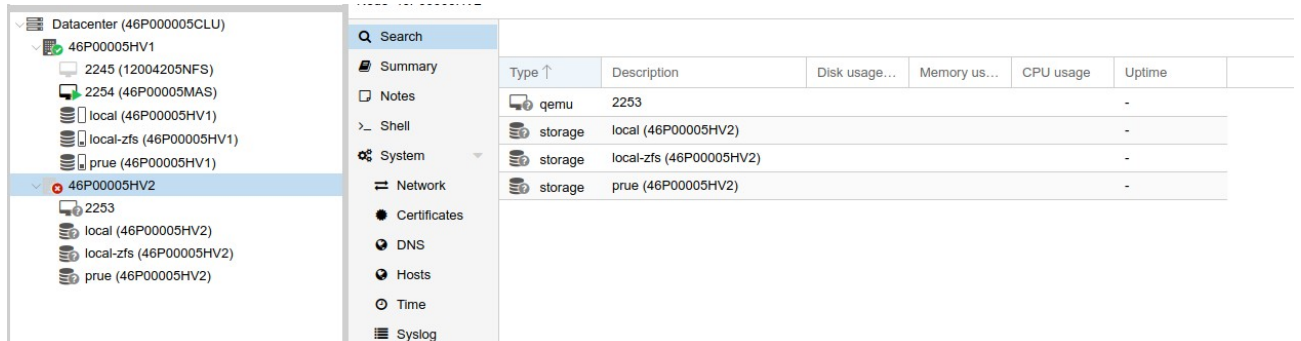
Enabled:

[Help](#) [Create](#)

Les opcions per defecte no cal tocar-les. En aquest exemple aquest servidor de centre que es troba en l'HV2 replicarà els seus discos durs en l'HV1 cada 15 minuts. Caldrà fer-ho amb totes les màquines. Lògicament, si el servidor Mestre disposa de dades en replicar li costarà més fer eixa primera rèplica, però després és incremental.

Una vegada replicats els discos i funcionant el clúster si un Hipervisor cau es pot alçar la màquina en el node que esta alçat amb una intervenció molt senzilla i ràpida. Només es perdrien els últims 15 minuts

de dades. En l'exemple següent el node HV2 està caigut i no es pot accedir a la màquina servidor de centre que disposa d'una replicació en el node que funciona bé el HV1,



Connectat amb el *shell* de l'HV1 o per *ssh* només cal moure el fitxer de màquina que està en el node HV2 al directori de nodes d'HV1. Cal anar al directori `/etc/pve/nodes`.

```

last login: Thu Mar 28 08:45:27 CET 2019 from 172.27.109.15 on pts/0
Linux 46P00005HV1 4.15.18-12-pve #1 SMP PVE 4.15.18-35 (Wed, 13 Mar 2019 08:24:42 +0100) x86_64

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
root@46P00005HV1:~# cd /etc/pve/nodes/
root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes# ls
46P00005HV1 46P00005HV2
root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes#

```

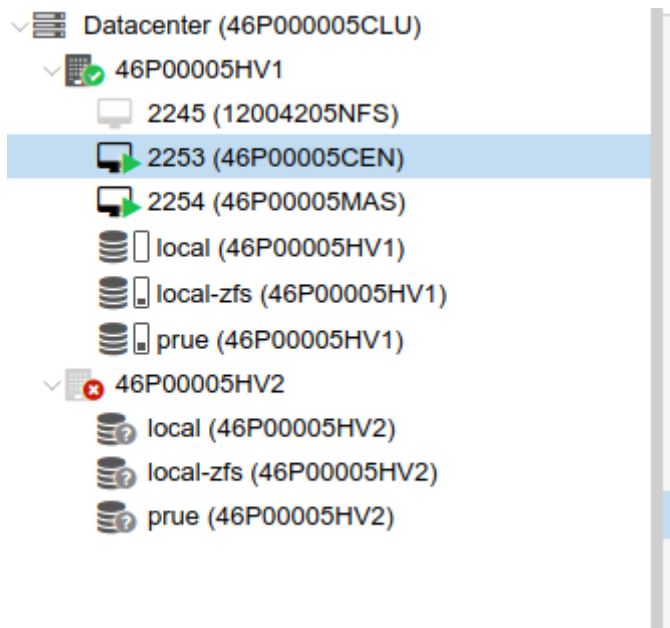
En cada directori de nodes estan les seues configuracions i hi ha una carpeta "qemu-server" amb els fitxers de configuració de les màquines. Amb un simple `mv` del fitxer de configuració de la màquina rèplica del node caigut al node que funciona es podria alçar.

```

root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes# ls
46P00005HV1 46P00005HV2
root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes# ls 46P00005HV2/
lrm_status lxc openvz priv pve-ssl.key pve-ssl.pem qemu-server
root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes# mv 46P00005HV2/qemu-server/2253.conf 46P00005HV1/qemu-server/
root@46P00005HV1:/etc/pve/nodes#

```

Com es pot observar, la màquina està disponible al node HV1 i la seua replicació canvia al node HV2. Açò cal fer-ho amb les màquines apagades si, en aquest cas el node HV2 estava caigut i aleshores apagada.



Aquesta és una forma de recuperar el funcionament d'aquest centre amb dos nodes i un d'ells no funciona.

Configuració de Model de tres Hipervisors.

Este model és per a centres més grans com instituts que poden tindre més servidors, unes quantes aules d'informàtica i aules d'FP. Per tant, es necessiten més recursos, el funcionament del RAID per programari consumeix més recursos del sistema. En aquest cas el segon disc dur s'usarà com a unitat per a fer *backup*. Per a preparar este disc dur per a esta finalitat esta el següent *script*:

```
#####
#####
# Creació de partició de backup
#####
#####

for part in /dev/sdb* ; do umount $part ; done
echo -e "o\nw" | fdisk /dev/sdb
partprobe /dev/sdb
echo -e "n\np\n1\n\n\nw" | fdisk /dev/sdb
mkfs.ext4 -q -F /dev/sdb1
mkdir -p /backup
echo "/dev/sdb1 /backup ext4 defaults 0 1" >> /etc/fstab
mount -a
pvesh create storage --storage backup --type dir --content iso,backup \
--maxfiles 2 --path /backup --shared 0
```

En el cas que es d'instal·lació d'un HV que té còpies de màquines al seu segon disc dur es llançaria un altre *script* que només munta el *backup*.

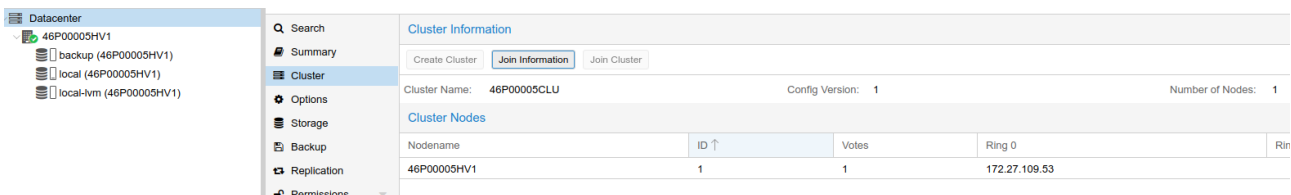
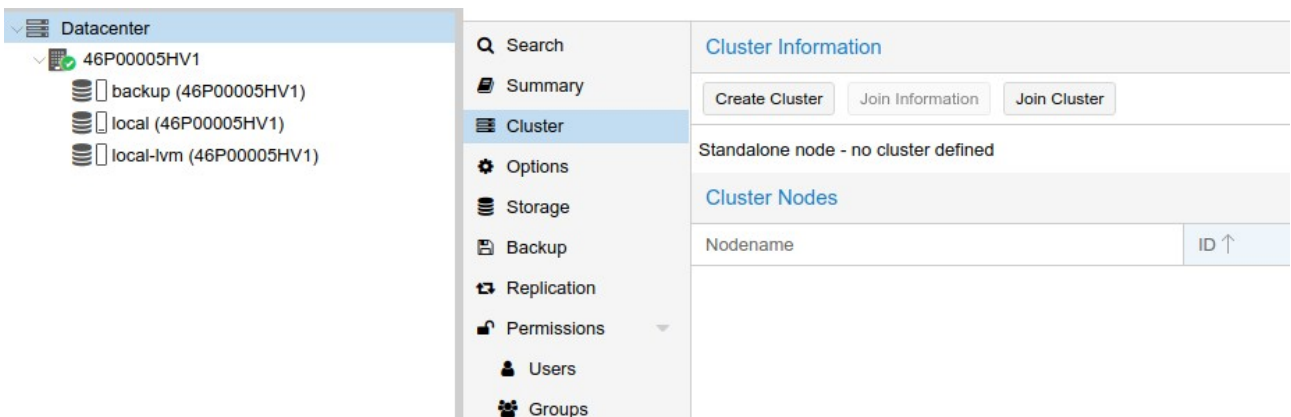
```
#####
#####
# Muntar la partició de backup
#####
#####
```

```
mkdir -p /backup
echo "/dev/sdb1 /backup ext4 defaults 0 1" >> /etc/fstab
mount -a
pvesh create storage --storage backup --type dir --content iso,backup \
--maxfiles 2 --path /backup --shared 0
```

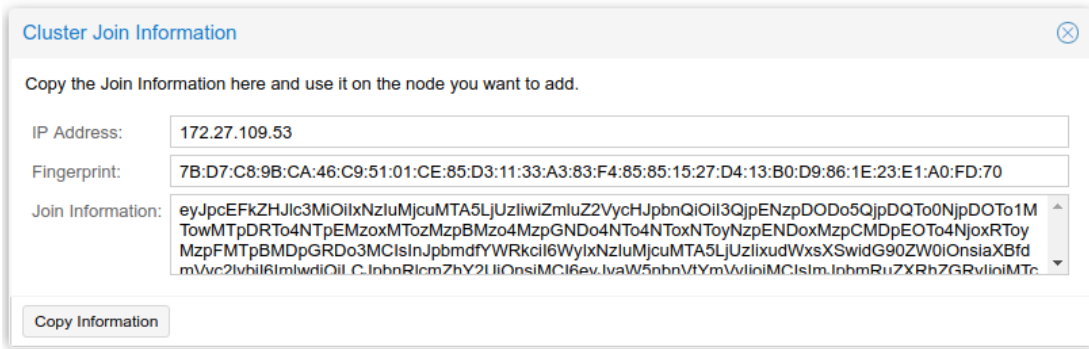
En ambdós casos una vegada llançat l'*script* cal reiniciar el node si es pot i si no fóra possible amb l'ordre "**mount -a**" muntarà el volum al directori /backup.

Una vegada configurats els tres HV amb la seua partició de /backup local es pot configurar el clúster. En aquest cas es pot configurar amb la xarxa externa.

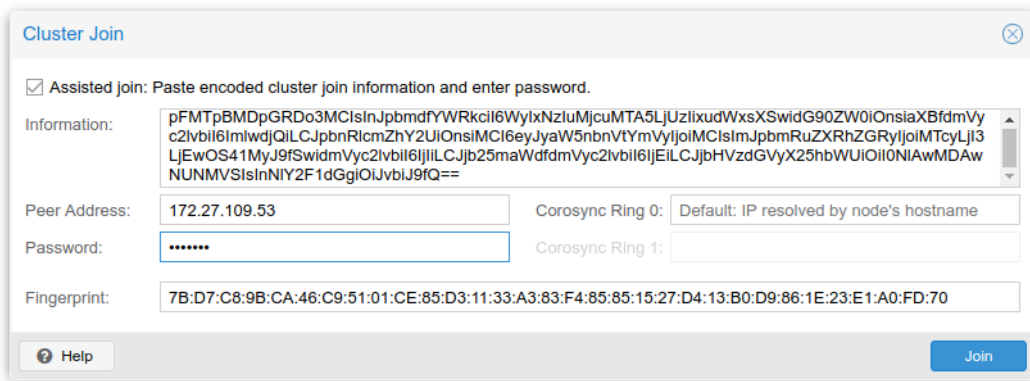
Com el cas anterior el nom per al clúster és el COD_CENTRE+CLU i també des de "Datacenter", "Cluster" i "Create Cluster".



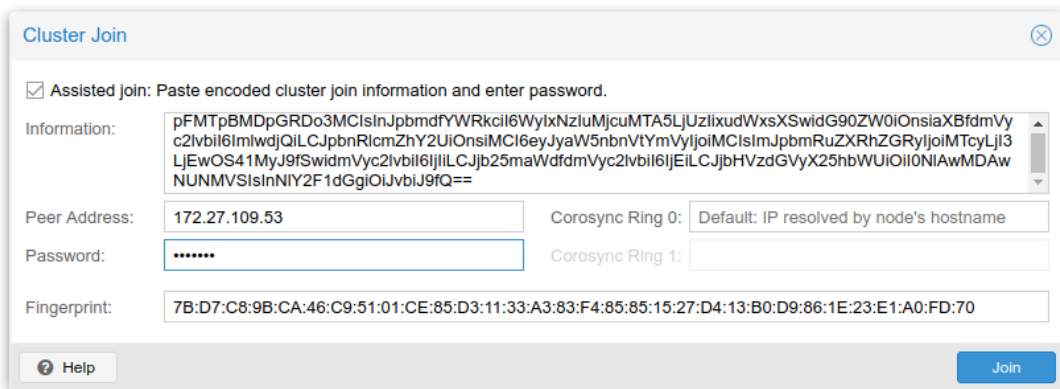
Una vegada creat el clúster es copia la informació de "Join Information" i s'afegeix als altres nodes també en el mateix menú de Clúster.



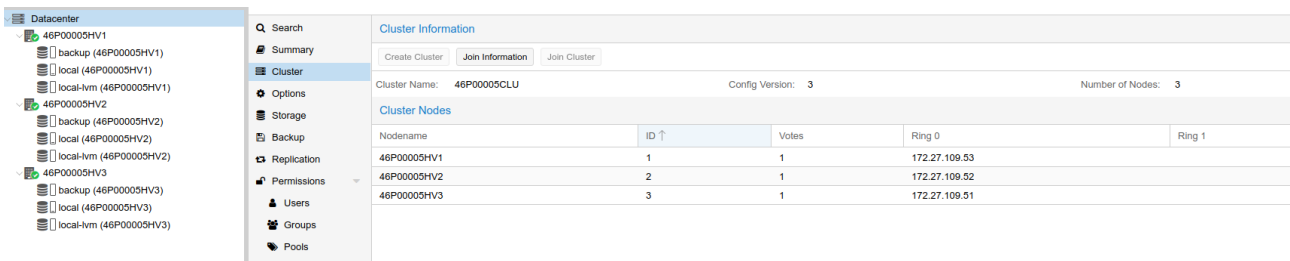
Node 2



Node 3

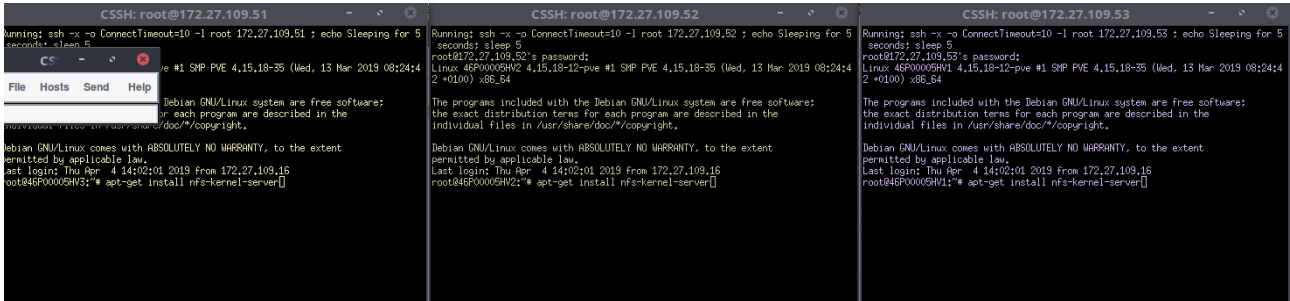


Ara ja està el clúster creat amb el 3 Hipervisors.



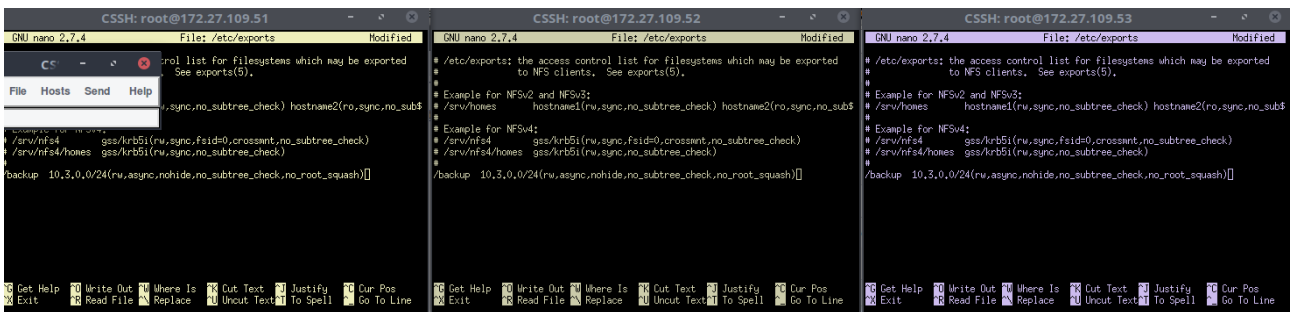
Per a aprofitar bé els recursos del segon disc per a fer *backup* sobretot del servidor mestre es pot exportar aquest directori per NFS per la xarxa de sincronització. Per a ells cal instal·lar en els HV el servei de NFS.

apt-get install nfs-kernel-server



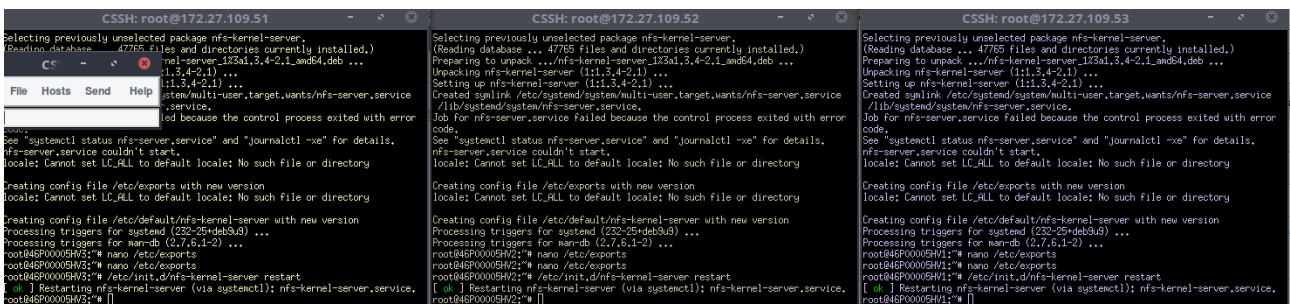
Afegir al directori `/etc/exports` la ruta del *backup*.

```
/backup  
10.3.0.0/24(rw,async,nohide,no_subtree_check,no_root_squash)
```



Guardar el fitxer i reiniciar el servei d’NFS.

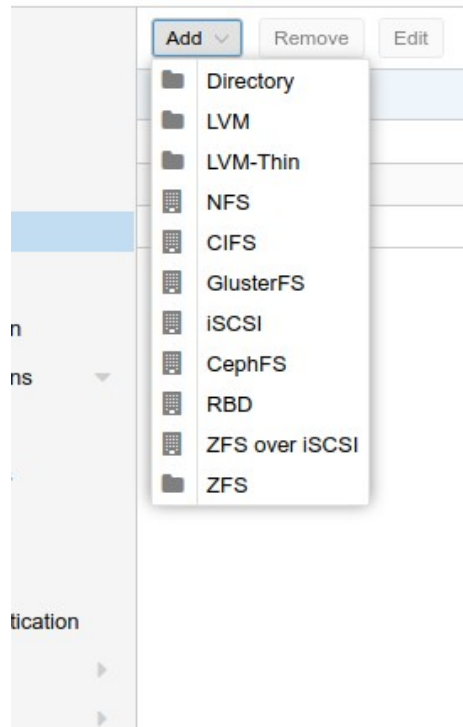
/etc/init.d/nfs-kernel-server restart



Ara es poden afegir al clúster els directoris *backup* de cada HV, aquesta opció és molt bona per a centres molt grans que no disposen d’NAS.

Per afegir els directoris cal anar a "Datacenter", "Storage".

Amb l’opció "Add" i assenyalar el tipus d’Storage "NFS".



Afegir el /backup HV1

Add: NFS ⊗

ID:	<input type="text" value="backup-HV1"/>	Nodes:	<input type="text" value="All (No restrictions)"/>
Server:	<input type="text" value="10.3.0.240"/>	Enable:	<input checked="" type="checkbox"/>
Export:	<input type="text" value="/backup"/>	Max Backups:	<input type="text" value="2"/>
Content:	<input type="text" value="VZDump backup file"/>		

? Help Add

Afegir el /backup HV2

Add: NFS ⊗

ID:	<input type="text" value="backup-HV2"/>	Nodes:	<input type="text" value="All (No restrictions)"/>
Server:	<input type="text" value="10.3.0.239"/>	Enable:	<input checked="" type="checkbox"/>
Export:	<input type="text" value="/backup"/>	Max Backups:	<input type="text" value="2"/>
Content:	<input type="text" value="VZDump backup file"/>		

? Help Add

Afegir el /backup HV3

Add: NFS

ID:	backup-HV3	Nodes:	All (No restrictions)
Server:	10.3.0.238	Enable:	<input checked="" type="checkbox"/>
Export:	/backup	Max Backups:	2
Content:	VZDump backup file		

[? Help](#) [Add](#)

En centres molts grans on les còpies poden tindre una mida molt considerable caldrà limitar el màxim de còpies per *Storage* a 1 i no a 2 (*Max Backups*).

The screenshot shows the Proxmox VE interface with the 'Storage' configuration table. The table lists various storage configurations for a Datacenter (46P00005CLU). The 'Storage' section is highlighted in the left sidebar. The table columns are ID, Type, Content, Path/Target, Shared, and Enabled.

ID	Type	Content	Path/Target	Shared	Enabled
backup	Directory	VZDump backup file, ISO Image	/backup	No	Yes
backup-HV1	NFS	VZDump backup file	/mnt/pve/backup-HV1	Yes	Yes
backup-HV2	NFS	VZDump backup file	/mnt/pve/backup-HV2	Yes	Yes
backup-HV3	NFS	VZDump backup file	/mnt/pve/backup-HV3	Yes	Yes
local	Directory	VZDump backup file, ISO Image, Container template	/var/lib/vz	No	Yes
local-lvm	LVM-Thin	Disk image, Container		No	Yes

D'aquesta manera tots els discos de còpies són accessibles per a tots els HV i en centres grans es pot programar *backup* amb diferents dates en diferents HV. La falta d'un NAS per a l'emmagatzemament compartit en aquests centres grans o per a fer *backup* es pot solucionar així, a més cal invertir més recursos econòmics.

Programació del *backup*. Una vegada les màquines de virtuals estan configurades a Proxmox es pot articular el *backup* de les mateixa de forma automàtica. En "Datacenter", "Backup" es pot gestionar.

SERVER VIEW

Datcenter (46P00005CLU)

- 46P00005HV1
 - 2254 (46P00005MAS)
 - backup (46P00005HV1)
 - backup-HV1 (46P00005HV1)
 - backup-HV2 (46P00005HV1)
 - backup-HV3 (46P00005HV1)
 - local (46P00005HV1)
 - local-lvm (46P00005HV1)
- 46P00005HV2
 - 2253 (46P00005CEN)
 - backup (46P00005HV2)
 - backup-HV1 (46P00005HV2)
 - backup-HV2 (46P00005HV2)
 - backup-HV3 (46P00005HV2)
 - local (46P00005HV2)
 - local-lvm (46P00005HV2)

Datcenter

- Search
- Summary
- Cluster
- Options
- Storage
- Backup**
- Replication
- Permissions
 - Users
 - Groups
 - Pools
 - Roles
- Authentication

Buttons: Add, Remove, Edit

Enabled	Node	Day of week

Amb botó "Add"

Create: Backup Job

Node: -- All --

Storage: backup

Day of week: Saturday

Start Time: 00:00

Selection mode: Include selected VMs

Send email to:

Email notification: Always

Compression: LZO (fast)

Mode: Snapshot

Enable:

<input type="checkbox"/>	ID ↑	Node	Status	Name	Type
<input type="checkbox"/>	2252	46P00005...	running	46P00005AU1	qemu
<input type="checkbox"/>	2253	46P00005...	running	46P00005CEN	qemu
<input type="checkbox"/>	2254	46P00005...	running	46P00005MAS	qemu

Buttons: Help, Create

Es pot seleccionar l'*Storage* també el dia de la setmana i l'hora.

Node: -- All --

Storage: backup

Day of week:

Start Time:

Selection mode:

Send email to:

Email: Always

Name ↑	Type	Avail	Capacity
backup	dir	1.68 TiB	1.79 TiB
backup-HV1	nfs	1.68 TiB	1.79 TiB
backup-HV2	nfs	1.68 TiB	1.79 TiB
backup-HV3	nfs	1.70 TiB	1.79 TiB
local	dir	87.22 GiB	93.99 GiB

ID ↑	Name	Status	Type
<input type="checkbox"/>	2252	46P00005...	qemu
<input type="checkbox"/>	2253	46P00005... running	qemu
<input type="checkbox"/>	2254	46P00005... running	qemu

A més a més, es pot seleccionar el mode, incloent les màquines seleccionades, excloent les màquines seleccionades o marcant-les totes.

Node: -- All --

Storage: backup

Day of week: Saturday

Start Time: 00:00

Selection mode: Include selected VMs

Send email to:

Email notification: Always

Compression: LZO (fast)

Mode: Snapshot

Enable:

ID ↑	Name	Status	Type
<input type="checkbox"/>	2252	46P00005AU1	qemu
<input type="checkbox"/>	2253	46P00005... running	qemu
<input type="checkbox"/>	2254	46P00005... running	qemu

També es poden enviar notifiacions amb un servidor de correu configurat i es pot triar la comprensió entre sense ella, ràpida LZO o bona GZIP i el mode del *backup* entre *Snapshot*, *suspensa* o *parada*.

Create: Backup Job
✕

Node:

Storage:

Day of week:

Start Time:

Selection mode:

Send email to:

Email notification:

Compression:

Mode:

Enable:

<input type="checkbox"/>	ID ↑	Node	Status	Name	Type
<input type="checkbox"/>	2252	46P00005...	running	46P00005AU1	qemu
<input type="checkbox"/>	2253	46P00005...	running	46P00005CEN	qemu
<input checked="" type="checkbox"/>	2254	46P00005...	running	46P00005MAS	qemu

Help
Create

Amb aquesta configuració es farà còpia del servidor Mestre els dissabtes a les 00:00.

<input type="button" value="Add"/> <input type="button" value="Remove"/> <input type="button" value="Edit"/>						
Enabled	Node	Day of week	Star...	Storage	Selection	
<input checked="" type="checkbox"/>	-- All --	Saturday	00:00	backup	2254	

L'edició dels *backup* de Proxmox es pot fer des de la consola web o amb un terminal editant el fitxer `/etc/pve/vzdump.cron`.


```

VNC Command Terminal - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://172.27.109.53:8006/?console=shell&novnc=1&vmid=0&vmname=&node=46P00005...
GNU nano 2.7.4 File: /etc/pve/vzdump.cron
# cluster wide vzdump cron schedule
# Automatically generated file - do not edit
PATH="/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin"
0 0 * * 6 root vzdump 2254 --quiet 1 --storage backup --mode snapshot --compress lz$
[ Read 6 lines ]
^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^_ Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line

```

Si a aquest fitxer en línia on es troba la configuració del *backup* se li afegeix el paràmetre `--remove 1` Proxmox esborrarà automàticament la còpia més vella que tinga per a no passar del límit del còpies màxim en l'*Storage*, que s'ha marcat com dos en l'afegir els directoris. Si es canvien a una farà només una còpia i esborrarà sempre que la nova còpia es faça correctament.

Per fer la programació del *backup* també es pot usar l'*script*:

```

#####
#####
# Creació de backup dissabte
#####
#####
pvesh create /cluster/backup --starttime "00:00" -mailnotification failure
-compress lzo -dow "sat" -enabled 1 -quiet 1 -storage "backup" -vmid
"2254" -remove 1 -mode snapshot

```

Tant per al model d'un HV com el dos HV o el de tres HV una vegada configurats els Clúster cal crear els usuaris que podran accedir al sistema a més de l'usuari *root*. Es pot fer amb l'*script*:

```

#####
#####
# Configuració d'usuaris
#####
#####
pveum groupadd sai -comment "Tècnics del SAI"

```

```

pveum groupadd tic -comment "Coordinador TIC del Centre"
pveum aclmod /nodes -group sai -role "Administrator"
pveum aclmod /vms -group tic -role "PVEVMUser"
pveum useradd sai@pve -group sai
pveum useradd tic@pve -group tic
pvesh set /access/password --password contrasenya --userid sai@pve
pvesh set /access/password --password contrasenya --userid tic@pve

```

Creació usuaris des de la consola web

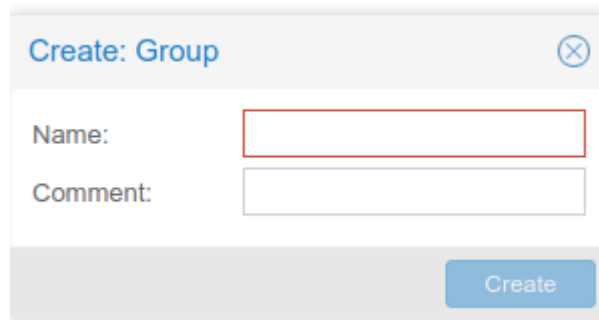
Des de "Datacenter", "Permissions".

User name ↑	Realm ↑	Enabled	Expire	Name	Comment
root	pam	Yes	never		

Es creen els grups des de "Group" i els usuaris des de "Users".

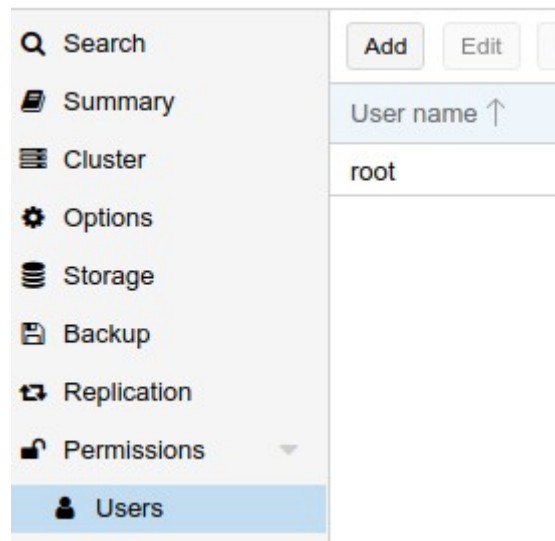
"Grups"

"Create"



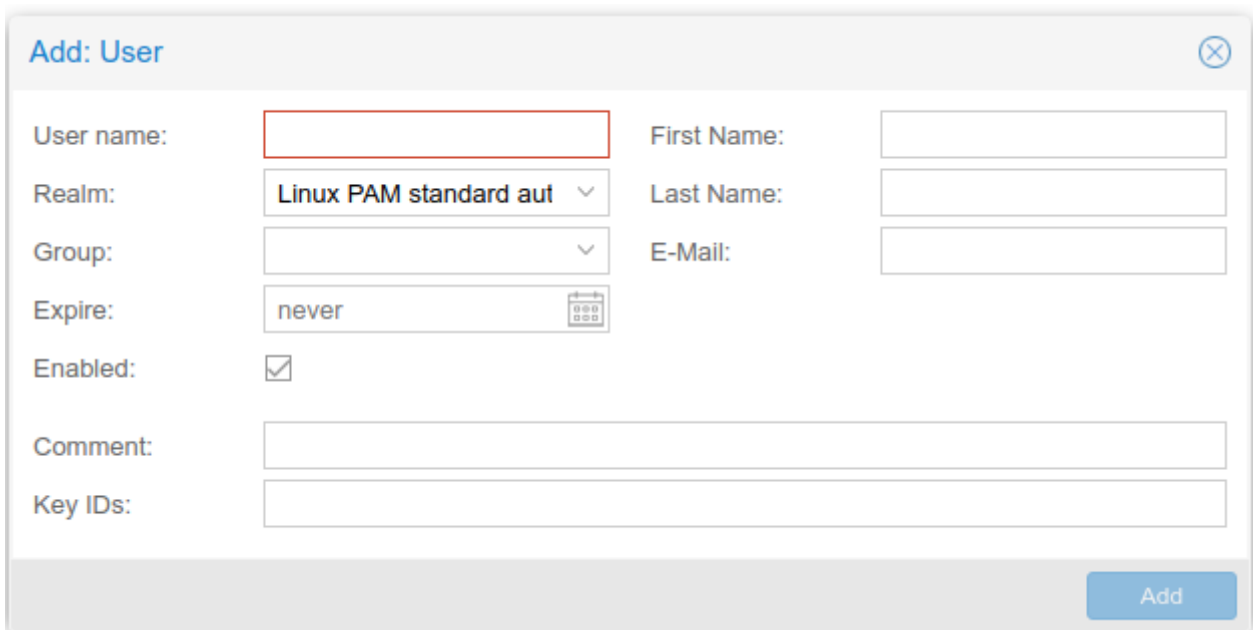
A dialog box titled "Create: Group" with a close button (X) in the top right corner. It contains two text input fields: "Name:" and "Comment:". Below the fields is a blue "Create" button.

"Usuaris"



A sidebar menu for user management. On the left, a list of options includes Search, Summary, Cluster, Options, Storage, Backup, Replication, Permissions, and Users (highlighted in blue). On the right, there are "Add", "Edit", and "F" buttons, a "User name ↑" dropdown menu, and a text input field containing "root".

"Add"



A dialog box titled "Add: User" with a close button (X) in the top right corner. It contains several fields: "User name:" (text input), "First Name:" (text input), "Realm:" (dropdown menu with "Linux PAM standard aut" selected), "Last Name:" (text input), "Group:" (dropdown menu), "E-Mail:" (text input), "Expire:" (text input with "never" and a calendar icon), "Enabled:" (checkbox checked), "Comment:" (text input), and "Key IDs:" (text input). A blue "Add" button is located at the bottom right.

Cal posar el nom i escollir un dels grups ja creats

Add: User

User name: First Name:

Realm: Last Name:

Group: E-Mail:

Expire: Comment:

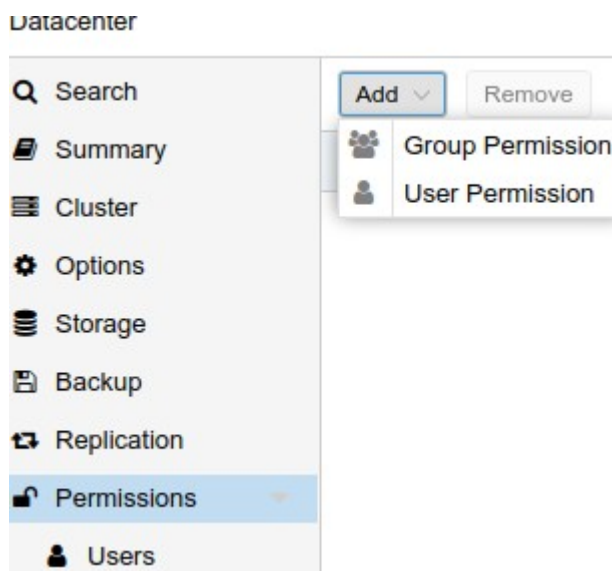
Enabled:

Comment:

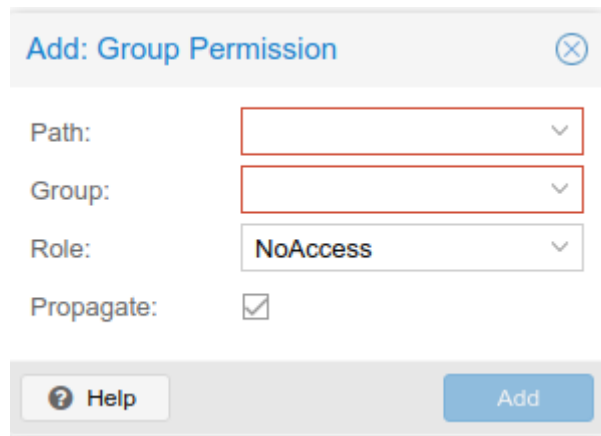
Key IDs:

Add

Per a finalitzar s'afegeixen els permisos al grup. En fer-ho per grups en afegir usuaris als grups ja tindran els permisos desitjats. Els canvis de permisos d'un grup es fan directament des de "Permissions".

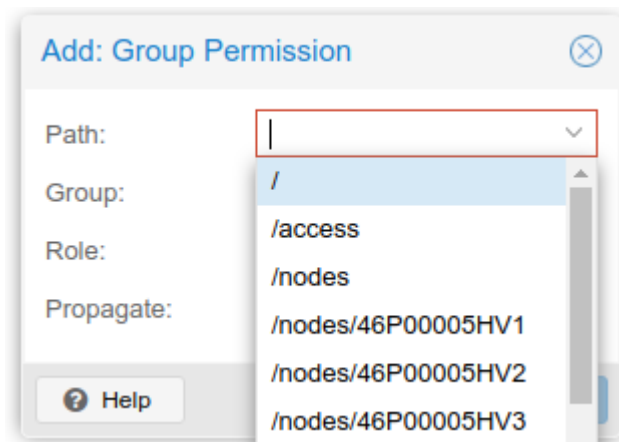


"Group Permissions"



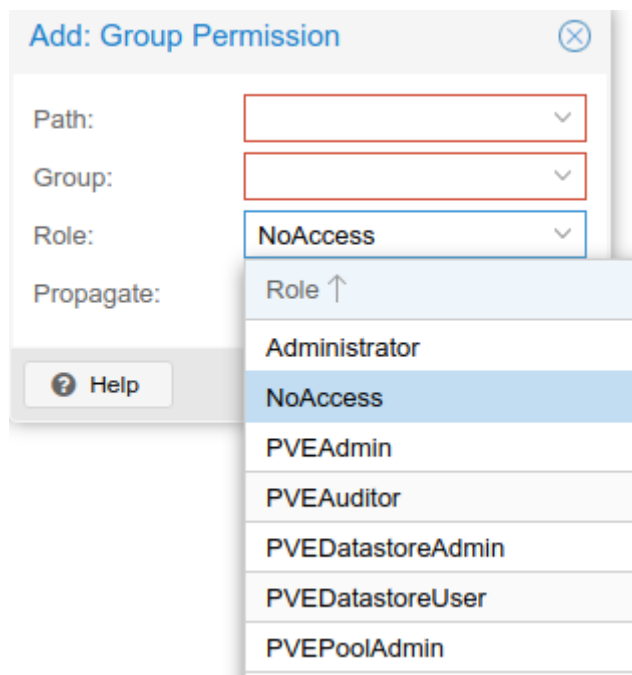
The screenshot shows a dialog box titled "Add: Group Permission". It contains four fields: "Path:" (empty), "Group:" (empty), "Role:" (set to "NoAccess"), and "Propagate:" (checked). At the bottom, there is a "Help" button and an "Add" button.

Cal ficar el "Path "i hi ha diversos



The screenshot shows the same dialog box, but the "Path:" dropdown menu is open, displaying a list of paths: "/", "/access", "/nodes", "/nodes/46P00005HV1", "/nodes/46P00005HV2", and "/nodes/46P00005HV3".

Per a usuaris administrador serà /nodes i per a usuari que només engegue i apague les màquines virtuals serà /vms. Es pot limitar l'accés a un node o a una màquina virtual concreta. Cal assignar al grup a què se li dóna els permisos i finalment el rol que se li dóna al grup. En aquest cas administrador o *PVEUser*



Restaurar les còpies de seguretat.

Per a restaurar un *backup* cal localitzar-ho a l'*Storage* on es troba

Summary		Restore	Remove	Templates	Upload	Show Configuration	Search:		
Content		Name	Format	Type	Size				
Permissions		VZDump backup file (1 Item)							
		vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	5.89 GiB				
Permissions		ISO image (1 Item)							
		llurex-servidor_64bits_16_20190318_k415.iso	iso	ISO image	3.99 GiB				

Es selecciona i hi ha diverses opcions

Summary		Restore	Remove	Templates	Upload	Show Configuration	Search:		
Content		Name	Format	Type	Size				
Permissions		VZDump backup file (1 Item)							
		vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	5.89 GiB				
Permissions		ISO image (1 Item)							
		llurex-servidor_64bits_16_20190318_k415.iso	iso	ISO image	3.99 GiB				

"Remove" per esborrar-la i "Restore" per recuperar la còpia. En fer click sobre "Restore"

Restore: VM
✕

Source: vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo

Storage: local-zfs ▼

VM ID: ↕

Read Limit (MiB/s): Defaults to target storage restore limit ↕

Restore

El menú de "Restore VM". Cal escollir l'*Storage* on es va a recuperar el *backup* com a màquina virtual i cal donar-li un ID que no estiga usat per una altra màquina virtual.

Restore: VM
✕

Source: vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo

Storage: local-zfs ▼

VM ID: 555 ↕

Read Limit (MiB/s): Defaults to target storage restore limit ↕

Restore

En polsar al botó blau "Restore", fa la restauració de la màquina.

Task viewer: VM 555 - Restore
✕

Output
Status

Stop

```
restore vma archive: lzop -d -c /var/lib/vz/dump/vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo | vma extract -v -r /var/tmp/vzdump/tmp3405.fifo - /var/tmp/vzdump/vzdump-qemu-2254-2019_04_08-21_02_16.vma.lzo
CFG: size: 589 name: qemu-server.conf
DEV: dev_id=1 size: 161061273600 devname: drive-virtio0
DEV: dev_id=2 size: 805306368000 devname: drive-virtio1
CTIME: Mon Apr 8 21:02:21 2019
new volume ID is 'local-zfs:vm-555-disk-0'
map 'drive-virtio0' to '/dev/zvol/rpool/data/vm-555-disk-0' (write zeros = 0)
new volume ID is 'local-zfs:vm-555-disk-1'
map 'drive-virtio1' to '/dev/zvol/rpool/data/vm-555-disk-1' (write zeros = 0)
```


Annex 3 – Creació de màquines virtuals

Per tal de crear les màquines virtuals hi ha dos *scripts* que bé en podrien ser un, però s'han dividit en dos perquè hi ha dos instal·lacions diferents, la instal·lació de Proxmox per a un Hipervisor o tres Hipervisor i la instal·lació de Proxmox per a dos Hipervisors. Aleshores, els *scripts* s'han dividit també i canvia el directori de Proxmox on estaran les màquines en un és local-lvm i l'altre local-zfs perquè el model de dos Hipervisors fa RAID 0 per programari. Quant al mateix *Script* cal comentar la creació de les màquines per al model de tres Hipervisors segons en el node que es llance l'*Script*. Per a tots els models cal editar [CODCENTRE] per el Codi de Centre correcte.

```
#####  
#####
```

```
# Configuració màquines virtuals en model amb 1 HV o 3 HV
```

```
#####  
#####
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2254 -memory 8192 -sockets 2  
-cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=9 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2  
virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup  
"order=1,up=240" -name "[CODCENTRE]MAS"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2254/config -virtio0 "local-  
lvm:150,cache=writeback"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2254/config -virtio1 "local-  
lvm:750,cache=writeback"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2253 -memory 8192 -sockets 2  
-cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=10 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2  
virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup  
"order=2,up=120" -name "[CODCENTRE]CEN"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2253/config -virtio0 "local-  
lvm:150,cache=writeback"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2252 -memory 8192 -sockets 2  
-cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=11 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2  
virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup  
"order=2,up=120" -name "[CODCENTRE]AU1"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2252/config -virtio0 "local-  
lvm:150,cache=writeback"
```

```
#####  
#####
```

```
# Configuració màquines virtuals per a 2 HV
```

```
#####  
#####
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2254 -memory 8192 -sockets 2  
-cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=9 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2  
virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup  
"order=1,up=240" -name "[CODCENTRE]MAS"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2254/config -virtio0 "local-zfs:150,cache=writeback"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2254/config -virtio1 "local-zfs:750,cache=writeback"
```

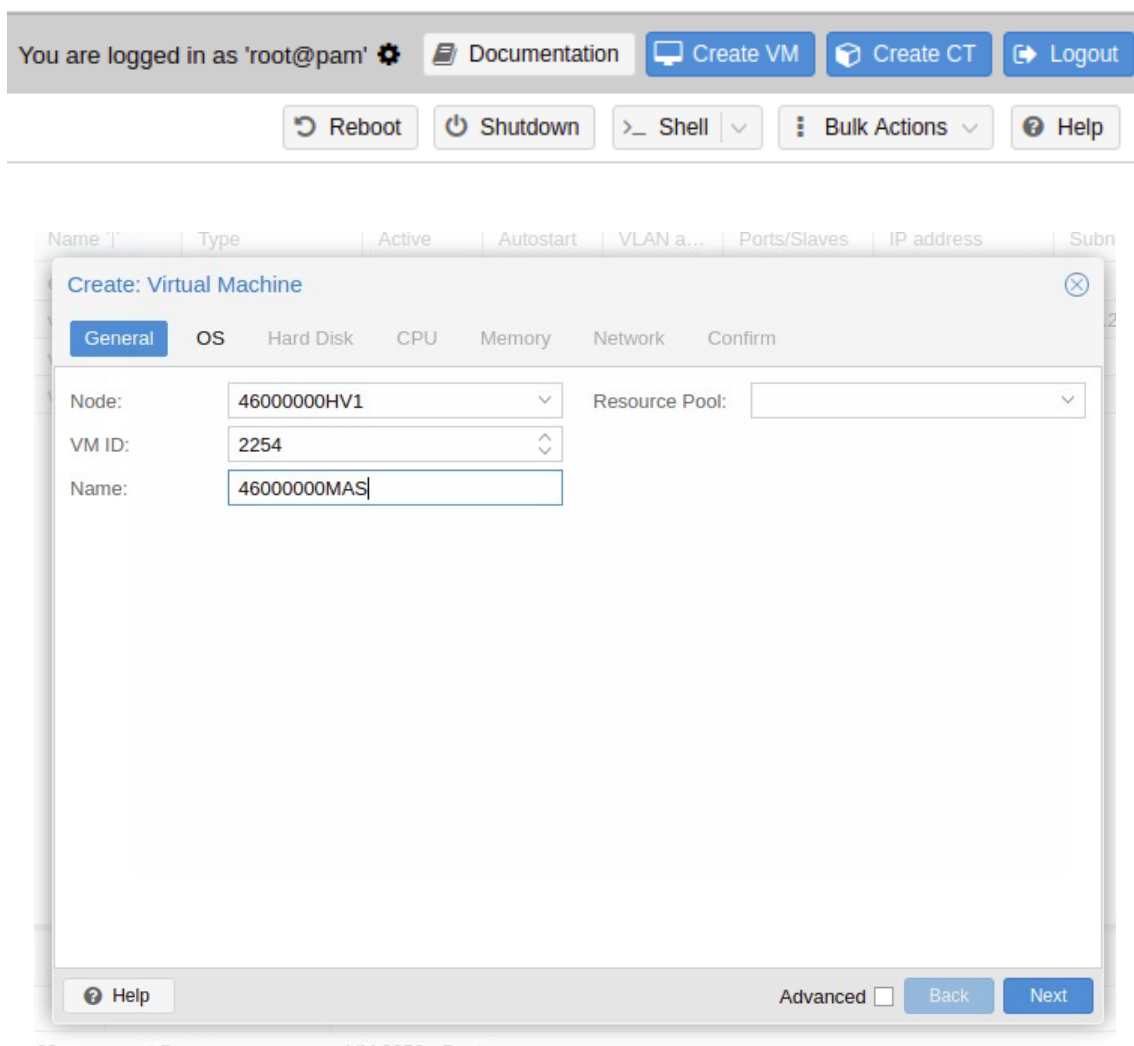
```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2253 -memory 8192 -sockets 2 -cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=10 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2 virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup "order=2,up=120" -name "[CODCENTRE]CEN"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2253/config -virtio0 "local-zfs:150,cache=writeback"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu --vmid 2252 -memory 8192 -sockets 2 -cores 2 -net0 virtio,bridge=vmbr1,tag=11 -net1 virtio,bridge=vmbr0 -net2 virtio,bridge=vmbr2 -ide2 none,media=cdrom -onboot 1 -startup "order=2,up=120" -name "[CODCENTRE]AU1"
```

```
pvesh create /nodes/localhost/qemu/2252/config -virtio0 "local-zfs:150,cache=writeback"
```

També es poden crear les màquines manualment des de la consola de Proxmox amb l'opció "Create VM"



Afegir un nom. Seleccionar el sistema operatiu, la capacitat del disc dur, la CPU, Memòria RAM, la targeta de xarxa i finalment confirmar la nova màquina.

Create: Virtual Machine ⊗

General **OS** Hard Disk CPU Memory Network Confirm

Use CD/DVD disc image file (iso)

Storage: ⌵

ISO image: ⌵

Guest OS:

Type: ⌵

Version: ⌵

Use physical CD/DVD Drive

Do not use any media

Advanced Back Next

Create: Virtual Machine ⊗

General OS **Hard Disk** CPU Memory Network Confirm

Bus/Device: ⌵ ⌵

Cache: ⌵

Storage: ⌵

Discard:

Disk size (GiB): ⌵

Format: ⌵

Help Advanced Back Next

Create: Virtual Machine ⊗

General OS Hard Disk **CPU** Memory Network Confirm

Sockets: ⬇ Type: ⬇

Cores: ⬇ Total cores: 4

? Help Advanced Back Next

Create: Virtual Machine ⊗

General OS Hard Disk CPU **Memory** Network Confirm

Memory (MiB): ⬇

? Help Advanced Back Next

Create: Virtual Machine ✕

General OS Hard Disk CPU Memory **Network** Confirm

No network device

Bridge: Model:

VLAN Tag: MAC address:

Firewall:

Help Advanced Back Next

Create: Virtual Machine ✕

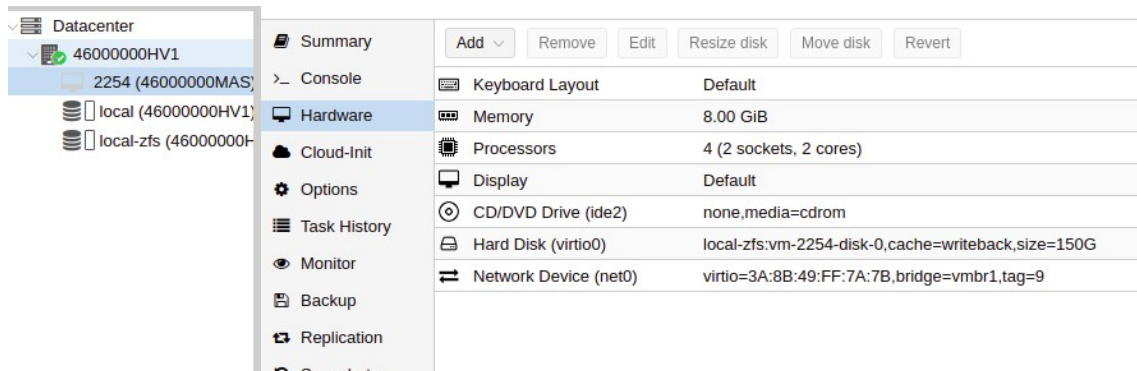
General OS Hard Disk CPU Memory Network **Confirm**

Key ↑	Value
cores	2
ide2	none,media=cdrom
memory	8192
name	46000000MAS
net0	virtio,bridge=vmbr1,tag=9
nodename	46000000HV1
numa	0
ostype	l26
scsihw	virtio-scsi-pci
sockets	2
virtio0	local-zfs:150,cache=writeback
vmid	2254

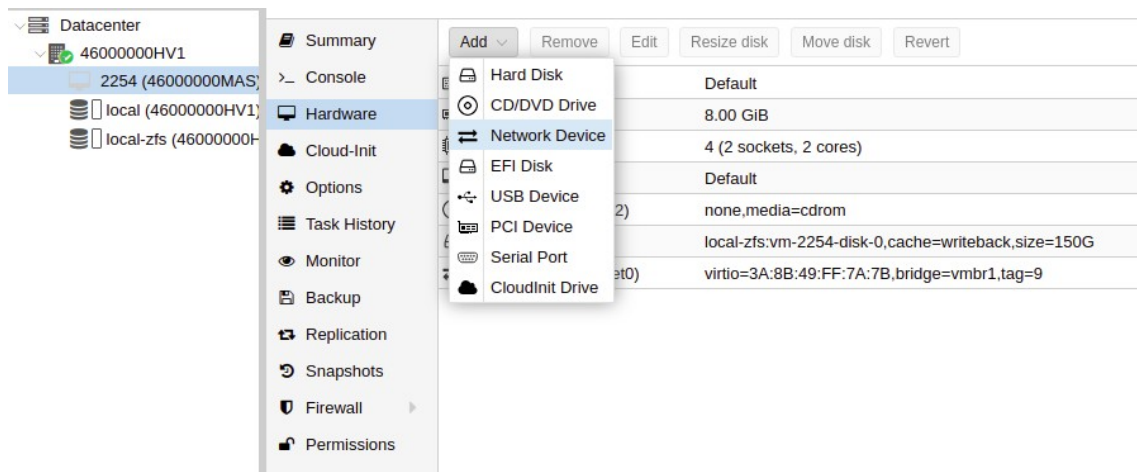
Start after created

Advanced Back Finish

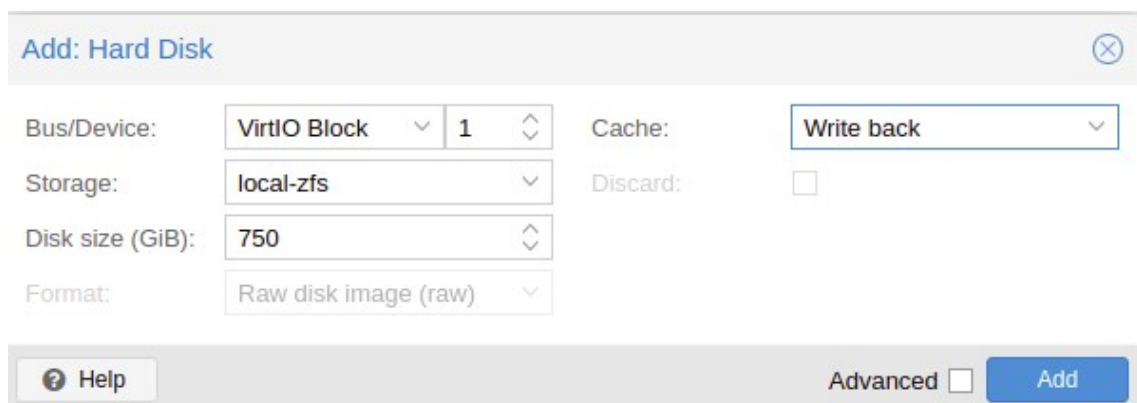
Una vegada creada la màquina en les seues opcions de "Hardware" cal afegir tot el maquinari que li falta. En el cas del servidor Mestre el segon disc que farà de /net i dos targetes més de xarxa. En el cas de la resta de màquines només les dos targetes virtuals addicionals.



Des de l'opció "Add" es pot afegir el maquinari necessari.



El disc dur



I les targetes de xarxa

Add: Network Device

Bridge: Model:

VLAN Tag: MAC address:

Firewall:

Help Advanced Add

Add: Network Device

Bridge: Model:

VLAN Tag: MAC address:

Firewall:

Help Advanced Add

Quedant la màquina preparada per instal·lar Lliurex com es detalla en l'Annex 1.

Summary Add Remove Edit Resize disk Move disk Revert

Keyboard Layout Default

Memory 8.00 GiB

Processors 4 (2 sockets, 2 cores)

Display Default

CD/DVD Drive (ide2) none,media=cdrom

Hard Disk (virtio0) local-zfs:vm-2254-disk-0,cache=writeback,size=150G

Hard Disk (virtio1) local-zfs:vm-2254-disk-1,cache=writeback,size=750G

Network Device (net0) virtio=3A:8B:49:FF:7A:7B,bridge=vibr1,tag=9

Network Device (net1) virtio=9A:5A:60:22:8F:74,bridge=vibr0

Network Device (net2) virtio=E2:92:13:9E:17:ED,bridge=vibr2

Per a fer la instal·lació des de Proxmox cal pujar l'ISO de Lliurex al directori local, que és directori `/var/lib/vz/` en aquest cas en el subdirectori `template/iso`. Es pot pujar des de la consola web amb l'opció "Upload" o copiar per `scp` en eixe directori.

Storage local on node 46000000HV1

Summary Restore Remove Templates Upload Show Configuration

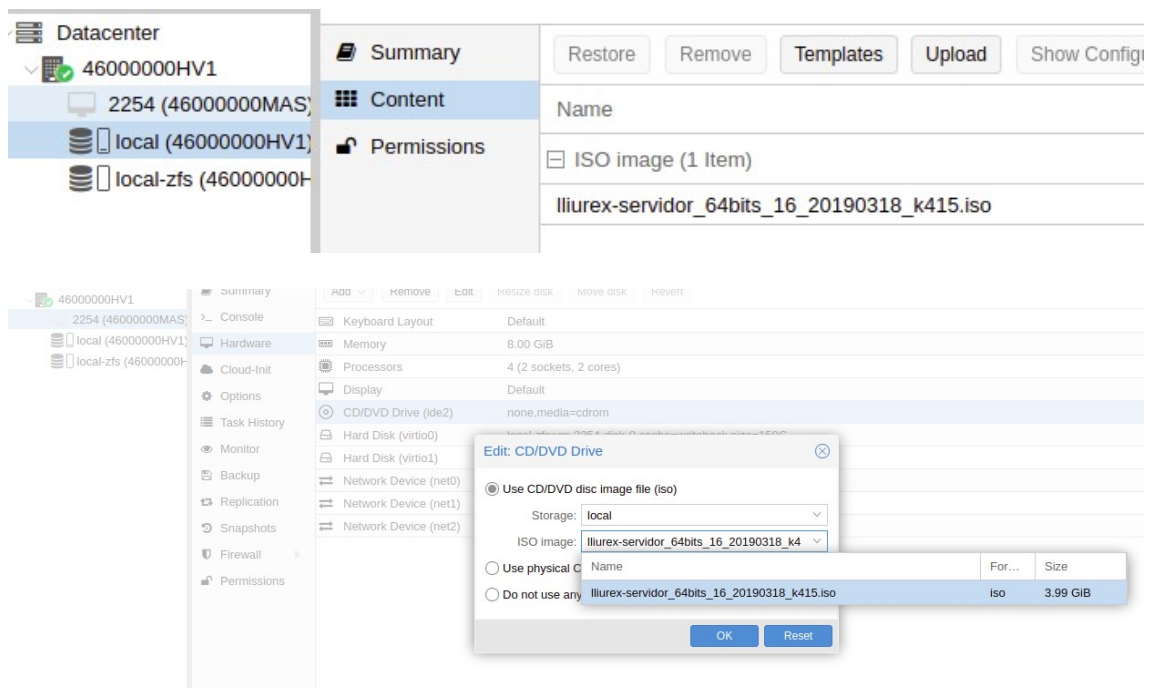
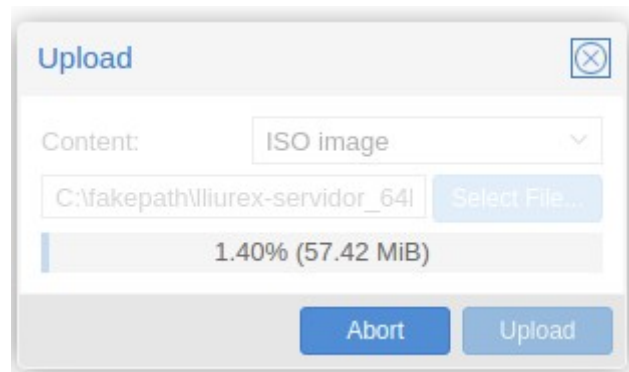
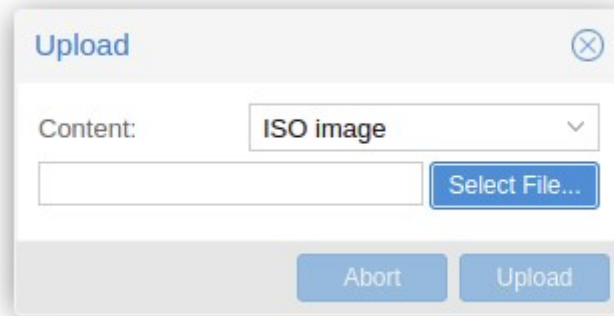
Content

Name

Permissions

`scp lliurex-server.iso root@IPHV:/var/lib/vz/template/iso/`

Una vegada pujada l'ISO, a cada màquina cal editar la seua opció del CD/DVD perquè siga la nova ISO.



En carregar l'ISO la instal·lació es fa seguint l'Annex 1.