

▪ **Gradu Amaierako Proiektua** ▪  
Konputagailuen Ingeniaritza

Alegiazko makinaren eta edukiontzien kudeaketa  
Proxmox VE bidez

---

Sergio Vega

2016- ekaina



# Laburpena

---

Egun birtualizazioaren erabilera izugarri zabaldu da informatikaren arloan. Arlo horretako puntu zehatz bat zerbitzarien birtualizazioa litzateke. Funtsean, zerbitzarien birtualizazioak ahalbideratzen du hainbat alegiazko zerbitzari izatea zerbitzari fisiko batean, baliabideen ustiapen hobea bideratuz. Horrez gain, beste abantaila batzuk aipatu nahian, ingurune desberdinak izateko aukera eskaintzen du (malgutasuna) beraien arteko independentzia mantenduz (segurtasuna). Abantailen zerrenda handitu egiten da birtualizaziorako zerbitzarien klusterrak sortzen direnean, eskalabilitatea eta hutsegiteen aurreko tolerantzia bezalako ezaugarriak hobetzen baitira.

Proiektu honetan zerbitzarien birtualizazioa landuko da bi birtualizazio mota aztertuz; alegiazko makinak (hardwarea ere emulatzen duena) eta edukiontziak (*containers*, sistema eragile mailan bideratzen dena).

Kasu praktikoa ere aztertuko da Proxmox VE plataforma oinarritzat hartuz. Proxmox VE kode irekiko proiektu bat da, zerbitzarien birtualizazioa bideratzeko eta berriki aipatutako bi birtualizazio motak batera eskaintzen dituen. Adibide moduan web zerbitzu baten inplementazioa bideratuko da zenbait Proxmox VE zerbitzari osatutako erabilgarritasun handiko kluster batez.

**Hitz gakoak:** Birtualizazioa, alegiazko makinak, edukiontziak, Proxmox VE.

# Gaien Aurkibidea

---

Laburpena.....	iii
Gaien Aurkibidea.....	iv
Irudi zerrenda .....	vi
Taulen zerrenda .....	vii
<b>1. Aurkezpena .....</b>	<b>1</b>
1.1. Sarrera.....	1
1.2. Birtualizazioa.....	2
1.3. Memoriaren edukia.....	3
1.4. Dokumentuaren idazkera.....	3
<b>2. Proiektuaren Helburuen Dokumentua .....</b>	<b>5</b>
2.1. Aurkezpena .....	5
2.2. Proiektuaren Helburua.....	6
2.3. Erabili beharreko baliabideak .....	6
2.3.1. Eskura dauden baliabideak.....	7
2.4. Atazak.....	8
2.5. Estimazioa eta egutegia .....	10
2.5.1. Estimazioa.....	10
2.5.2. Gantt diagrama.....	11
2.6. Irismena .....	12
2.7. Lan metodologia.....	12
2.8. Arriskuen analisisa .....	14
2.9. Jarraipena eta kontrola .....	14
<b>3. Proiektuan erabilitako teknologien analisisa .....</b>	<b>17</b>
3.1. Birtualizazioa.....	17
3.1.1. Birtualizazioaren historia laburra .....	18
3.1.2. Birtualizazio osoa .....	18
3.1.3. Edukiontziak ( <i>Containers</i> ).....	20

3.1.4. Parabirtualizazioa .....	21
3.1.5. Errendimenduen alderatzea .....	21
3.1.6. Birtualizazio teknologiaren aukera .....	26
3.1.7. Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko softwarea: Proxmox VE .....	26
3.1.8. Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko beste softwarea: Vsphere, Xen Server, Hyper-V .....	28
3.2. Biltegitratzea .....	29
3.2.1. Biltegitratze lokala .....	29
3.2.2. Sareko biltegitratzea .....	33
3.2.3. Erabiliko den biltegitratze aukera .....	39
<b>4. Produktuaren garapena.....</b>	<b>45</b>
4.1. Proxmox eskainitako ezaugarri / funtzionalitateak .....	45
4.2. Inplementatu den kasu praktikoaren ezaugarriak .....	50
4.2.1. Birtualizaziorako zerbitzariaren klusterra.....	50
4.2.2. Biltegitratzeko zerbitzariak.....	54
4.3. Kasu praktikoaren garapena.....	55
4.3.1. Birtualizaziorako zerbitzariaren klusterra.....	55
4.3.2. Biltegitratze zerbitzariak.....	71
<b>5. Proiektuaren ondorioak .....</b>	<b>79</b>
5.1. Proiektuaren ondorioak .....	79
5.2. Egilearen ondorio pertsonalak.....	80
<b>Bibliografia.....</b>	<b>82</b>
<b>A Eranskina: Errendimenduen alderaketa.....</b>	<b>84</b>
<b>B Eranskina: Atzipena.....</b>	<b>87</b>

## Irudi zerrenda

---

Irudia 1: LDE (Lana Deskonposaketa Egitura).....	8
Irudia 2: Gantt diagrama.....	11
Irudia 3: Hiperbisore motak.....	19
Irudia 4: PXZ benchmark-en emaitzak .....	22
Irudia 5: Linpack benchmark-en emaitzak .....	23
Irudia 6: STREAM benchmark-en emaitzak.....	23
Irudia 7: RandomAccess benchmark-en emaitzak .....	23
Irudia 8: Nuttcp tresnaren emaitzak .....	24
Irudia 9: Netperf benchmark-en emaitzak.....	24
Irudia 10: Fio proiektuaren emaitzak.....	25
Irudia 11: MySQL implementazioaren emaitzak .....	26
Irudia 12: Estandarizatutako RAID adibideak .....	32
Irudia 13: Habiaratutako RAID adibidea.....	32
Irudia 14: Maila estandarizatuta ez daukan RAID adibidea .....	32
Irudia 15: NAS biltegitratze zerbitzariaren adibidea.....	33
Irudia 16: NFS protokoloa .....	34
Irudia 17: FTP protokoloa .....	36
Irudia 18: NFS eta iSCSI protokoloen alderapena.....	36
Irudia 19: SAN biltegitratzearen adibidea .....	37
Irudia 20: Cloud storage adibidea.....	38
Irudia 21: pvecm status komandoaren emaitza .....	56
Irudia 22: pvecm nodes komandoaren emaitza.....	56
Irudia 23: Makina birtuala sortzeko botoia eta konfigurazio laguntzailea.....	60
Irudia 24: Kudeatzaile 1 baimen adibidea.....	62
Irudia 25: Kudeatzaile 2 baimen adibidea.....	64
Irudia 26: /etc/default/pve-ha-manager fitxategiaren edukia .....	65
Irudia 27: Quorum informazioa .....	66
Irudia 28: Txantiloia igo.....	67
Irudia 29: /etc/pve/storage.cfg fitxategiaren edukia.....	67
Irudia 30: Makina birtualaren aukerak.....	68
Irudia 31: Zuzeneko migrazioa egin .....	70
Irudia 32: Openfiler orri nagusia.....	71
Irudia 33: Openfiler "Volumes" atala.....	72
Irudia 34: Openfiler "Shares" atala .....	73
Irudia 35: Openfiler NFS baimen atala .....	73
Irudia 36: Openfiler "Volumes" ataleko "iSCSI targets" atala .....	75
Irudia 37: Openfiler iSCSI konfigurazioan Network ACL atala .....	75
Irudia 38: Edukiontzi eta makina bateko web zerbitzua.....	87

# Taulen zerrenda

---

Taula 1: Estimazio denborak .....	10
Taula 2: Estimazio alderaketa.....	15
Taula 3: NAS teknologiak .....	43
Taula 4: Web-zerbitzuaren errendimendu esperimentua .....	85





# 1

---

## Aurkezpena

Kapitulu honetan proiektuari sarrera bat emateko aurkezpen bat egin da. Hasieran sarrera bat azalduko da proiektu hau testuinguru batean kokatzeko. Ondoren proiektu hau gauzatzeko oinarritzkoa den birtualizazio kontzeptua gainetik azalduko da. Ondoren memoria antolatuta nola egongo den, bai edukiari begira baita idazketari begira azalduko da.

### 1.1. Sarrera

---

Gaur egun, zerbitzuak emateko erari erreferentzia egiten badiogu ziurrenik *cloud computing* (hodeia), *virtual machine* (alegiako makina) edo birtualizazioa bezalako kontzeptuak agertuko dira. Kontzeptu desberdinak dira eta komenigarria da bereiztea.

Alde batetik *cloud computing* kontzeptuari lotutako zerbitzuak normalean Internet esparruan kokatzen dira eta ezaugarri nagusien artean bere ubikuotasuna (ez daude zerbitzari zehatz bati lotuta) eta murriztapen eza baliabideak atzitzean (normalean kuota desberdinak ezartzen dira zerbitzuaren erabileraren terminoen arabera) dugu. Zerbitzua ematen den mailaren arabera, kontzeptu desberdinak aurkitu ditzakegu, oro har ondoko hiru nagusiak izanik: SaaS, PaaS eta IaaS. Lehenengoan, *Software-as-a-Service* (SaaS) mailan, zerbitzua zuzenean eskaintzen da erabiltzaileak zuzenean erabili ahal izateko. Honen adibidea dugu Googleko Gmail edo Google Docs zerbitzuak. *Plataform-as-a-Service* (PaaS), ordea, aplikazioak moduluka garatzeko tresnak eskaintzen dira. Kasu honetan dugu Heroku eta Google App Engine kasuak. Azkenik, *Infrastructure-as-a-Service* (IaaS) mailan prozesadorea eta biltegiatzea baliabideak eskaintzen dira alegiazko zerbitzarien instantziak edo unitateak erabiliz. Garatzailearen ardura da bertan instalatzea eta konfiguratzea Internet-en eskuragarri jarri nahi duen zerbitzua. Maila honetan aurkitu dezakegu Amazon Web Services, Microsoft Azure edo Apple vCloud plataformak.

Proiektu honetan, berriz, zerbitzarien birtualizazioa landuko da. Zerbitzarien birtualizazioan, zerbitzari fisiko batean (edo multzo batean) hainbat alegiazko zerbitzari kokatzen dira plataforma baten bidez (adibidez VMware vSphere, edo proiektu honetan erabiliko den Proxmox VE). Alegiazko zerbitzari hauek sarean eskuragarri daude beste edozein zerbitzari fisiko bezala ( funtzionalitate aldetik ez dira bereizten). Berriki azaldutako IaaS-rekin antzekotasun handia badago ere, desberdintasunak garrantzitsuak dira. Alegiazko zerbitzariak esleitzen zaizkien baliabideen mugak malguak izan daitezkeen arren (IaaS-en bezala),

alegiako zerbitzarien sorrera eta kudeaketa ez da erabiltzaileei eskaintzen zaion zerbitzu bat, eta sistemen administratzaileen eskutan egoten da. Ondorioz, zerbitzarien birtualizazioa erakundearen barruan dagoen erabiltzaileei zuzendutako zerbitzua izaten da.

Birtualizazioa eta IaaS bezalako kontzeptuak oso lotuta egoten dira, zerbitzarien birtualizazioa IaaS bezalako zerbitzuak osatzeko oinarri izaten baita. Are gehiago, birtualizazio plataforma askok beste produktu bat eskaintzen dute zerbitzu horiek *Cloud Computing*-era eskaintzeko. Adibide bezala dugu VMware (vSphere- vCloud) edo Citrix (XenServer- Cloud).

## 1.2. Birtualizazioa

---

Birtualizazioak abantaila interesgarriak eskaintzen ditu. Besteak beste, ingurune desberdinak emulatzeko aukera ematen du (softwarearen bertsioak desberdinak, sistema eragileak eta hardwarea) eta zerbitzuen antolaketa logikoa eta segurtasun handiagoarekin (zerbitzuak alegiazko zerbitzari independenteen artean banatu daitezke).

Zerbitzarien birtualizazioaren kasuan abantailak oraindik zabalagoak dira klusterrak osatuz gero, karga banatzeko aukera ematen baitu. Horren ondorioz, sistemaren eskalabilitatea eta errorearen aurrean erabilgarritasuna (*high availability*) handitu egiten da, sistema sendoagoak eraikiz.

Azpimarratzekoa da sistema hauen administratzaileek ere abantailak ere eskuragarri izango dituztela, normalean monitorizazio zentralizatua eskaintzen delako eta alegiazko makinak eta beraien baliabideak kudeatzeko interfaze bateratua eskaintzen delako, birtualizatutako sistemak oso bestelakoak izan arren. Horrez gain, sistemen segurtasun kopiak eta berreskuratzeko prozesuak sinpleagoak izaten dira.

Abantaila ugari baditu ere, birtualizazioa ezin da kasu guztietan erabili. Aldi berean martxan dauden alegiazko zerbitzariak partekatu egiten dituzte zerbitzari fisikoen baliabideak. Hortaz, zerbitzari fisikoaren baliabideak hobeto aprobetxatuta egongo badira ere, baliabideen erabilera maila zehatz bat gainditzen duenean, sistemaren errendimendua jaitsiko da nabarmen. Honen adibidea aurkituko da proiektu honen adibide praktikoan, aldi berean martxan izan daitezkeen alegiazko zerbitzariak proiektuan erabilitako makinaren RAM memoriaren tamainagatik mugatuta baitago.

Bestetik, aipatu beharra dago birtualizazioa oso esparru zabala dela, maila desberdinetan eta era desberdinetan bideratu baitaiteke. Aztertzen ari garen kasu honetan zerbitzarien birtualizazioa izango da helburua (sarean zerbitzari bat eskuragarri jartzea alegia). Hau da, proiektu honetan ez da aintzat hartzen aplikazioen birtualizazioa, ezta erabiltzaileen sistemak birtualizatzea (*App Virtualization* eta *Virtual Desktop Infrastructure*, hurrenez hurren).

Birtualizazio motari dagokionez, alegiazko makinak (hau da, hardwarea ere emulatzea), aurrerago azalduko den *3.1.2. Birtualizazio osoa* atalean, eta softwarezko edukiontzia (*containers*), aurrerago azalduko den *3.1.3. Edukiontzia (Containers)* atalean, aztertuko dira.

Alegiazko makinak dira gaur egun gehien erabilitako teknika. Hala ere, azken urteotan errendimendua izugarri hobetu bada ere (bai birtualizatzeko softwarean eta baita erabiltzen den hardwarean ere), alegiazko makinaren exekuzioa pisutsuegia izan daiteke, batez ere aldi berean instantzia ugari exekuzioan dituzten inguruneetan. Kasu hauetan edukiontzia erabiltzea alternatiba bihurtu da. Edukiontzietan birtualizazioa sistema eragile mailan egiten da; hau da, ia hardware berdina partekatzen dute (eta baita sistema eragilearen zati bat ere). Aukera honek isolamendu ezaugarria galtzen badu ere (huts egin batek edukiontzi guztietan eragina izan lezake), exekuzioa arinagoa da eta, beraz, errendimendua handia lortzen da.

### 1.3. Memoriaren edukia

---

Dokumentu honek ondorengo egitura jarraitzen du. 2. xxx atalean Proiektuaren Helburuen Dokumentua aurkezten da, proiektuaren helburuak, dagozkion atazak eta beraien planifikazioa zehaztuz. Hurrengo atalean, 3. xxx atalean, proiektuan erabilitako teknologia desberdinei buruzko kontzeptuak azaltzen dira. Helburua ez da azterketa sakon bat egitea, hurrengo atalean erabiliko diren kontzeptuak aurkeztea baizik. 4. atalean Proxmox VE plataforma azaltzen da eta adibide praktikoaren nondik norakoak azaltzen dira (Proxmox VE erabilgarritasun handiko kluster baten bidez web zerbitzu bat martxan jartzea). Azkenik, 5. atalean, proiektu honen ondorioak aurkezten dira.

### 1.4. Dokumentuaren idazkera

---

Dokumentu honen egitura hobeto ulertzeko erabilitako formatuan bereizketa hauek egin dira:

- Kurtsibaz idatzitako hitzak, beste hizkuntz batetik hartutako hitzak izango dira, *Copy-on-write* adibidez.
- Hitz baten goi-indize diren eta kortxeteen artean agertzen diren zenbakiak, dokumentu hau osatzeko lagungarri izan diren erreferentziak aipatzeko erabiliko dira, adibidez erreferentzia<sup>[1]</sup>. Goi-indizea erabilitako erreferentziara zuzentzen duen hiperesteka bat da.
- Kurtsibaz eta honako formatuarekin idatzita dagoena: zenbakia puntuarekin gutxienez aldi batez eta ondoren gutxienez hitz bat, dokumentuan idatzitako kapitulu bati barne erreferentzia bat egiteko balio du, eranskinak izan ezik horiek kurtsibaz bakarrik idatzita egongo dira. *1.1.Sarrera* adibidez dokumentuaren kapitulu baten erreferentzia eta *A Eranskina: Errendimenduaren alderaketa* eranskin baten erreferentzia. Aipamen hau erreferentziara zuzentzen duen hiperesteka bat da.
- Kurtsibaz eta kortxete artean agertzen den testua paragraforen batetan irudi edo taula bati aipatzeko erabiltzen da, esaterako [*Irudia 2*]. Aipamen hau irudi edo taulara zuzentzen duen hiperesteka bat da.

- Kakotxen artean eta kurtsibaz idatzitako hitzak, “*Next*” adibidez, zenbait esanahi daukate:
  - Izena emango dio sakatu edo atzitu beharreko botoi, esteka, zerbitzu, PATH, eta abarri.
  - Izena emango dio bete beharreko parametroari, hau da input bat betetzeko labelari.
  - Izena emango dio sistemak erakutsitako aukerei.
- Kakotxen artean idazten dena, sisteman sartu beharreko parametroak dira, “*Yes*” adibidez.
- Kortxete dagoen zenbakia eta baldin badaude letrak definitutako pauso bati erreferentzia egiten dio, [2.c.i] adibidez. Erreferentzia hau pausorantz zuzentzen duen hiperesteka bat da.

Azkeneko hiru puntu hauek aurreragoko landuko den *4.3.Kasu praktikoaren* garapena atalera bereziki zuzenduta daude.

Akronimoren bat agertzen den lehenengo aldian akronimo horrek erabiltzen dituen hitzen esanahia akronimoaren ondoren eta parentesien artean idatziko da, RPC (*Remote Procedure Call*) adibidez.

# 2

---

## Proiektuaren Helburuen Dokumentua

Kapitulu honetan garatu den proiektua azalpena emango da. Hasieran proiektuaren aurkezpen bat emango da, proiektuan gauzatu beharko diren helburuak eta hauek lortzeko erabili diren baliabideak azalduz. Behin helburuak definituta daudela helburu hau lortzeko definitu diren atazak, jarri den estimazio eta egutegia eta irismena azalduko dira. Ondoren helburua lortzeko proiektu honetan nola lan egin den azalduko da. Lan egiten den bitartean proiektua kolokan utzi ahalko duen identifikatutako arriskuak nola tratatuko diren azalduko dira. Bukatzeko estimatutako denbora eta errealitatean lan egindako denbora alderatuko dira.

### 2.1. Aurkezpena

---

Proiektu honetan zerbitzarien birtualizazioa sakondu nahian eta landu nahi dena hobeto ulertzeko kasu praktiko bat landuko da. Kasu praktiko honetan, probazko web zerbitzu bat eskaintzea birtualizaziorako plataforma baten bidez inplementatzea proposatzen da. Aurreko *1.2.Birtualizazioa* atalean aipatutako bi birtualizazio motak landu nahi direnez (alegiatzko makinak eta edukiontziak), Proxmox Virtual Environment erabiltzea proposatzen da.

Proxmox VE birtualizazioarako sistemak inplementatzeko aukera ematen du, aldi berean alegiazko makinak eta edukiontziak batera exekuzioan izatea ahalbideratuz. Kode irekiko proiektu bat da (ez da lizentzia berezirik behar) eta Debian-en oinarrituta dago (eta ondorioz Linux munduko ohiko tresna ugari erabili daitezke). Aurrekoaz gain, Proxmox VE zerbitzarien klusterrak osatzeko aukera eskaintzen du, sistemaren eskalabilitatea handituz.

Garatuko den sisteman erabilgarritasun handia ere inplementatzea bilatuko da. Horren ondorioz, Klusterra osatzen duten Proxmox zerbitzariak edukia (birtualizatutako instantziak) partekatzeko aukera izan behar dute, *4.2.1.5.Erabilgarritasun handiko zerbitzaria* atalean azaltzen den bezala. Proiektuaren baitan zeregin horretarako eskuragarri dauden aukerak aztertuko dira ondorengo *3.2.Biltegitratzea* atalean.

## 2.2. Proiektuaren Helburua

---

Aurreko 2.1. *Aurkezpena* ataleko kasu praktikoarekin jarraitu nahian, proiektu honen helburua, birtualizazioa (zehaztearren zerbitzarien birtualizazioa) sakontzeko, web zerbitzu bat eskaintzeko gai den erabilgarritasun handiko Proxmox zerbitzariez osatutako kluster bat inplementatuko eta kudeatuko da. Web zerbitzu hau edukiontzi eta makina birtualetan inplmentatuko da.

Proiektuaren helburu nagusia lortzeko, garatzaileak zenbait azterketa egin behar dituela aurreikusteen du. Egin beharreko azterketen artean hauek azpimarratu nahi dira:

- Birtualizazioari buruzko ezagutzak sakondu, birtualizazioa izango baita proiektuaren oinarria. Ezagutza horien artean ondorengoak nabarmendu nahi dira.
  - Birtualizazioa zer den jakitea.
  - Birtualizazioaren abantailak identifikatzea.
  - Birtualizazio mota desberdinak identifikatzea.
  - Birtualizazioa garatzeko merkatuan dagoen software desberdina identifikatzea.
- Biltegitzeari mota desberdinen buruzko ezagutzak sakondu eta hauek garatzeko merkatuan dagoen software desberdinak identifikatu.
- Erabilgarritasun handia zer den identifikatu, eta hau lortzeko jarraitu beharreko urratsak identifikatu.

## 2.3. Erabili beharreko baliabideak

---

Puntu honetan, web zerbitzu bat Proxmox VE zerbitzariz osatutako erabilgarritasun handiko kluster batez inplementatzeko beharko diren baliabideak azalduko dira. Horretarako hasierako galdera bat planteatu beharko da, zer behar da kasu praktikoa martxan jartzeko? Hau erantzuteko kasu praktikoa nola inplementatu beharko den ideia garatzen joan beharko da.

Proxmox VE inplementatzen duen erabilgarritasun handiko kluster bat beharko da. Erabilgarritasun handiko klusterra inplementatzeko **Proxmox VE softwarea** eskuratu beharko da, eta une onetan atzigarri dagoen Proxmox VE 4.1 bertsioa eskuratu da. Erabilgarritasun handiko zerbitzari bat bertsio honen bidez sortu nahi bada, bertsio hau erabiltzen duten **hiru Proxmox zerbitzari**, aurrerago 3.1.7. *Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko softwarea: Proxmox VE* atalean ikusiko diren ezaugarriekin, eta aurrerago 4.2.1.5. *Erabilgarritasun handiko zerbitzaria* atalean ikusiko den, **biltegitatze partekatu zerbitzari** bat, beharko dira.

Hemen badago baliabide murriztapenak; batetik ezin izan delako Proxmox VE inplementatzen duten, ezta biltegitatze partekatua inplementatzen duen zerbitzari fisikorik eskuratu. Egoera honi soluzio bat emateko Proxmox eta biltegitatze partekatua inplementatzen duten zerbitzariak birtualizatu egin dira. Birtualizazioaren ondorioz **biltegitatze partekatua birtuala** inplementatzen duen euskarri bat eskuratu da, aurreragoko 3.2.3.2. *Biltegitatze teknologia* atalean azaltzen da zein izan den. Guzti hau birtualizatzeko software eta makina fisiko bat erabili da, hain zuzen eskura dauden **VMware Workstation** softwarea eta aurreragoko 2.3.1.1. *Makina fisikoa* atalean azaltzen diren ezaugarriak dauzkan **makina fisikoa**.

Proiektuaren funtzionalitate grafikoak gauzatzen lagundu duen eta eskura dagoen **Firefox** web nabigatzailea ere erabili da.

### 2.3.1. Eskura dauden baliabideak

Eskura dauden baliabideen ezaugarriak definituko dira atal honetan.

#### 2.3.1.1. Makina fisikoa

Makina fisikoa proiektu osoa inplementatzeko erabiliko da. Makina fisikoari esker erabiliko den softwarea exekutatu ahal izango da eta simulatutako sistemak beharko dituen baliabideak bereganatu ahal izango ditu.

Hauek dira makina fisikoa daukan ezaugarriak aipagarrienak:

- Prozesadoreari dagokionez hauek dira aipa ditzakegun ezaugarriak nagusienak:
  - 2.2 GHz-ko maiztasuna.
  - 4 CPU independente (*Core*) dauzka.
  - 8 hariko (*thread*) prozesadorea.
- 8 GB-ko RAM memoria.
- 75 GB erabilgarri daukan SATA disko gogorra.
- 10/100BASE-T Ethernet LAN kontrolagailua eta Cisco AnyConnect Secure Mobility Client Virtual Miniport Adapter for Windows x64 softwarea daukan sare txartela.
- Windows 8.1 motako sistema eragilea erabiltzen du, horren ondorioz lehen aipatutako RAM-ak daukan 8 GB-tik 6 GB bakarrik erabilgarri geldituko dira, sistema eragileak 2 GB kontsumitzen baitdu.

#### 2.3.1.2. VMware Workstation softwarea

Software honi esker, lehen azaldu den, Proxmox inplementatzen duen zerbitzariz osatutako kluster birtual bat eta NAS biltegitatze zerbitzari birtual bat sortu eta simulatu ahal izango dira. Proiektu honen garapenean VMware Workstation softwarearen 10.0 bertsioa erabiliko da.

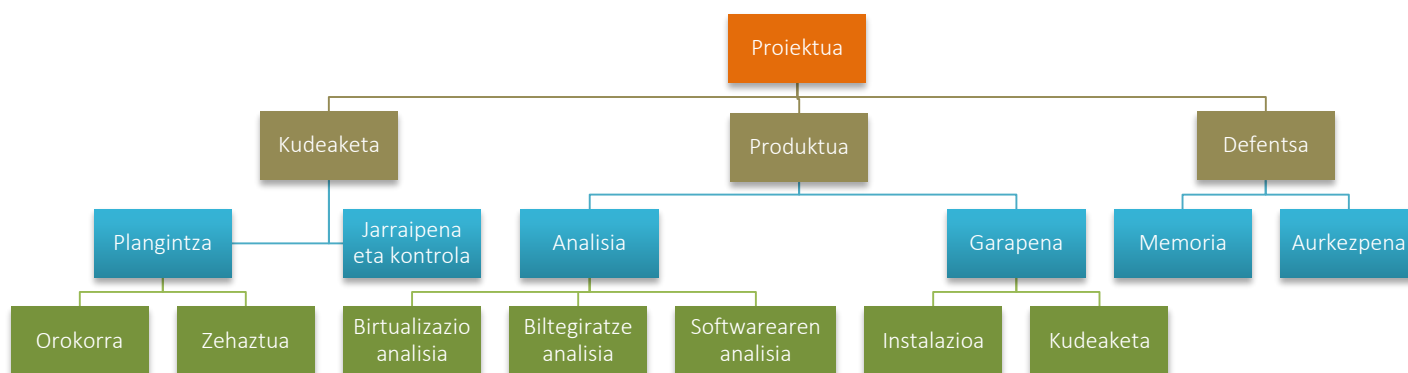
### 2.3.1.3. Firefox nabigatzailea

Nabigatzailea NAS eta klusterra grafikoki kudeatzen ahalbidetuko duen interfazea izan da. Gainera web zerbitzuak atzitzeko erabili den tresna izan da. Firefox nabigatzailearen 46.0.1 bertsioa erabili da.

## 2.4. Atazak

---

Proiektua, [Irudia 1] irudian ikusten den bezala, lan pakete desberdinetan deskonposatuko da.



*Irudia 1: LDE (Lana Deskonposaketa Egitura)*

Hauek dira LDE-tik (Lanaren Deskonposaketa Egituratik) abiatuz proiektua arrakastaz burutzeko garatu beharreko azpi-atazen zerrenda:

#### A1. Kudeaketa

A1.1. Plangintza: Proiektuaren helburuak betetzeko jarriko den lan metodologia.

A1.1.1. Plangintza orokorra: Proiektua nondik hasi beharko den abiapuntua.

A1.1.2. Plangintza zehaztua: Proiektuan erabilitako lan metodologiaren zehaztasunen definizioa. Plangintza orokorra oinarritzat hartuz beteko da dokumentu hau.

A1.2. Jarraipena eta kontrola: Plangintza oinarritzat hartuz, proiektuaren egoera kontrolatzeko. Proiektua arrakastatsua izan bada, garatutako egoeren eta plangintzan ezarritako egoeren arteko konparaketa egiteko balioko du.

#### A2. Produktua

A2.1. Analisia: Produktua aurrera eramateko kontzeptu desberdinen azterketa.

A2.1.1. Birtualizazio analisia: Proiektu honetan oinarria den birtualizazio teknologiaren azterketa.



A2.1.1.1. Birtualizazio implementazioen azterketa: Birtualizazio mota desberdinen analisia.

A2.1.1.1. Birtualizazio implementazioen aukeraketa: Birtualizazio mota desberdinen analisia egin ondoren hauek implementatzeko aukera desberdinen hautaketa egitea.

A2.1.2. Biltegiatze analisia: Biltegiatze sistema desberdinen ezaugarri eta teknologien azterketa.

A2.1.2.1. Biltegiatze moten azterketa: Biltegiatze aukera desberdinen analisia.

A2.1.2.1. Biltegiatze motaren aukeraketa: Biltegiatze aukera desberdinen azterketa egin ondoren aukera desberdinen hautaketa egitea.

A2.1.3. Softwarearen analisia: Proiektuaren helburua aurrera eramateko beharrezkoa den softwarearen azterketa eta hautapena.

A2.1.3.1. Klusterra implementatzeko softwarearen funtzionalitateen aukeraketa: Hautatutako softwareak eskaintzen dituen funtzionalitateen artean zeintzuk implementatu beharko diren proiektuan hautatu.

A2.1.3.1. Biltegiatzea implementatzeko softwarearen funtzionalitateen aukeraketa: Hautatutako softwareak eskaintzen dituen funtzionalitateen artean zeintzuk implementatu beharko diren proiektuan hautatu.

## A2.2. Garapena

A2.2.1. Sistemaren instalazioa: Proiektuan implementatu nahi den sistema osoaren sorkuntza.

A2.2.2. Sistemaren kudeaketa: Erabiltzeko sortutako sistemaren prestaketa, dagozkion funtzionalitateekin.

A2.2.2.1. Birtualizazio klusterraren kudeaketa: Birtualizazio klusterrean implementatu nahi diren funtzionalitateak erabilgarri uztea.

A2.2.2.2. Biltegiatze zerbitzariaren kudeaketa: Biltegiatze zerbitzarian implementatu nahi diren funtzionalitateak erabilgarri uztea.

## A3. Defentsa

A3.1. Memoria: Proiektuan garatuko den produktuaren dokumentazioa.

A3.2. Aurkezpena: Proiektuan garatuko denaren laburpenaren azalpena.

## 2.5. Estimazioa eta egutegia

---

Atal honetan proiektua aurrera eramateko gutxienez esleitutako orduak zein atazetan inbertituko diren azalduko da. Bestetik ataza horiek denbora erreal batetan noiz garatuko diren azalduko duen Gantt diagrama [Irudia 2] irudian aurkeztuko da.

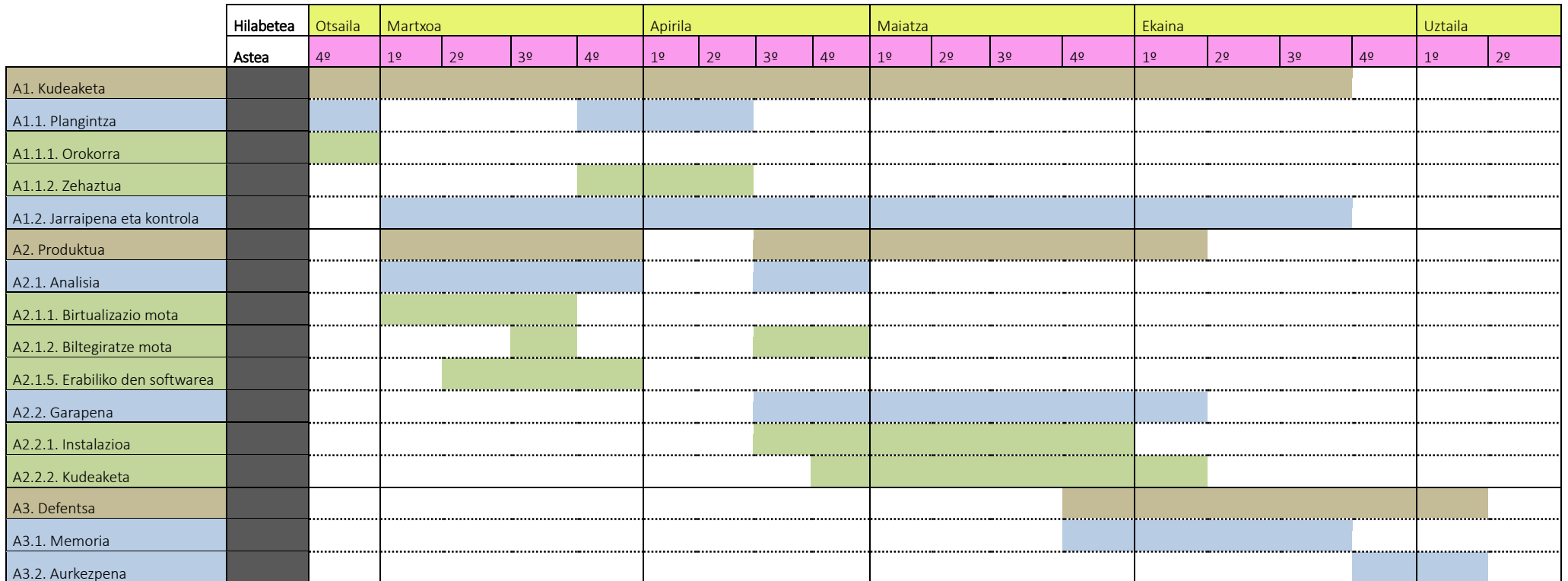
### 2.5.1. Estimazioa

Proiektuaren LDE-an 2.4.Atazak aurkeztutako atazak burutzeko denboraren estimazioa azaltzen da ondorengo taulan [Taula 1].

Lan paketea	Dedikazioaren estimazioa (ordutan)
A1. Kudeaketa	25
A1.1. Plangintza	15
A1.1.1. Orokorra	3
A1.1.2. Zehaztua	12
A1.2. Jarraipena eta kontrola	10
A2. Produktua	190
A2.1. Analisia	90
A2.1.1. Birtualizazio analisia	30
A2.1.2. Biltegiatze analisia	25
A2.1.5. Softwarearen analisia	35
A2.2. Garapena	100
A2.2.1. Instalazioa	25
A2.2.2. Kudeaketa	75
A3. Defentsa	95
A3.1. Memoria	85
A3.2. Aurkezpena	10
<b>Proiektua guztira</b>	<b>310</b>

Taula 1: Estimazio denborak

## 2.5.2. Gantt diagrama



*Irudia 2: Gantt diagrama*

## 2.6. Irismena

---

Proiektuan ezartzen diren helburu guztiak arrakastaz betetzea lortu nahi badira, hauek arrakastaz bukatzeko helmuga batzuk definitu beharko dira. Atal honetan helmuga horiek definituko dira.

Proiektuaren helburu nagusia, aurreko atalean *2.2. Proiektuaren Helburua* azaltzen den bezala, web zerbitzu bat eskaintzeko gai den erabilgarritasun handiko Proxmox zerbitzariez osatutako kluster bat inplementatuko eta kudeatuko da.

Klusterre osatzen duten zerbitzarien inplementazioa zerotik egingo denez, hauek garatzerako osagaien aukera ugari daudela ikusiko da. Produktua garatzeko aukera desberdin horiek aztertuko dira aurreragoko *3. Proiektuan erabilitako teknologien analisia* atalean, eta bertan bazterketak egingo dira. Aukera desberdinen hautaketak egiterako orduan hiru gauza kontuan hartuko dira; batetik garrantzitsuena, oinarriko helburua betetzeko gai den aukera izatea; bestetik, interesgarri eta produktuan inplementatu daitezkeen funtzionalitate desberdinak daukan aukera izatea; eta azkenik, software librea erabiltzen duen tresna izatea. Noski garatzaileak inplementazio hori garatzeko tresnarik bere esku baldin badauka, tresna hori erabiliko du aurretik azaldu diren lehengo bi ezaugarriak kontuan hartuta. Osagai guztien aukeraketa hori aurreko *2.3. Erabili beharreko baliabideak* atalean azalduta dago.

Behin helburu nagusia garatzeko aukerak hautatuta daudela, eskaintzen duten funtzionalitateak sakonago aztertuko dira. Estimazio atalean, *2.5.1. Estimazioa*, proiektu honen produktua garatzeko esleitutako denborak kontuan hartuta eta funtzionalitateak garatzeko behar den denbora aurreikusita, bi ezaugarri hauetara egokitzen diren funtzionalitateak garatuko dira.

Proiektuaren muga denbora denez, proiektuan garatzeko planifikatuta dauden funtzionalitateak garatu direnean, denbora muga horretara heltzen ez badira, aztertu eta garatu ez diren funtzionalitate berriak proiektuan garatuko dira, kontuan hartuta hauek garatzeko eta dokumentatzeko beharko den denbora. Hauek garatu badira jarraipen eta kontrola egiten den *2.9. Jarraipena eta kontrola* atalean, aurkeztuko dira.

## 2.7. Lan metodologia

---

Proiektua gauzatzeko jarraian azaltzen den metodologia erabiliko da. Metodologia honek fase desberdinak dauka.

Hasieran, ezer garatu aurretik, plangintza orokor bat prestatu zen, lana egiten hasteko plangintza zena. Plangintza horrek bi helburu nagusi zituen, batetik lana egiten hasteko oinarri bat izatea, eta bestetik, proiektua antolatzeko lehenengo pausuak izatea.

Ondoren informazioa bildu da iturri desberdinetatik. Bildutako informazioa alderatu eta aintzakotzat hartu diren iturri fidagarriekin egiaztatu da, ondoren jaso den informazioaren aukeraketak eta bazterketak egiteko.

Behin eskuratutako datuak ezagututa, analisi txiki eta plangintza bat burutu da. Plangintzan proiektuarekin lortu nahi diren helburuak eta hauek lortzea nola espero den zehaztu da. Analisisian proiektuan garatu nahi diren helburuak lortzeko hainbat bide suertatu dira. Bide hauen azterketa egin da, eta proiektuaren helburua lortzea ahalbidetzen duen biderik lorgarriena aukeratu da, noski, bide hau garatzeko beharrezkoa den denboraren estimazioa kontuan hartuz, hain zuzen, proiektuaren 300 orduak asebetetzeko.

Ondoren, plangintza bukatuta dagoela, analisi sakon bat egingo da. Analisi sakon honen oinarria aurreko fasean garatutako analisi txikia izango da. Analisi txiki horretatik abiatuta proiektuan garatuko diren inplementazioen azterketa egingo da. Azterketa honetan inplementazio desberdinetan egindako aukerak aurkeztuko dira, aukeraren hauen zergatia azalduz. Noski, aukera hori plangintzan definitutako denbora estimaziotik hurbil egingo da.

Analisia eginda dagoela produktua garatzera pasako da. Produktua garatzerakoan, produktuaren garapenean lagunduko duen informazioa berria eskuratzeko espero da. Arazorik balego produktuaren garapenean eta konponbidea emateko aukerarik aurkitu ez bada, hau dokumentatu egingo da esanez zein izan den edukitako arazoa eta emandako konponbideak. Konponbide horiek lortzeko hurrengo *2.8. Arriskuen analisia* atalean agertzen diren gidalerroak erabiliko dira. Analisi desberdinak egin ondoren eta proiektua garatzeko uste den aukerarik egokiena hautatu ondoren proba errore heuristikoa oinarrituko da proiektu honen inplementazioa.

Proiektua garatu den egunetan kalkulu orri batetan garatutakoa zehaztuko da. Hiru atal izango ditu; lehena, garatu den proiektuaren zatia noiz garatu den, hau da, data; bigarrena, garapen hori aurrera eramateko sartutako ordu kopurua; eta azkenik, zein izan den garatutako zatia.

Aipatzekoa da ere proiektuaren segurtasun kopiak egingo direla, batetik, hodeian eginiko kopiak Dropbox plataforman, eta bestetik, kopia lokalak disko gogor batetan. Segurtasun kopia hauek bi astero egitea espero da, baina garrantzizkoa den atal bat garatu bada, segurtasun kopia atal hori garatutako egunean egingo da.

Garapenean arazorik aurkitu ez badira, hau bukatzerakoan memoria idazteari ekingo zaio. Memoria idatzita dagoelarik, hobekuntzak egiteko denbora baldin badago 300 ordu horiek asebetetzeko, hobekuntzak egiten saiatuko dira. Garapenean arazorik balego eta memoria idazteko denbora justu dagoela estimatzen bada, garapena bertan behera uztearen zergatia eta ematen saiatu diren konponbideak azalduko dira.

Azkenik, memoriaren errebasoari ekingo zaio, eta proiektuaren defentsarako materiala prestatuko da.

## 2.8. Arriskuen analisia

---

Proiektu honetan hauek dira aurreikusteen diren arriskua nagusienak:

- Datuen galera
  - Probabilitate txikia.
  - Arrisku hau ekiditeko kopiak biltegitratuko dituzten tresna desberdinak erabiliko dira; bata lokalean zenbait kopia edukitzea (ordenagailuan, disko gogorrean edo USB batetan) eta bestetik biltegitratzeko *cloud storage* plataforma bakarra erabiliko da: Dropbox.
- Produktua aurrera eramateko tresnak ez funtzionatzea (eskura dauden baliabideekin arazoak daudelako, oraindik *bug*-ak edo programazio erroreak daukaten teknologiak direlako, etab.).
  - Probabilitatea ertaina/handia. Aztertuko diren teknologiak berriak izanik akatsen bat edukitzeko probabilitatea ertaina edo handia izango aurreikusteen da.
  - Hau ekiditeko arazoak ematen dituen tresna aztertuko da:
    - Arazoa hardwarean badago, beste makinaren bat erabiltzeko aukerarik dagoen aztertuko da.
    - Arazoa softwarean badago ordea, egindako analisiari erreparatuta beste software bat aukeratuko da, edukitako arazoak memorian aurkeztuz.
    - Arazoa analisiaren ondoren aukeratutako inplementazio (Birtualizazioa, biltegitratzea, etab.) motetan badago, analisiari erreparatu eta inplementazio sinpleago bat aukeratuko da, edukitako arazoak aurkeztuz.

## 2.9. Jarraipena eta kontrola

---

Atal honetan dedikatutako denbora erreala eta aurreko 2.5.1. *Estimazioa* atalean egindako [Taula 1] taularen estimazioen arteko aldarapenak [Taula 2] taulan egingo dira. Aldarapenetan desbideraketarik egongo balu ondoren honen zergatia azalduko da.

Lan paketea	Dedikazioaren estimazioa (ordutan)	Dedikatutakoa (ordutan)
A1. Kudeaketa	25	29
A1.1. Plangintza	15	18
A1.1.1. Orokorra	3	4
A1.1.2. Zehaztua	12	14
A1.2. Jarraipena eta kontrola	10	11
A2. Produktua	190	202
A2.1. Analisia	90	104
A2.1.1. Birtualizazio analisia	30	30
A2.1.2. Biltegiatze analisia	25	29
A2.1.5. Softwarearen analisia	35	45
A2.2. Garapena	100	98
A2.2.1. Instalazioa	25	18
A2.2.2. Kudeaketa	75	80
A3. Defentsa	95	103
A3.1. Memoria	85	93
A3.2. Aurkezpena*	10	10
<b>Proiektua guztira</b>	<b>310</b>	<b>334</b>

Taula 2: Estimazio alderaketa

Ondoren azalduko dira proiektuan zehar edukitako desbiderapenen arrazoi nagusiak, kontuan izan behar da aurkezpena oraindik ez dela egin, ondorioz balio erreal bat ez daukala baizik eta estimazioan eman zaion balio berdina esleitu zaiola.

- **Plangintzan:** Bai orokorrean (+1h) eta baita zehaztuan (+2h) estimazioarekiko desbideraketa egon da. Plangintza orokorrean ordu bateko desbideraketa egutegia finkatzerakoan inbertitu den denborarengatik izan da, plangintza zehaztuan ordea bi orduko desbiderapena egon da proiektuaren helburuen dokumentuari begira hainbat moldaketa egin behar izan direlako, helburua hobeto zehaztu nahian.
- **Jarraipena eta kontrolean (+1h):** Desbideraketa hau jarraipen eta kontrol txosten batean egunean zer egin den azaltzeko estimatutako baino denbora gehiago inbertitu delako.
- **Biltegiatze analisian (+4h):** Desbideraketa hau biltegiatze mota desberdinak aztertzerako orduan hauek ulertzeko eta azaltzen jakiteko estimatu zen baino denbora gehiago behar izan delako.
- **Softwarearen analisia (+10h):** Desbideraketa hau bi faktore nagusirengatik gertatu da. Batetik proiektu honetan erabili diren softwareek eskaintzen dituzten funtzionalitateak ulertzerako orduan inbertitutako denbora, aurreikusitako baino

denbora gehiago inbertitu delako. Bestetik plangintzan proiektuaren atal bat garatzeko softwarea beharrezkoa bada, software bakarra aukeratzea pentsatuta zegoelako, eta proiektua garatu ahala software hori arazoak ematen bazituen badaezpada beste software bat aztertzea erabaki delako. Laburtuz, uste baino azterketa gehiago egin behar izan delako.

- **Instalazioan (-7h):** Desbideraketa positiboa gertatu den kasu bakarra izan da, estimatutakoa baino gutxiago inbertitu behar izan delako. Desbideraketa positibo hau garatu beharreko helburua betetzeko behar diren baliabideak instalatzea uste baino errazago, gehienbat Interneten bidez atzitu ahal ziren *wiki*-ei esker, izan direlako gertatu da.
- **Kudeaketan (+5h):** Desbideraketa hau gertatu da kudeatzerako orduan erabili izan den interfaze grafikoak sortutako errore batzuegatik. Erabilitako software teknologia berriak izanda, arazo batzuk ematen ditu interfaze grafikoaren bitartez, ondorioz kudeatzerako beste alternatiba batzuk aukeratzerako orduan denbora gehiago inbertitu behar izan delako gertatu da desbiderapen hau.
- **Memorian (+9h):** Desbideraketa hau eduki izan da bi faktorerengatik. Batetik, memoriako formatua dinamikoa egin delako, ondorioz memoriaren formatu batzuk sartu eta arauak errespetatzerako orduan denbora inbertitu behar izan delako. Bestetik, proiektuari buruzko azalpen batzuk ematerako orduan inbertitu den denbora estimatutakoa baino gehiago izan delako.



# 3

---

## Proiektuan erabilitako teknologien analisi

Kapitulu honetan proiektuan zehar erabilitako teknologia nagusi desberdinen azalpena emango da. Teknologia bakoitzeko azalpen hau oinarritzko hiru puntutan bananduko da. Hasieran teknologia horren azalpen orokor bat emango da, teknologia mota aurkezteko. Ondoren teknologia horrek dituen aukera desberdinen arteko proiektu honetan erabiliko den hautaketa azalduko da, hauen zergatia justifikatuz. Azkenik hautatutako aukerak proiektuan zein baliabiderekin inplementatuko diren azalduko dira, noski hau justifikatuz.

### 3.1. Birtualizazioa

---

Aipatzekoa da nahiz eta proiektu honetan birtualizazioaz hitz egin, dokumentu hau zerbitzariaren birtualizazioari arreta jartzen diola, proiektuaren gakoa birtualizazioa erabiltzen duen zerbitzu bat eskaintzea izango delako. Horregatik hemendik aurrera (eta aurretik) birtualizazioaz hitz egiten den bakoitzean zerbitzarien birtualizazioaz hitz egingo (egin) da.

Birtualizazioa zeozer birtual egiteko teknikari deritzo. Birtual hitzak informatikan softwarearen bitartez simulatzearekin edo hedatzearekin lotuta dago, ondorioz esan dezakegu birtualizazioa zeozer softwarez simulatu edo hedatzeko teknikak direla. Gaur egun gauza ugari birtual egin daitezke, baina proiektu honetan azpiegiturak izango dira birtual bihurtuko diren baliabideak.

Aurreko *2.2. Proiektuaren Helburua* atalean aipatu den bezala proiektu honen helburua web zerbitzu bat eskaintzeko gai den erabilgarritasun handiko Proxmox zerbitzarietz osatutako kluster bat inplementatuko eta kudeatuko da. Helburu nagusi hau planteatzearen arrazoia birtualizazioari buruz ezaguerak handitzea bultzatu duen jakinmina izan da. Hau dela eta *3.1. Birtualizazioa* atal hau modu berezi batean planteatu da. Hasieran ikus daitekeen moduan birtualizazioa zer den definitu da. Ondorengo ataletan teknika hau nondik datorren azalduko da, birtualizazioaren historia azalduz. Azkenik teknika honen inplementazio desberdinak aztertuko dira, hauen errendimendua alderatuz eta proiekturako aukerarik egokiena hautatuz.

### 3.1.1. Birtualizazioaren historia laburra

Birtualizazio kontzeptua IBM-k sortutako makina birtuala adierazteko erabili zen lehenengo aldiz 60 eta 70 hamarkaden tartean. Erabiltzaileek makina fisikoa (garai horretan konputagailu zentral bat) atzitzen zuten irudipena zeukaten, baina benetan makina birtuala atzitzen zuten, izan ere, makina birtual bakoitza makina fisiko horretan kokatuta zegoen eta makina fisiko horren eredu bat zen. Ideia honakoa zen: ahalik eta kostu minimizazio handienarekin, ingurune konputazional bat aldi berean martxan dauden hainbat sistema independenteekin sortzea.

80 eta 90 hamarkaden artean mahai gaineko ordenagailuek eta x86 zerbitzariak birtualizazioaren beherakada itzela ekarri zuten. Bezero-zerbitzari motako aplikazioei eta Windows eta Linux sistema eragileei esker, konputazio zerbitzu bat sortzea oso kostu txikia zeukan, ondorioz alde batera utzi zen birtualizazioa.

90-ko hamarkadan teknologiak zekarren erronka berriekin birtualizazioa berrerabiltzera ekarri zuen, erronka berri horiek asebetetzen zituen enpresarik garrantzitsuen arlo honetan VMWare bihurtu zen. Erronka berri horien artean kudeaketa eta gestio kostuak, azpiegituraren kostuak eta akats edo hondamenen aurkako babesak aurki ditzakegu<sup>[1]</sup>.

2000 urteko hamarkadan eta birtualizazioaren arrakastarekin, birtualizazioa burutzeko kode askeko tresnak kaleratzen hasi ziren hauen artean Xen proiektua, Virtualbox softwarea, etab. Tresna hauei esker birtualizazioaren beste gorakada bat egon zen, erabiltzaile mailan erabiltzen hasi zelako (aurreko hamarkadan erabiltzaile mailan ere erabiltzen zen, baina kostu handia zeukanez gutxi batzuek erabiltzen zuten). Hamarkada honetan proiektuan erabiliko den sistema eragile mailako birtualizazioa burutzeko tresnak kaleratzen hasiko dira.

Egungo hamarkadan, aurreko hamarkadetan birtualizazioak eskaintzen zituen funtzionalitateaz eta hauek hobetzeaz aparte (kostua txikitu, kudeaketa hobetu, etab.), gaur egun hedatzen hasia den hodei-konputazioak daukan IaaS (*Infrastructure as a Service*) zerbitzu motaren oinarria bihurtu da. IaaS bitartekari batek Interneten bidez informatika baliabide fisiko edo birtualak (gehienetan birtualak) eskaintzen duen hodei-konputazioko zerbitzu mota bat da.

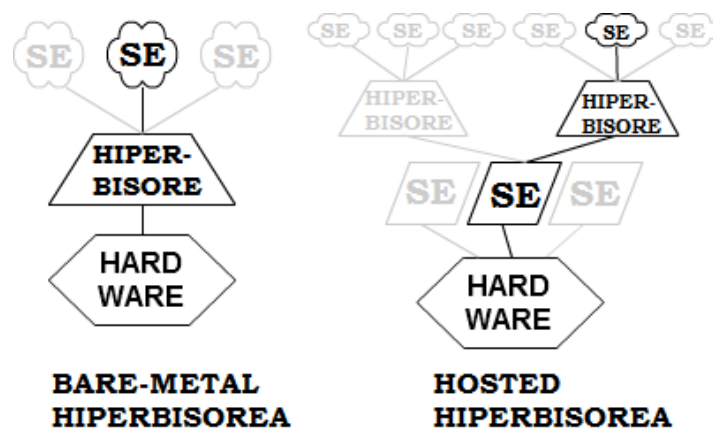
### 3.1.2. Birtualizazio osoa

Erabateko birtualizazioan konputazio giro fisiko bat emulatzen da, normalean alegiazko makinak edo makina birtualak, zeinetan hardware baliabideak (CPU, memoria ...) geruza birtual baten bidez kudeatzen dira. Beste era batera esanda, ordenagailu fisiko baten hardwarea softwarez simulatzea. Software honetan programak exekuta daitezke konputagailu erreala batetan bezala. Simulatutako giroan exekutatzen den sistema eragilearen *kernela* simulatzen ari den makinaren *kernela*-rekiko independentea da<sup>[2]</sup>.

Birtualizazio osoa hiperbisoreetan (edo birtualizazio kudeatzaileak, makina birtualaren monitorea) oinarrituta dago. Hiperbisoreak software programa bat da, honek hainbat sistema eragile konputagailu sistema batean kudeatzea ahalbidetzen du. Hiperbisoreak makina fisikoaren memoria, prozesadorea eta sistemaren beste baliabideak kudeatzen ditu sistema

eragile bakoitzak eskatzen dituen baliabideen arabera hauei esleitzeko. Martxan dauden makina birtualak (domeinuak) hiperbisoreari softwarez egindako *trap*-ari (egindako dei sinkronoari) *hypercall* deritzo. Bi hiperbisore mota aurki ditzakegu [Irudia 3].

- **Bare-metal hiperbisoreak (Type 1 hypervisor):** Hiperbisore mota hauek makina fisikoaren hardwarean martxan jartzen dira.
- **Hosted hiperbisoreak (Type 2 hypervisor):** Hiperbisore mota hauek makina fisikoaren hardwarea kontrolatzen duen sistema eragile batetan martxan jartzen dira.



*Irudia 3: Hiperbisore motak*

Birtualizazio osoaren barnean bi mota bereiztu daitezke, baina motak hobeto ulertzeko jakin beharra dago zer diren babes eraztunak. Laburki, 4 eraztun logiko baimen mota desberdinekin daude, 0-tik 3-ra sailkatuta, 0 izanda baimen gehien/ahaltsuenak dituen eraztuna eta 3 baimen mota leunenak dituen eraztuna izanik. Hardwarea zuzenean atzitu nahi duenak 0 motako eraztunean kokatu beharko da. Ondoren birtualizazio osoaren barnean bereiz daitezkeen bi motak azalduko dira.

- **Itzulpen bitarreko (binary translation) birtualizazio osoa:** Teknika honen bitartez, 1 babes eraztunean dagoen makina birtualaren sistema eragileak sortutako agindu multzoak, 0 babes eraztunean dagoen hiperbisorearen bitartez itzultzen dira, makina nagusiaren (*host*) hardwarea agindu hauek interpretatu ahal izateko. Horretaz aparte hiperbisoreak kudeatzailearen funtzioa dauka.

Teknika honen ezaugarriarik aipagarriena hardware mota guztietan erabili daitekela.

- **Hardware euskarria duen (hardware assisted) birtualizazio osoa:** Itzulpen bitarreko teknikatik abiatuta, hemen ez dago tarteko itzultzailearik, hau da 0 babes eraztunean makina birtualaren sistema eragilea kokatzen da. Aginduen itzulpenak egiteaz makina fisikoaren hardwarean inplementatutako teknologiaz arduratzen da. Nahiz eta babes eraztunetik kanpo egon, teknika honek hiperbisorea makina birtualak daukan sistema eragilearen eta hardware baliabideen arteko kudeatzaile bezala erabiltzen du.

Aurreko teknikarekin alderatuz teknika honetan hardwareak itzultzeko gai izan beharko da aginduak interpretatzeko.

Ondoren birtualizazio osorako inplementaziorik nabarmenen azalduko dira. Hauen artean Xen, KVM eta VMware ESX aurki ditzakegu.

**KVM:** Birtualizazioa Linux eta Unix sistema eragile mailan ahalbidetzen duen eta birtualizazio osoan erabiltzen den ingurunea da. C programazio lengoia idatzita dago eta x86, x86-64, IA-64, PowerPC, S/390 eta ARM motako plataformentzat diseinatuta dago.

**Xen:** Birtualizazioa Linux eta Unix sistema eragile mailan ahalbidetzen duen eta birtualizazio osoan erabiltzen den ingurunea da. C, Ocaml, Python eta Shell lengoietan idatzita dago eta x86, x86-64, IA-32 eta ARM motako plataformentzat diseinatuta dago.

**VMware ESX:** Birtualizazioa Windows, Linux eta Unix sistema eragile mailan ahalbidetzen duen eta birtualizazio osoan erabiltzen den ingurunea da. C, C++, Python eta Perl eta Bash lengoietan idatzita dago eta x86, x86-64 plataformentzat diseinatuta dago.

### 3.1.3. Edukiontzia (Containers)

Sistema eragilearen birtualizazioan (*Containers*, edukiontzioak) makina fisiko bakarreko sistema eragilea birtual bilakatzen da isolatutako hainbat partiziotan. Partizio bakoitzak makina fisikoaren eredu berdina dauka, eredu honen kopia delako. Sistema eragilearen *kernela* sistema eragile bakarra abiaraziko du, sistema eragile horrek daukan funtzionalitateak partizio bakoitzari eskainiz<sup>[3]</sup>.

Edukiontzietan oinarritutako birtualizazioa gehien bat *Virtual hosting* ingurunetan erabiltzen da, baina beste arlo batzuetan ere erabili daiteke, adibidez; segurtasuna hobetzeko aplikazioen artean, aplikazio hauek partizio desberdinetan banatzerakoan; kluster baten karga partizioen artean banatzerakoan, etab.

Edukiontzien inplementaziorik nabarmenenak azalduko dira. Hauen artean LXC, OpenVZ eta LXD aurki ditzakegu.

**LXC (Linux Containers):** Birtualizazioa Linux sistema eragile mailan ahalbidetzen duen eta edukiontzietan erabiltzen den ingurunea da. Python, C, Shell eta Lua lengoietan idatzita dago eta x86, x86-64, IA-64, PowerPC, SPARC, Itanium eta ARM motako plataformentzat diseinatuta dago.

**OpenVZ:** Birtualizazioa Linux sistema eragile mailan ahalbidetzen duen eta edukiontzietan erabiltzen den beste ingurune bat da. C programazio lengoia idatzita dago eta x86 eta x86-64 plataformarentzat diseinatuta dago. LXC-ekiko diferentzia nagusia inplementazio honek Linux *kernel*-ak aldatzen dituela *kernel* berri batzuk sortuz eta hauek erabiliz.

Inplementazio desberdinak oinarritzat hartzen dituzten eta edukiontzietan erabiltzen diren beste inplementazio edo luzapen desberdinak daude, esaterako LXD, Docker softwarea, eta abar.

**LXD:** LXC inplementazioaren gainean eraikitako container hiperbisorea da. LXD ezaugarri berriak (Segurtasuna diseinuan, intuitiboa, etab.) eskaintzeaz aparte sarearen bidez kontrola daiteke. x86, x86-64, IA-64, PowerPC, SPARC, Itanium eta ARM arkitekturak onartzen ditu.

**Docker:** LXC luzapen bat kontsidera daiteke, inplementazio horren funtzionalitateak era konplexuago betetzen dituelako. Docker aplikazio bakoitzarentzat edukiontzi bat sortzen saiatzen da, honek inplementazio hau konplexuegia bihurtzen du. Go programazio lengoia in idatzita dago eta Linux *kernel* berriak (3.10 aurrera) erabiltzen duten x86-64 plataformentzat diseinatuta dago.

### 3.1.4. Parabirtualizazioa

Parabirtualizazioa hiperbisoreetan eta *kernel* independentea duten sistema eragile birtualetan (sistema eragile birtualen *kernel*-a makina fisikoaren *kernel*-etik eta beste sistema eragile birtualen *kernel*-etik bereztuta daukate sistema birtual hauek) oinarrituta dagoen teknika da.

Hiperbisoreak bi zeregin nagusi ditu; batetik, makina fisikoak eskaintzen dituen hardware baliabideen multiplexaketa, hau lortzen da hardware baliabide hauek kudeatzen, behin sistema eragile birtualek baliabide hauen beharra dutenean hiperbisoreak hauei eskaini egiten die, arrazoi honengatik teknika honetan ez da hardwarerik emulatzen; eta bestetik, komunikazioa gauzatu sistema eragile birtualekin *hypercall*-en bidez<sup>[4]</sup>.

Laburtuz hiperbisoreak sistema eragile birtualekin komunikatzeko eta hardware baliabideak kudeatzeko balio du. Inplementazioaren arabera komunikazio eta kudeatze hori desberdin egingo da.

Parabirtualizazioaren inplementaziorik nabarmenak aurreko 3.1.2. *Birtualizazio osoa* atalean ikusitako inplementazio berdinak dira, bi birtualizazio motak jasaten duten hiperbisoreak direlako.

### 3.1.5. Errendimenduen alderatzea

Aurkeztu diren birtualizazio mota desberdinen artean zenbait modutara sailka daitezke. Proiektu honetan birtualizazio mota desberdinen errendimenduen alderaketa egiteko bi multzo banatu dira. Batetik, parabirtualizazioa eta birtualizazio osaturiko multzoa, hauek hiperbisorea erabiltzen bait dute, eta bestetik, edukiontzi osatutako multzoa hiperbisorerik erabiltzen ez dutelako.

Errendimenduaren alderaketan bi esperimentu kontuan hartu dira. Batetik proiektu honen gainean egindako esperimentua *A Eranskina: Errendimenduaren alderaketa* eta bestetik ondoren azalduko den Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k edukiontzi eta makina birtualen errendimenduari buruzko alderaketak<sup>[5]</sup>.

Alderaketa hauek egiteko Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k *benchmark* (programa informatiko edo programa informatiko multzo bat baliabide zehatz baten errendimendua kalkulatzeko balio duena), proiektu eta tresna desberdinetan oinarritu dira. Errendimenduaren alderaketa egiteko hiperbisorea daukaten multzotik lehen azalduko

birtualizazio osoko KVM inplementazioa aukeratu dute. Hiperbisorea ez daukaten multzorik ordea, lehen azaldutako edukiontzien inplementazioetatik eratorritako Docker proiektua aukeratu dute. Makina fisiko bat ere erabili dute alderaketak egiteko, honek azpiegitura birtualen eta makina erreale baten arteko konparaketak ikusteko balioko du.

Errendimenduaren alderaketa egiteko faktore hauek kontuan hartu dituzte:

- CPU-aren errendimendua.
- HPC-aren (*High Performance Computing*, edo errendimendu handiko konputazioa) aurrean daukan errendimendua.
- Memoriak erabilitako banda zabalera.
- Memorian egindako eguneraketa kopurua.
- Sarearen banda zabalera.
- Sarean zehar edukitako latentzia.
- Sarrera/irteerako gailuek bloke-mailako biltegitratzean daukaten errendimendua.
- Inplementatuko duten zerbitzuen errendimendua.
- Datu baseetan daukaten errendimendua.

#### CPUaren errendimendua (PXZ benchmark)

PXZ<sup>[6]</sup> paraleloan erabiltzen den, datu galerarik gabeko eta LZMA algoritmoa erabiltzen duen trinkotze zerbitzua da. Zerbitzu hau erabilia paraleloan lan egiteko errendimendua ikusi nahi da.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 4], hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoen errendimendua %22 handiagoa da hiperbisorea erabiltzen duten multzoaren errendimenduarekin alderatuta. Gainera emaitza hauek hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoaren eta makina fisiko baten arteko errendimendua parekoa dela erakusten da.

Lan karga	Makina fisikoa	Docker	KVM
PXZ (MB/s)	76.2 [±0.93]	73.5 (-4%) [±0.64]	59.2 (-22%) [±1.88]

*Irudia 4: PXZ benchmark-en emaitzak*

#### HPC-aren aurrean daukan errendimendua (Linpack benchmark)

Linpack<sup>[7]</sup> ekuazio lineal konplexuak LU faktORIZAZIOAREN bitartez ebazten ditu. Zerbitzu hau erabilia ekuazio konplexuak ebazteko errendimendua aurkezten du.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 5], hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoaren eta makina fisiko baten arteko errendimendua parekoa dela erakusten da. Beste aldetik ordea hiperbisorea erabiltzen duten multzoaren errendimendua %17 kaskarragoa da.

Lan karga	Makina fisikoa	Docker	KVM
Linpack (GFLOPS)	290.8 [±1.13]	290.9 (-0%) [±0.98]	241.3 (-17%) [±1.18]

*Irudia 5: Linpack benchmark-en emaitzak*

### Memoria banda zabalera (STREAM benchmark)

STREAM<sup>[8]</sup> memoriaren banda zabalera kalkulatzeko balio duen programa da. Kalkulu hori egiteko memoria daukan lan karga maximoko egoera lortzea du helburu. *Add, Copy, Scale* eta *Triad* motako aginduekin probak egiten dira.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta [Irudia 6] hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoaren eta hiperbisorea erabiltzen duten multzoaren arteko errendimendu alderaketak ez dira nabarmenak, %2 errendimendu hobeagoa baitdute hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoak.

Lan karga	Makina fisikoa	Docker	KVM	
Stream (GB/s)	Add	45.8 [±0.21]	45.6 (-0%) [±0.55]	45.0 (-2%) [±0.19]
	Copy	41.3 [±0.06]	41.2 (-0%) [±0.08]	40.1 (-3%) [±0.21]
	Scale	41.2 [±0.08]	41.2 (-0%) [±0.06]	40.0 (-3%) [±0.15]
	Triad	45.6 [±0.12]	45.6 (-0%) [±0.49]	45.0 (-1%) [±0.20]

*Irudia 6: STREAM benchmark-en emaitzak*

### Memorian eginiko eguneraketa kopurua (RandomAccess benchmark)

RandomAccess<sup>[9]</sup> memorian egindako ausazko eguneraketa kopuruaren tasa kalkulatzeko balio du. Kalkulu hori gauzatzeko memoria ginkargatzen du. Honi esker memoriaren errendimendua jakin daiteke.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 7], hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoaren eta hiperbisorea erabiltzen duten multzoen arteko errendimendu alderaketa ez da nabarmena, %1-ean errendimendu hobeagoa dauka hiperbisorea erabiltzen duten multzokoek.

Lan karga	Makina fisikoa	Docker	KVM
RandomAccess (GUPS)	0.0126 [±0.00029]	0.0124 (-2%) [±0.00044]	0.0125 (-1%) [±0.00032]

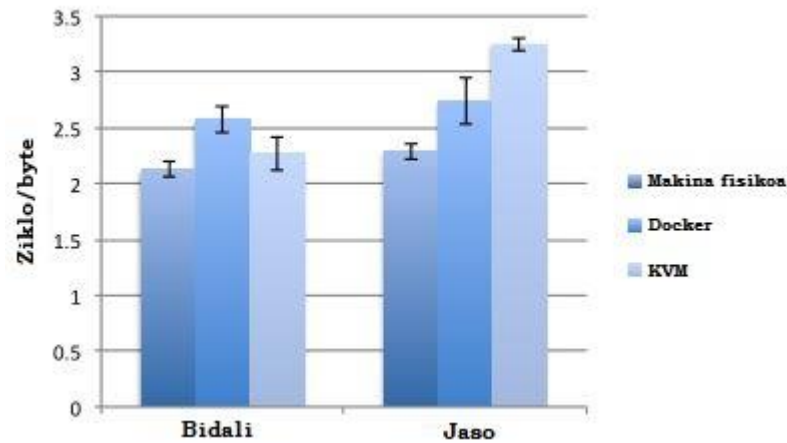
*Irudia 7: RandomAccess benchmark-en emaitzak*

### Sarearen banda zabalera (Nuttcp tresna)

Nuttcp<sup>[10]</sup> tresnak memoria bufferrak transmititzen ditu, sistemaren iturri batetik helmuga baterantz sare baten bitartez, sarearen banda zabalaren errendimendua neurtzeko. Neurketa bi eratara egin daiteke, batetik denbora zehatz batetan zenbat datu bidali daitezkeen neurtuta, eta bestetik datu tamaina zehatz bat bidaltzeko zenbat denbora beharko duen neurtuta. Esperimentu honetan bigarren neurketa aintzat hartzen da. Gainera, esperimentuan bi egoera kontuan hartzen dira; bata datuak bidaltzen diren egoera, igoera banda zabalera kalkulatzeko, eta bestea, datuak jasotzen diren egoera jaitsiera banda zabalera kalkulatzeko.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 8], datuak bidaltzerako orduan, hiperbisorea erabiltzen duen

multzokoek, byte bat bidaltzeko, ziklo gutxiago behar dute hiperbisorea erabiltzen ez duten multzokoekin alderatuta. Datuak jasotzerakoan ordea hiperbisorea erabiltzen ez duten multzokoek, jaso den byte bakoitzarentzako, ziklo gutxiago beharko dute hiperbisorea erabiltzen duten multzoez baino.

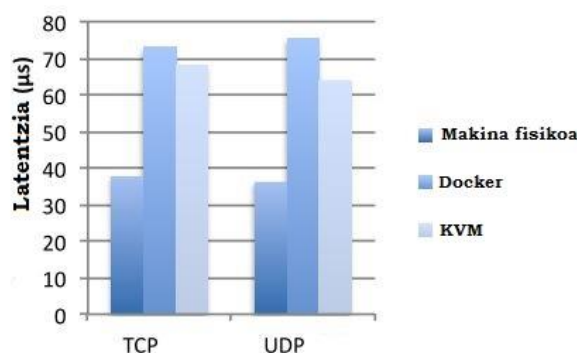


*Irudia 8: Nuttcp tresnaren emaitzak*

### Sarean edukitako latentzia (Netperf benchmark)

Netperf<sup>[11]</sup> aurreko tresnaren antzeko funtzionamendua dauka. Datu tamaina zehatz batzuk bidaltzen dira puntu batetik bestera. ondoren beste datu batzuk jasotako puntutik jasotako datuak bidali diren puntura bidaltzen dira. Azkenik bidai horien latentzia kalkulatu da. Sarearen errendimendua kalkulatzeko beste modu bat. Esperimentua bi garraio protokoloekin (TCP eta UDP) egiten da.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 9], bai TCP baita UDP protokoloekin hiperbisorea erabiltzen duten multzoko birtualizazio teknologiek latentzia txikiagoa daukate hiperbisorea erabiltzen ez duten teknologiek alderatuta. Hala era makina fisikoarekin alderatuz latentzia askoz handiagoa da.



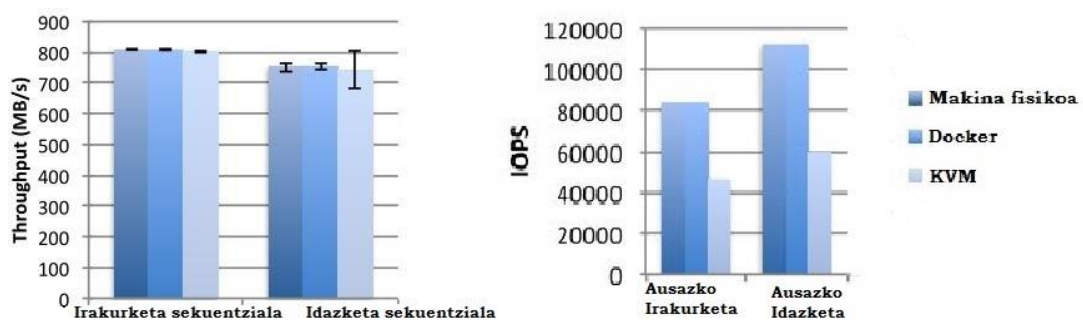
*Irudia 9: Netperf benchmark-en emaitzak*



## S/I gailuen errendimendua bloke-maila biltegitratzean (Fio proiektua)

Fio<sup>[12]</sup> proiektua bloke tamaina desberdinak erabilia diskoen irakurketak eta idazketak era sekuentzial edo ausazko era batean egiteko balio duen tresna da. Honi esker biltegitratzearen errendimendua neurtuko da.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 10], ikus daiteke bi multzoen eta makina fisikoaren arteko alderaketa ez dela nabarmena era sekuentzian bi eragiketa moten artean (irakurketa eta idazketa). Ausazko eran ordea, segundo bakoitzeko ausazko S/I eragiketa gehiago egiteko gai da hiperbisoreak erabiltzen ez duten multzoko teknologiek hiperbisorea erabiltzen duten teknologiek baino. Makina fisikoarekin alderatuta ordea emaitza nahiko antzekoak lortzen dira hiperbisoreak erabiltzen ez duten multzoko egiturek.



Irudia 10: Fio proiektuaren emaitzak

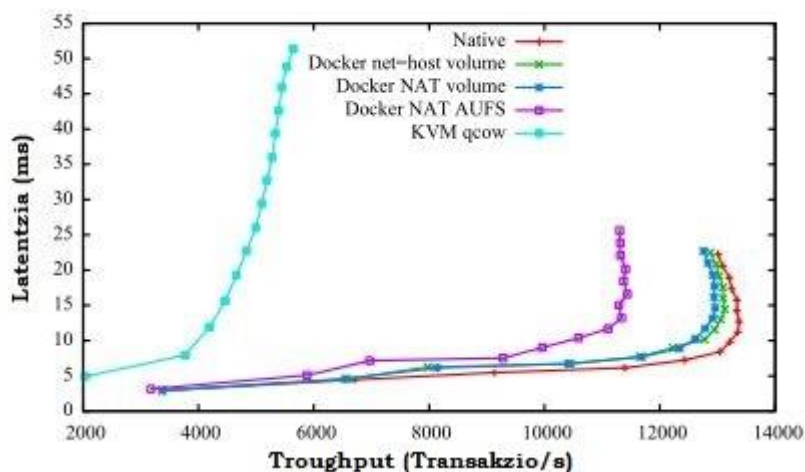
## Zerbitzuen errendimendua (Redis proiektua)

Redis<sup>[13]</sup> proiektua eranskineko *A Eranskina: Errendimenduaren alderaketa* esperimentuan erabili den “ab” tresnaren antzekoa da. Zerbitzuen errendimendua kalkulatzeko erabiltzen den proiektua da. Kasu honetan emaitzak ez dira aztertuko proiektu honetarako esperimendu zehatzago bat egin baitago *A Eranskina: Errendimenduaren alderaketa* atalean.

## Datu baseekiko errendimendua (MySQL implementazioa)

MySQL datu base batean egiten diren transakzio eta transakzio hauek egiterako orduan edukitako latentziaren arteko erlazioarekin kalkulatu da errendimendua.

Wes Felter, Alexandre Ferreira, Ram Rajamony eta Juan Rubio-k lortutako emaitzei erreparatuta, [Irudia 11], transakzio eta latentzia faktoreak kontuan hartuta, latentzia gutxiagorekin transakzio kopuru handiagoa lor daitezke hiperbisorea erabiltzen ez duten multzoko teknologiek hiperbisorea erabiltzen duten teknologiek alderatuta ikus daiteke. Gainera hiperbisorea erabiltzen ez duten multzokoek eta makina fisiko baten transakzio/latentzia erlazioak antzekoak direla ikus daitezke.



Irudia 11: MySQL implementazioaren emaitzak

### 3.1.6. Birtualizazio teknologiaren aukera

Errendimendua 3.1.5. Errendimenduen alderatzea atalean (gogoratu ere proiektu honetarako esperimenduak egin direla *A Eranskina: Errendimenduen alderaketa* atalean) aztertuta dagoela, edukiontzia aukeratzea izango da aukerarik egokiena, errendimendua aztertutako kasu askotan parabirtualizazioa eta birtualizazio osoa baino errendimendu hobea daukalako.

Hala ere errendimendua ez da kontuan hartu beharreko ezaugarri bakarra. Demagun zerbitzua behar duen bezeroren bat hardware zehatz bat inplementatzen duen birtualizazio teknologia erabili nahi duela. Zerbitzu hau ematea ezinezkoa litzateke edukiontziekin edo parabirtualizazioarekin, horretarako birtualizazio osoa erabili beharko litzateke. Kontuan hartu beharreko beste ezaugarria badaudela zerbitzu batzuk soilik Windows sistema eragileak erabiltzeko gai direla, arazoa da edukiontzien ez dutela Windows motako sistema eragilerik inplementatzen.

Ondorioz sistema eragile edo hardware birtual zehatzik behar ez duen bezeroek edukiontzi zerbitzu batez asebeteko dira errendimendu hobea daukatelako. Hardware zehatz baten beharra daukaten bezeroek ordea birtualizazio osoaz inplementatutako makina birtual batekin asebeteko dira. Parabirtualizazioa alde batera utziko da edukiontzien errendimenduekin alderatuta txikiagoa delako eta gainera hardware baliabide desberdinak ezin dituelako inplementatu.

### 3.1.7. Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko softwarea: Proxmox VE

Aurreko 3.1.6. Birtualizazio teknologiaren aukera atalean azaldu den bezala emandako zerbitzua edukiontzia eta makina birtualak izango dira. Proiektu honetan **Proxmox** softwarea izango da zerbitzu hauek inplementatuko dituen birtualizazio plataforma. Zerbitzuak inplementatzeko hainbat aukera desberdin daude, hauek aurreragoko 3.1.8. Makina birtualen

eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko beste softwarea: *Vsphere, Xen Server, Hyper-V* atalean azalduko dira, puntu honetan egindako Proxmox aukeraz aparte.

Azterketa sakon bat egin ondoren Proxmox erabiltzea erabaki da. Proxmox software askea, edukiontzia sortzeko LXC (Proxmox 4.0 bertsiotik aurrera) eta OpenVZ (Proxmox 4.0 aurreko bertsiotan) inplementazioetan oinarritzen da. Alegiazko makinak sortzeko KVM inplementazioan oinarritzen da. Proxmox-en ezaugarri nagusien artean ondorengoak aipatu daitezke, nahiz eta aurreragoko *4.1.Proxmox eskainitako ezaugarri / funtzionalitateak* ondorengo ezaugarrien atalean azalpen sakonago bat emango den.

- Ofizialki Windows eta Linux motako sistema eragileak erabiltzen dituen makina birtualak jasaten ditu. Jakin izan da beste motako sistema eragileak erabiltzen duten makina birtualak ere jasan dituela, esaterako UNIX familiako FreeBSD eta beste zenbait sistema eragile.
- Alegiazko makinak eta edukiontzia kudeatzeko gai den birtualizazio plataforma da.
- Erabilgarritasun handia inplementatzeko gai da.
- Makina birtualei *snapshot*-ak (Momentu zehatz batetan fitxategi sistemaren segurtasun kopiak dira) egiteko aukera ahalbidetzen du.
- Makina birtual bat *live migration* egiteko aukera ematen du.
- Makina fisiko bakoitzeko 160 CPU eta 2 TB-ko RAM memoria jasaten du.

Proiektuaren kasu praktikoa aztertuta, edukiontzia eta makina birtualak zerbitzatzen dituen Proxmox instalatuta daukan zerbitzari kluster bat inplementatu beharko da. Horretarako Proxmox VE 4.1 bertsioa eskuratu da. Proxmox daukan zehaztapenak kontsultatuta, proiektuan inplementatuko den, makina birtualak eta edukiontzia zerbitzatzen dituen kluster bat eraikitzeke baldintzak hauek izango dira:

- Lortu beharreko baldintzak:
  - Proxmox VE bertsio berdina erabiltzen duten hiru zerbitzari gutxienez. Proiektu honetan Proxmox VE 4.1 bertsioa erabiliko da.
  - Denbora eta data sinkronizatuta egon beharko da zerbitzarien artean.
- Erabiltzen den sistemak dauzkan baldintzak:
  - *Multicast* helbideak onartzen dituen sarea, gainera *multicast* helbide hauek sare berdinean egon beharko dute.

Eskuratuko den Proxmox VE 4.1 bertsioa instalatuta edukiko dituzten hiru zerbitzari erabiliko dira klusterra inplementatzeko. Horretarako zerbitzariak honako baldintzak izan behar dituztela aurreikusteen da:

- Makina birtualaren prozesadoreari dagokionez hauek dira ezaugarri nagusiak:
  - *Host* makinaren maiztasun bera edukiko du, 2.2 GHz hain zuzen.
  - *Core* bakarra edukiko du.
  - Hari bakarra erabiliko du.

- 1.5 GB-ko RAM memoria.
- 15 GB-ko SCSI disko gogorra, 12 GB erabilgarri egongo direnak.
- NAT bezala konfiguratutako sare-egokitzailea.
- Moldatutako 64 biteko Debian sistema eragilea. Sistema eragilearen ondorioz 1.5 GB-eko memoriatik bakarrik 723 MB egongo dira erabilgarri, beste guztiaren zati handi bat sistema eragilea erabiliko duelako.

Makina fisiko faltarengatik hiru zerbitzari horiek birtualki inplementatuko direla erabaki da, VMware softwarearen bitartez.

### 3.1.8. Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko beste softwarea: Vsphere, Xen Server, Hyper-V

Proxmox euskarriaz aparte badaude merkatuan makina birtualen eta edukiontzien zerbitzatzeko garatzeko beste zenbait tresna. Hauen artean Vsphere, Xen Server eta Hyper-V aipa daitezke.

**Vsphere** VMware enpresak inplementatutako makina birtualak eta edukiontziak zerbitzatzeko birtualizazio plataforma da. Vsphere softwarea alegiazko makinak sortzeko VMware ESX inplementazioan oinarritzen da. Sartu berri duen edukiontzi teknologia Docker inplementazioan oinarritzen da. Proxmox VE-rekin arazoren bat baldin badago, proiektua inplementatzeko bigarren aukera izan da. Proxmox VE dauzkan antzeko ezaugarriak dauzka, desberdintasun nagusi batekin, software honekin proiektua garatzeko lizentzia beharko dela.

**Xen Server** Citrix enpresak inplementatutako software askeko birtualizazio plataforma da. Vsphere softwarea alegiazko makinak sortzeko Xen inplementazioan oinarritzen da. Edukiontzien teknologia Docker inplementazioan oinarritzen da. Proxmox dauzkaten antzeko ezaugarriak dauzka, gainera Vsphere-rekin alderatuz Xen Server software askeko tresna da.

**Hyper-V** birtualizazio Microsoft enpresak inplementatutako birtualizazio plataforma da. Beste aukerekin alderatuta, eskala handian kluster bat eraikitzerako orduan aukerarik makalena da. Gainera aukera inplementatu nahi bada Microsoft lizentzia eskuratu beharko da. Aurreko hiru aukerak arazoak ematen badituzte, aukera hau erabiltzearen azterketa sakonago bat egin behar dela aurreikusteen da.

Makina birtualak eta edukiontziak zerbitzatzeko gai diren plataforma birtualez aparte, badaude beste software mota batzuk plataforma birtualaren munduan esanguratsuak direnak, esaterako soilik edukiontziak eskaintzen dituen zerbitzua inplementatu nahi bada **Docker** aukera erabili daiteke.

## 3.2. Biltegitratzea

---

Proiektu hau inplementatzeko biltegitratzeari buruzko analisi sakon bat egitea behar dela aurreikusteen da, baliabideen errendimendua eta hauek lortzeko irisgarritasuna hobetze arren.

Ondorengo ataletan biltegitratze mota desberdinei buruz hitz egingo da, mota bakoitzean dauden inplementazioak azalduz. Behin mota bakoitza azalduta dagoela proiektuan zein erabiliko den justifikatuko da. Azkenik erabiliko den biltegitratze motaren inplementazioa nola egingo den azalduko da.

### 3.2.1. Biltegitratze lokala

Biltegitratze lokalean datuak zerbitzua eskaintzen duen zerbitzarian gordetzen dira. Kluster batean, datuak kluster horrek daukan nodoren batean (kasu honetan zerbitzaria) gordeko dira. Hauek dira biltegitratze lokalerako erabiltzen diren inplementazio nagusienak:

#### 3.2.1.1. Fitxategi sistema lokalak: EXT, ZFS eta VMFS

Hasteko ulertu beharra dago fitxategi sistema bat fitxategi eta datu guztiak gorde eta antolatzeko metodo bat dela, bilaketa eta kudeaketa errazten dituena. Ondorioz fitxategi sistema lokal batez hitz egingo da makina zehatz batek erabiltzen duen fitxategi sistemari erreferentzia egiten denean. Fitxategi sistema desberdinak, EXT, ZFS eta VMFS hain zuzen, aztertuko dira puntu honetan.

**EXT (Extended File System):** Hiru fitxategien artean funtzionalitate aldetik inplementaziorik sinpleena daukan fitxategi sistema. Rémy Card inplementatutako fitxategi sistema da. Ext-ren zenbait inplementazio desberdin daude Ext2, Ext3 eta Ext4. Hauek dira Ext4 fitxategi sistemaren ezaugarri nagusiak<sup>[14]</sup>:

- Ext2 eta Ext3 bertsioekin bateragarria da. Honi esker Ext2 edo Ext3 fitxategi sistemetan gordetako datuak Ext4 fitxategi sisteman muntatu daitezke arazorik eduki gabe.
- *Extent*-ak sartzen dira bertsio honetan. *Extent* bat aldamenen dauden bloke multzo fisikoa da. Honi esker datuen zatiketa txikitzen da eta tamaina handiko fitxategiekin lan egitea errazten du.
- Fitxategi batentzako disko batek daukan biltegitratze lekua erreserbatzeko aukera ematen du fitxategi sistema honek. Aurreko bertsioetan ezin zen erreserbatu eta leku hori 0-z osatutako segida batekin betetzen zen. Behin datua gorde nahi zenean 0 segida horren gainean idazten zen.
- Fitxategi batentzako zenbait bloke erreserbatzeko aukera ematen du. Fitxategi bat diskoan gordetzerakoan zatiketa murrizteko.

- *Journal checksum*-ak erabiltzen ditu. *Journal*-a datu base kudeatze sistema batek hardware hutsegiteren bat gertatuz gero ACID propietateak betetzen direla bermatzen duen erabilitako jarduera erregistro bat da. *Checksum*-ak jarduera erregistro horretan gordetzen diren datuen osotasuna bermatzeko erabiltzen dira.
- *Timestamp* zehatzagoak. *Timestamp* bat fitxategi bat emandako denbora marka bat da. Aurreko bertsioetan 2038 urteko arazoa (erabiltzen zen bitekin denbora markak 2038 urtera arte bakarrik jar dezakete fitxategi sistemek) gertatzen zen, hori ekiditeko bi bit gehiago jarri dira arazo hori 500 urte atzeratuz.

**ZFS:** EXT fitxategi sistemarekin alderatuta konplexuagoak diren funtzionalitateak eskaintzen ditu eta errendimendu hobea eskaintzen du. Sun Microsystems enpresak garatutako fitxategi sistema bat da. Hauek dira fitxategi sistema honen ezaugarri nagusienak:

- Datuen osotasuna bermatzen du, hau da, ZFS-k gordetako edo bidalitako datuak eta berreskuratuko edo jasoko diren datuak berdinak direla ziurtatzen du.
- Datuak zifratuta gordetzen dira, konfidentzialtasuna bermatzeko. Segurtasun neurri honen bidez edozeinek ezingo ditu fitxategi sistema honetan gordetako datuak irakurri, gako bat eduki beharko du.
- *Copy-on-write* politika erabiltzen du, politika honek datuek koherentzia mantentzea ahalbidetzen du. Datu baten gainean idatzi nahi denean, zuzenean idatzi beharrean datu honen kopia bat egiten da. Ondoren kopia horretan aldaketak egiten dira. Behin aldaketa guztiak eginda daudela kopia jatorrizko datuarekin alderatzen da. Azkenik alderatu diren fitxategien arteko aldaketak gordetzeko. Prozesu hau da politika honen ezaugarri nagusia da. Honi esker, ZFS-k datu batetan aldi berean egiten diren bi idazketek elkarrengatik ezaketen talkak ekidin dezake.
- Aurreko politikari esker *snapshot*-ak egiteko aukera ematen du. *Read-only* kopiak dira, ezingo da fitxategi sistema honen gainean daturik idatzi. Kopia hauek fitxategi sistemaren berreskurapenerako erabiltzen dira.
- Edukiera handiko fitxategi sistema da, 128 bitekoa hain zuzen. Jarritako mugen arabera, ez da espero inoiz helbideratzeko hainbeste bit erabili beharko dituen fitxategirik gordetzea.
- Datuak multzokatuta biltegitatzeko aukera ematen du (*Pooled Data Storage*). *Storage pool*-ak sortzeko aukera emango digu *zpool* komandoari esker. *Storage pool* biltegitatze gailu batzuen elkarketari deritzo goi-mailako biltegitatze berri bat sortzeko, noski biltegitatze gailuek eta goi-mailako biltegitatzeak ZFS fitxategi sistema erabiliko dute.

**VMFS (Virtual Machine File System):** Nahiz eta fitxategi sistema hau erabiltzen duten inplementazioak lizentziadunak izan, fitxategi sistema hau sortutako enpresak gaur egun birtualizazio merkatuan duen garrantziarengatik aipatzekoa da.

VMware enpresak garatutako fitxategi sistema bat da. Sistema eragile batek kudeatzeko eginda egon beharrean VMware ESX hiperbesoreak kudeatzeko eginda dagoela fitxategi

sistema mota honen ezaugarri bereizgarriena da. Ezaugarri horretaz aparte hauek dira aipa dezakegun beste ezaugarri batzuk <sup>[15]</sup>:

- Makina birtualen egoeren biltegitatze zentralarekin makina birtual hauen hornitzea eta administrazioa errazten du.
- *Snapshot*-ak egiteko aukera ahalbidetzen du.
- Zerbitzari fisiko batetik beste zerbitzari fisiko batera egindako migrazioak, kale egin duen makina birtual baten berrabiatzea, eta zerbitzari desberdinen arteko makina birtualek osatutako klusterrak jasaten ditu.
- Martxan dagoen makina birtual bati disko birtual bat gehituko dio baliabideak handiagotzeko edo *backup*-ak egiteko.
- Momentu zehatz batean zenbait irakurketa eta idazketa egin daitezke.

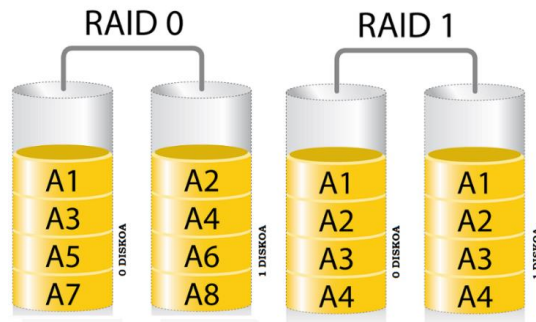
### 3.2.1.2. Diskoak antolatzeko erak

Errendimendua eta segurtasuna hobetzeko fitxategi lokalak erabiltzen duten diskoak antolatzeko bi teknika nagusi daude.

**LVM (Logical Volume Manager):** biltegitratze gailuen edukiera tamaina aldakorreko bolumen logikoetan antolatzeko balio duen teknika da. Inplementatutako zenbait metodo, *gparted* adibidez, baino malgutasun handiagoa dauka, izan ere, LVM partizioak erabiltzen ari diren bitartean partizio hauen mugimendua eta tamainaren aldakuntza onartzen du<sup>[16]</sup> bolumen logiko hau desmuntatu gabe.

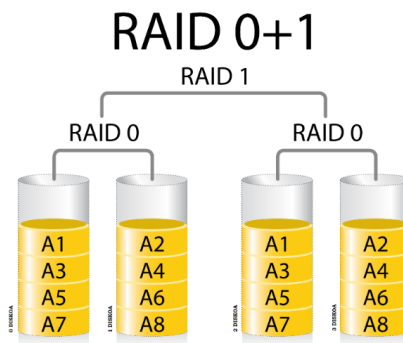
**RAID (Redundat Array of Independent Disks):** Zenbait biltegitratze gailu fisikoz osatuta dagoen disko unitate logiko bat sortzea ahalbidetzen duen metodoa. Unitate logikoaren konfigurazio desberdinak daude, eta hauei RAID mailak edo RAID izena ematen zaie. Zenbait maila desberdin daude:

- **Estandarizatuta dauden mailak (*Standard*):** Konfigurazio hauek sistema guztientzat zehaztapen finko batzuk ezarrita daukate. Hauen adibide dira RAID 0, *data striping* izenez ezagututa, datuak modu orekatuan banatzeko erabiltzen den konfigurazioa [Irudia 12] irudian azaltzen dena; RAID 1, *mirroring* izenez ezagututa, datuen kopiak bi disko desberdinetan egiteko balio duen konfigurazioa [Irudia 12] irudian azaltzen dena; eta estandarizatutako beste zenbait maila desberdin.



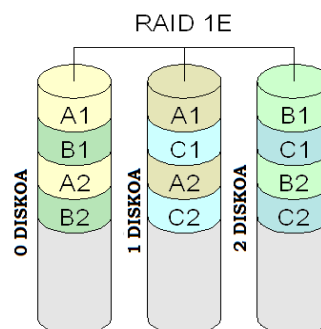
*Irudia 12: Estandarizatutako RAID adibideak*

- **Habiaratuta dauden mailak (Nested, hybrid):** Estandarizata dauden bi mailen arteko konbinazioa. Hauen adibide dira RAID 1 batean RAID 0 mailaren implementazioa [Irudia 13] irudian azaltzen dena, RAID 0 batean RAID 5 mailaren implementazioa .



*Irudia 13: Habiaratutako RAID adibidea*

- **Jabetza duten mailak edo maila estandarizata ez duten mailak (Non-standard):** Organizazio, konpainia edo talde desberdinek sortutako zehaztapenak erabiltzen dute, kasu askotan talde horien beharrak asebetetzeko. Honen adibide RAID 1E, [Irudia 14] irudian azaltzen dena, edo Linux MD RAID 10 dira .



*Irudia 14: Maila estandarizata ez daukan RAID adibidea*

Irizpide ugari daude diskoak antolatzeko era desberdinak aukeratzeko orduan, beharren arabera aukeratzeko baitdira implementazio desberdinak. Hona hemen implementazio desberdinak aukeratzeko hainbat adibide:



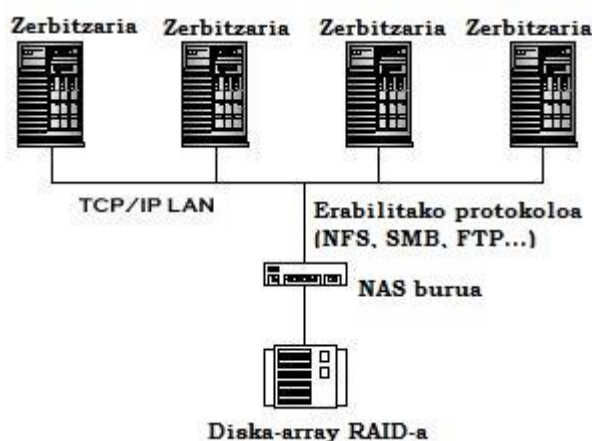
- Hardware kalteen aurka datuak babestu nahi badira RAID-ak erabiltzen da, LVM-k ez baitditu hardware arazoek emandako arazoaren aurkako babesik ematen.
- Biltegitratze eskema malgu bat nahi bada, non diskoen banaketa fisikoarekiko independenteak diren disko bolumenak sortu nahi diren LVM aukerarik egokiena da.
- Disko bat baino gehiago bolumen logiko batean antolatu nahi bada, posible da LVM eta RAID (zehazki RAID-0) aukerekin.
- Bi tekniken arteko konbinaketa ere erabili daiteke diskoak antolatzeko, esaterako, hardware babesa eta bolumen logikoak esleitzeko malgutasuna era berean nahi baldin bada bi tekniken arteko konbinaketa erabiltzen dituen antolaketa inplementatu daiteke.

### 3.2.2. Sareko biltegitratzea

Sareko biltegitratze batetan, datu hauek behar dituen zerbitzaritik at kokatzen dira, aurreragoko 3.2.2.4. *Biltegitratze banatua (Distributed storage)* atalean azalduko den, biltegitratze banatuko egoera berezian izan ezik, kasu horretan zerbitzari beran kokatzen direla. Sareko inplementazio desberdinen artean NAS, SAN, *cloud storage* eta biltegitratze banatua bereiztu daitezke.

#### 3.2.2.1. NAS

Etherneten bidez fitxategien biltegitratze partekatua ahalbidetzen du. Biltegitratzeak fitxategi mailan egiten dira, hau da, fitxategi zehatzak (adibidez *"/home/Sergio/proiektua"*) atzitzen dira, aurreragoko 3.2.2.1.4. *iSCSI* ataleko protokoloa erabiltzen ez bada, hor disko gordinak atzitzen direla.



*Irudia 15: NAS biltegitratze zerbitzariaren adibidea*

Aurreko irudian [Irudia 15] ikus daitekeen moduan NAS sare batean bi osagai fisiko nagusi berezi daitezke, batetik zerbitzua emateko erabiltzen diren zerbitzaria edo klusterrak eta

bestetik biltegitratzeko erabiltzen den NAS nodoa, bi elementu hauek Ethernet kableen bidez elkar konektatzen dira. NAS nodoa bi elementutan banatzen da, batetik, biltegitratuta dauden datuen eskaerak jasotzen dituen interfazea, honi NAS burua deritzo, eta bestetik, datuak biltegitratzen diren diskoak.

NAS batetan datuak eskuratzeko, hasieran zerbitzariak diskoetan gordetzen diren eta atzitu nahi dituen datuak NAS buruari eskatuko dizkio. Honek disko-arrayetan datu horiek aurkitzen diren fitxategiak (diskoak iSCSI protokoloan) eskuratuko ditu. Azkenik zerbitzariak erabiltzen duten protokoloen arabera NAS buruak bidaliko dizkion fitxategiak jasoko ditu.

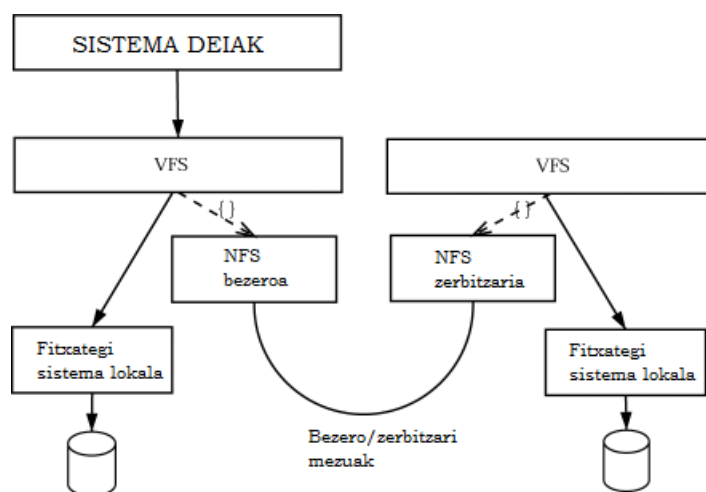
Datuak gordetzeko prozesuan, zerbitzariak NAS buruari gorde nahi dituen fitxategiak zeintzuk diren adieraziko dizkio. NAS buruak fitxategi hauek biltzen ditu erabiltzen den protokoloaren arabera ondoren disko-arrayari emateko. Azkenik disko-arrayak zein diskotan gordeko dituen aukeratu eta bertan idatziko ditu.

NAS biltegitratze zerbitzari batek implementatzen duen protokolo desberdinen artean NFS, SMB motako, FTP eta iSCSI bereiz daitezke.

### 3.2.2.1.1. NFS (Network File System)

Sun Microsystems sortutako eta UNIX sistemetan erabiltzen den protokolo honek [Irudia 16], klusterrak NAS diskoetan gordetako katalogoak eta fitxategiak klusterraren diskoetan baleude bezala maneiatzea ahalbidetzen du<sup>[17]</sup>.

RCP-ak (*Remote Procedura Call*), VFS (*Virtual File System*) eta muntaketa dira protokolo honen oinarria. Batetik, biltegitratze zerbitzarian erabakitzen da zeintzuk dira munta daitezkeen fitxategiak, noski bakoitza bere konfigurazio, baimen, eta abarrekin; eta bestetik bezeroa, proiektu honetan klusterrak, erabakitzen du zeintzuk diren munta nahi dituen fitxategiak. Fitxategi horiek VFS-n muntatzen dira, fitxategi sistema birtualari (VFS) esker hainbat fitxategi sistema desberdin munta daitezke. Bezeroa eta zerbitzariaren arteko komunikazioa RPC-en bidez egiten da.



Irudia 16: NFS protokoloa

Aipatzekoa da *External Data Representation* (XDR) inplementatzen duela, honek sistema informatiko desberdinen arteko datuen trukaketa ahalbidetzen du.

### 3.2.2.1.2. SMB (*Server Message Block*) motako protokoloak

Barry Feigenbaum IBM-rentzat sortutako protokolo honek, NFS protokoloaren funtzionalitate bera dauka, hau da, zerbitzariak NAS diskoetan gordetako katalogoak eta fitxategiak zerbitzarien diskoetan baleude bezala maneiatzea ahalbidetzen du<sup>[18]</sup>[11].

Protokolo honen oinarri daukate Samba, edo CIFS (*Common Internet File System*, batzuetan SMB protokoloari ematen zaion izena) protokoloak.

Diferentzia nagusia SMB eta CIFS Windows MS-DOS motako sistema eragileak erabiltzen duten makinentzat inplementatuta dagoela.

Samba bi sistema eragileen desberdinak erabiltzen dituzten makinentzat inplementatuta egon arren, UNIX motako bi sistema eragile daukaten makinak elkar konektatu dezake. Arazoa, erabilitako sistemaren arabera (orokorrean NFS Samba baino arinagoa da), abiadura da.

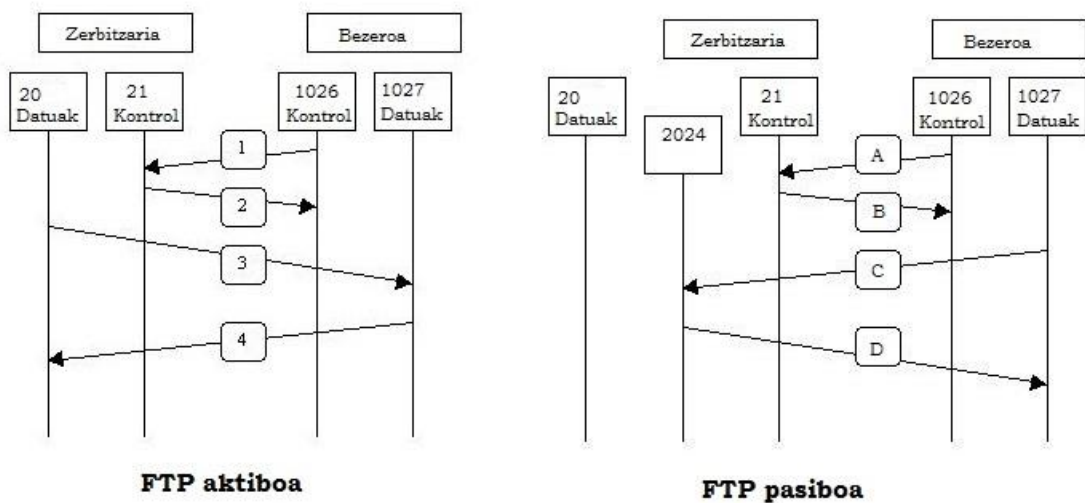
### 3.2.2.1.3. FTP (*File Transfer Protocol*) motako protokoloak

Abhay Bhushan sortutako protokoloaren oinarri izanda, bi makinaren arteko fitxategien transferentziarako erabiltzen da. Protokolo honen ezaugarrien artean aipa ditzakegu TCP protokoloarekin batera lan egiten duela, eta bezero/zerbitzari eredu jarraitzen duela<sup>[19]</sup>.

Datuen transferentzia gauzatzeko hasieran konexio bat ireki beharko da bezero (fitxategia behar duen makina, gure kasuan klusterra) eta zerbitzariaren (fitxategia gordeta daukan makina, kasu honetan NAS zerbitzaria) artean. Bi konexio mota egin daitezke; konexio aktiboa eta konexio pasiboa.

Konexio aktiboan, bezeroak portu bat entzuten uzten du zerbitzariari jakinaraziz zein izango den entzuten uzten duen portu hori [*Irudia 17*-ko 1 puntua]. Ondoren zerbitzariak portu hori kontsultatzen du bezeroak datuak trukatzeko zein portu daukan jakiteko [*Irudia 17*-ko 2 puntua]. Azkenik portua datu transferentziarako kanal bat irekitzen du [*Irudia 17*-ko 3 eta 4 puntuak].

Konexio pasiboan, zerbitzariak 21 portua (balio lehenetsia daukan portu hau, FTP-ren komandoak jasotzeko balio du) entzuten uzten du. Bezeroak portu horri PASV komandoaren bitartez jakinaraziko dio konexio berri bat ireki nahi duela [*Irudia 17*-ko A puntua]. Ondoren zerbitzariak datuak elkar-trukatzeko erabiliko duen portua zein den izango den erantzungo dio [*Irudia 17*-ko B puntua]. Azkenik datuen elkar-transferentziarekin hasiko dira [*Irudia 17*-ko C eta D puntuak].



Irudia 17: FTP protokoloa

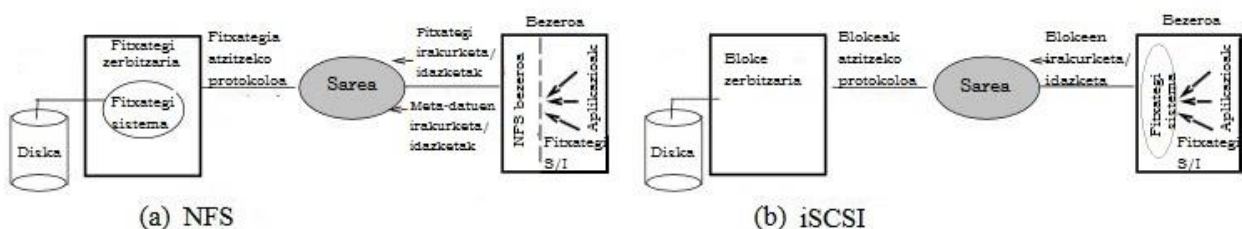
Behin konexioa eginda dagoela, bezeroa eta zerbitzaria elkarren artean komunikatuko dira, bezeroak FTP protokoloak definituta dauzkan komandoak erabilia eta zerbitzariak FTP protokoloak definituta dauzkan erantzunak itzuliko dizkio.

Badaude FTP oinarri bezala daukaten beste inplementazio batzuk, adibidez SSH-rekin erabiltzen den SFTP protokoloa.

### 3.2.2.1.4. iSCSI

IBM eta Cisco sortutako protokolo honek SCSI estandar multzoa TCP/IP sareen bidez garraiatzea ahalbidetzen du. SCSI *host* makinaren (gure kasuan klusterra) eta biltegitratze sistemaren (gure kasuan NAS) arteko datuen garraiorako erabiltzen den protokoloa da.

Goiko puntuan ikusitako, 3.2.2.1.NFS (*Network File System*) atalean bezala, protokolo honek datuak lokalean egongo baleude bezala maneiatzen ditu, baina bi desberdintasun nagusirekin; batetik, datuak disko gordinean (disko fisikoa atzitzuz) eta blokeka manipulatu dira, honek badauka bere murriztapenak, adibidez, zerbitzarian dauden bloke kopuru bakoitzak bezero bakarra jasan dezake; eta bestetik, NFS-k fitxategiak biltegitratze fitxategiko *cache*-tik aldaketak egiten zirela, eta iSCSI-n ordea bezeroaren *cache*-tik [Irudia 18].



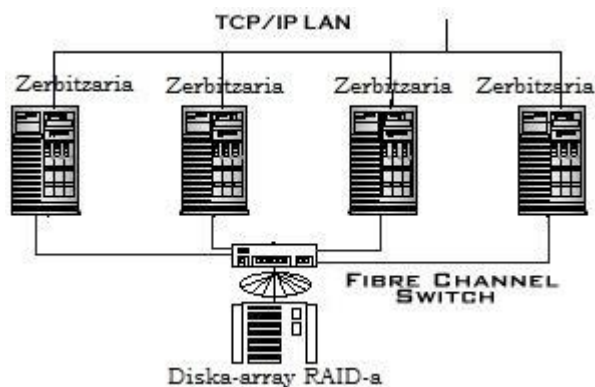
Irudia 18: NFS eta iSCSI protokoloen alderapena

Datuak zerbitzariaren cachean kokatuta egoteagatik (kokapen honengatik irakurketa eta idazketa azkarragoak egiten direlako) eta idazketetan egindako *update aggregation*-engatik (Hainbat idazketa batzen ditu bloke batetan era asinkronoan eta idazketa bat balitz bezala gordetzeko) iSCSI NFS-k baino errendimendu hobea dauka<sup>[20]</sup>.

Gaur egun NAS biltegitratze zerbitzarietan finkatuta dagoen protokoloa bada ere, hasieran bakarrik SAN biltegitratze zerbitzarietan erabiltzeko pentsatuta zegoen protokoloa zen.

### 3.2.2.2. SAN

Abiadura handiko sareen bidez biltegitratze partekatua ahalbidetzen du. Muntaiak bloke-mailan biltegitratzen da, hau da, disko baten blokeak (adibidez 3. diskoaren 6000 blokeak) atzitzen dira. Abiadura handiko sarea erabiltzen denez eta sistema eragileak datuen kudeaketa egiten duenez diskoak zerbitzari sistemaren barnean daudela, edo beste era batera esanda, biltegitratze lokala egiten dela dirudi.



*Irudia 19: SAN biltegitratzearen adibidea*

Aurreko irudia [Irudia 19] erakusten duen moduan, SAN sare batean hiru elementu fisiko nagusi berezi daitezke, batetik zerbitzua emateko erabiltzen diren zerbitzari edo klusterrak, bestetik interkonexioa gauzatzeko erabiltzen diren *switch*-ak eta azkenik biltegitratzeko erabiltzen diren diskoak.

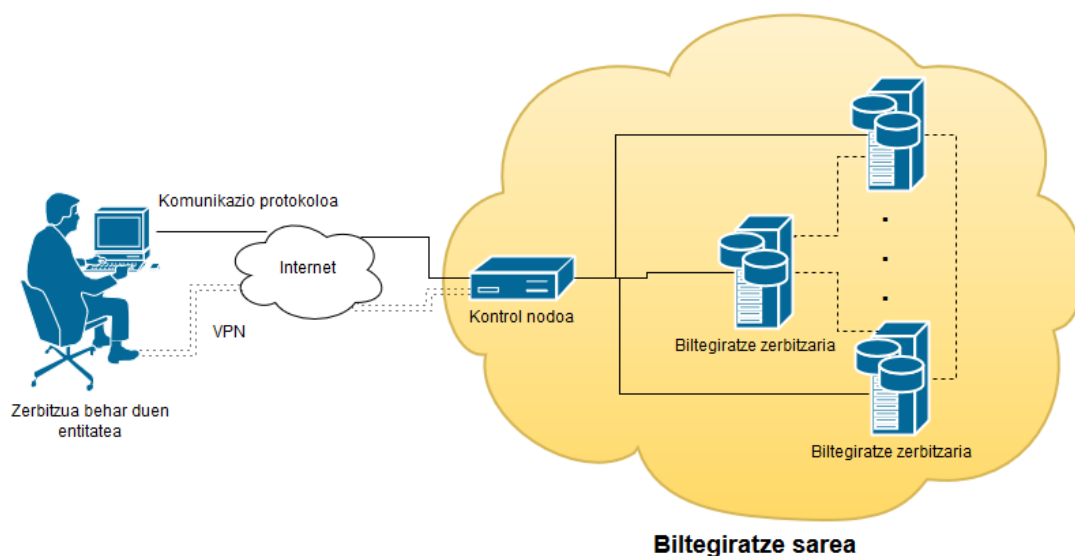
Datuak jasotzeko, zerbitzariak behar dituen datuak eskatuko dio erabiltzen duen sistema eragileari, eta honek behar duen blokeak eskatuko dio disko zehatz bati. Eskara hori SAN sarearen bitartez disko zehatz horretara erabilitako teknologiaren arabera garraiatuko da. Disko horrek zerbitzariak eskatutako blokeak eskuratu eta sarearen bitartez berriz bidaliko dio eskaera egin duen zerbitzariari.

Datuak gordetzeko, zerbitzariak sistema eragileari gorde nahi dituen datuen berri emango dio. Ondoren sistema eragileak datu horiek disko guztietatik libre dauden eta behar dituen blokeak datuak gordetzeko aukeratuko ditu. Sarean zehar garraiatuko dira datuak erabilitako teknologiaren arabera eta azkenik aukeratutako diskoen bloketan idatziko dira.

SAN bat normalean teknologia eta protokolo baten arteko konbinaketarekin inplementatzen da. Protokolo desberdinetatik gehien erabiltzen dena aurreko 3.2.2.1.4. *iSCSI* atalean ikusitako protokoloa. Teknologia desberdinen artean zuntz optikoa (*fiber channel*) gehien erabiltzen den aukera da.

### 3.2.2.3. Hodeiko biltegitratzea (*Cloud storage*)

Hodeiko biltegitratzea edo *cloud storage*-n datuak biltegitratze sare batetan gordetzen dira. Biltegitratutako datuak behar dituzten zerbitzariak Interneten bidez biltegitratze sare hori atzitzen dute komunikazio protokolo bat erabilita, normalean HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) protokoloarekin. Kontrol nodo bat egongo da biltegitratze sare horretara heltzen diren eskaerak zerbitzatzeko, betekizun horretaz aparte firewall, karga banatzaile, eta abar, bezalako beste hainbat funtzionalitate eduki ditzake. Eskara zerbitzatzeko kontrol nodoak eskatutako datuak biltegitratze zerbitzarietatik bereganatzen ditu. Azkenik lortutako datuak behar zuten zerbitzariari bidaltzen dizkie erabilitako komunikazio protokoloarekin.



*Irudia 20: Cloud storage adibidea*

Biltegitratze zerbitzariak NAS edo SAN motako biltegitratze zerbitzariak dira.

*Cloud storage* motako bi inplementazio nagusi bereiz ditzakegu:

- Biltegitratze zerbitzuak behar dituen entitateak hodeian garatutako biltegitratzea. Entitateak biltegitratze zerbitzariak osatutako sare pribatu bat sortzea, zerbitzuek bertan biltegitratuta dauden datuak VPN bidez atzitzeko aukera izateko.
- Beste entitate bati alokatutako biltegitratzea. Beste entitatearen azpiegituran dauden biltegitratze baliabideak mailegatuz. Entitate honek STaaS (*Storage as a Service*) motako zerbitzua, IaaS (*Infrastructure as a Service*) motako zerbitzuen azpi-zerbitzu bat dena, eskainiko dio biltegitratze baliabideak utzitako entitateari.

### 3.2.2.4. Biltegitratze banatua (*Distributed storage*)

Biltegitratze banatuan datuak eskuratzeko, biltegitratze sare baten beharra dago. Datuak sareko nodo desberdinetan biltegitratuta daude. Datuak behar dituen nodoak beste nodoetatik hornitzen da, nodo horretan datuak baldin ez badaude.

### 3.2.3. Erabiliko den biltegitratze aukera

Biltegitratze mota guztiak azalduta daudela, proiektu honen garapenean erabiliko den biltegitratze mota eta hau posible egiten duen soluzioa atal honetan azalduko da.

#### 3.2.3.1. Biltegitratze mota

Hainbat Proxmox zerbitzarik osaturiko erabilgarritasun handiko kluster bat izango denez zerbitzua emango duena, zerbitzari horien biltegitratze lokala, *3.2.1. Biltegitratze lokala* atalean azaldu dena, bigarren leku batean utziko da. Klusterraren nodoek (Proxmox zerbitzari bakoitza) partekatzen duten datuak (Sistema eragileen txantiloak, edukiontzia, etab.) nodo guztietan berdinak izango direlako, ondorioz ez du zentzurik zerbitzariak biltegitratze lokala erabiltzea datu berdinak errepikatuta edukitzeko. Gainera aurrerago ikusiko den *4.2.1.5.1. Partekatuko den biltegitratzea* atalean Proxmox kluster bat inplementatzeko biltegitratze lokala baztertu beharko da zerbitzari bat bertan behera geratzen bada zerbitzua geldituko delako.

Bi arrazoi nagusirengatik hodeiaren aukera ere alde batera utzi da. Arrazoi bat datuak beste entitate batek biltegitratzea nahi ez delako, hauen zerbitzua kontratatu ahal izateko entitate guztiek beraiek ezarritako baldintza eta mugarrak onartu beharko direlako. Arrazoi honi aurre egiteko soluzioa hodei pribatu bat muntatzea izan daiteke, horrela ez dira mugarririk ezta baldintzak egongo. Baztertzeko bigarren arrazoa komentatutako hodei pribatuaren azalpena emanaz geroztik suertatu da, izan ere ez da espero hainbeste biltegitratze zerbitzari erabiltzea, biltegitratze zerbitzari batekin nahikoa dela espero da. Ondorioz kostuak minimizatu arren, hodei pribatu bat sortzea baztertu da.

Biltegitratze banatua erabiltzen duen erabilgarritasun handiko kluster bat inplementatzeko denbora ez dagoela aurreikusteen denez, aukera hau ere alde batera utzi da.

Beste biltegitratze motak arrazoi desberdinengatik baztertu direnez biltegitratze partekatua erabiliko dela erabaki da, gainera Proxmox kluster bat inplementatu nahi baldin bada hau da gomendatzen den aukerenetako bat.

Biltegitratze partekatuetik abiatuta, azalduetako bi inplementazioen artean bat aukeratu beharko da, eta bien ezaugarriak kontuan hartuta esan dezakegu aukerarik egokiena SAN izango dela, datuak gordetzeko eta eskuratzeko bizkorragoa bait delako.

Hala ere kontuan hartu beharko da kostu handiagoa daukala, eta honek murriztapen bat sortzen du proiektuan, kostu hori aurre egiteko baliabiderik ez dagoela. SAN biltegitratze fisiko baten eskurapena posible ez denez, hemen dago baliabide falta hori.

Badaude SAN biltegiak birtual egiteko aukera, baina arazo berarekin topatzen gara, baliabideen murriztapena. SAN birtualak egitea eskatzen duen hardware baliabideak proiektu hau egiteko dauden eta eskuratu daitezkeen hardware baliabideak baino ahaltuagoak dira. Baliabide falta hauengatik SAN baztertzeko erabaki da. Ondorioz SAN aukera baztertuta, NAS aukera erabiliko da.

NAS biltegitratze sistemak erabiliko duen protokoloa aukeratzeko, hainbat faktore kontuan hartu dira ondoren bazterketak egiteko.

SMB eta CIFS, 3.2.2.1.2.SMB (*Server Message Block*) motako protokoloak atalean azaldu direnak, baztertu dira MS-DOS eta Windows sistema eragileak erabiltzen duten sistementzat inplementatuta dagoelako eta Proxmox klusterrak Debian sistema eragilean oinarrituta dago. Bestalde Samba ere baztertu da Proxmox plataforman NFS-k protokolo hau baino errendimendu handiagoa duelako, Proxmox erabili duten pertsonen esperientzian oinarrituz.

FTP, 3.2.2.1.3.FTP (*File Transfer Protocol*) motako protokoloak atalean aztertu dena, baztertu da sarean sortzen duen trafikoa beste protokoloekin alderatuta handiagoa delako.

iSCSI-ren azkartasuna NFS-rekiko alderatuta aukerarik egokiena dirudi, baina beste hainbat faktore eduki beharko dira kontuan. Faktore horietako bat, iSCSI-n idatzitako bloke bakoitza bezero bat jasaten duela, NFS-rekin ordea beste bezeroek, baimenik badaukate, biltegitratu diren datu horiek arazorik gabe atzitu dezaketela. Beste ezaugarri bat NFS-ren aldekoa, VFS-n inplementatutako fitxategi sistemaren arabera datuen integritatea ziurtatzen dela, VFS inplementatutako fitxategi sistema gehienetan gertatzen da hau, iSCSI-k ordea ez du datuen integritatea bermatzen.

Laburbilduz, beharren arabera iSCSI edo NFS protokoloa inplementatzen duen NAS bat aukeratuko da. Proiektu honetan iSCSI protokoloa klusterrak bezeroari eskaintzen dion makina birtualak gordeko dituzten NAS diskoek inplementatuko dute bizkortasuna dela eta. NFS protokoloa ordea, hainbat kluster erabili dezaketen txantiloiak, segurtasun kopiak eta mota horietako partekatuko diren baliabideak gordeko dituzten NAS diskoek inplementatuko dute. Beraz proiektu honetan bi protokoloak erabiltzea erabaki da.

### 3.2.3.2. Biltegitratze teknologia

Aurreko 3.2.3.1.Biltegitratze mota atalean azaldu den moduan SAN inplementatzeko bai fisikoki bai birtualki murriztapenak aurkitu dira, NAS inplementatzeko ordea bakarrik murriztapen fisikoak aurkitu dira, hau da ezin izan da NAS gailu fisikorik eskuratu. Arrazoi honengatik NAS birtual bat eraikitzea erabaki da.

Horretarako NAS birtual bat sortzeko dauden aukera desberdinak aztertu dira (FreeNAS, Openfiler, Rockstor, NAS4free, eta abar). Hauen artean FreeNAS, Openfiler eta Rockstor aukeratu dira frogak egiteko.

**FreeNAS** NAS birtualen arloan software librez inplementatutako proiektu esanguratsuenak da. Kudeatzeko erraza da. Bi modu nagusitan kudeatu daiteke, batetik Shell komando interpretatzaile baten bidez , eta bestetik interfaze grafiko bat nabigatzaile batetik atzituta. Hauek dira software plataforma honen ezaugarriak esanguratsuenak:

- Instalatzen den makinaren prozesadore berdina erabiltzen du, hau da, maiztasun berdinarekin disko birtualetatik datuak atzitzen ditu. Gainera prozesadoreak dauzkan CPU independente eta hari kopuru berdinak erabiltzen ditu.
- Biltegitratzeko erabiltzen diren diskoek aparte beste disko bat beharko da softwarea instalatzeko.
- Sarera konektatzeko hainbat modu inplementatzen ditu.



- Linux banaketako 64 bit-eko sistema eragilea erabiltzen du. Sistema eragile horren funtzionalitateak implementatu diren modua dela eta aztertutako beste softwareekin alderatuta RAM memoria gehiago kontsumitzen du, ondorioz aztertutako beste softwareekin alderatuta RAM memoria tamaina handiagoa beharko du.

Proiektu honetan erabiltzen den NAS biltegitratze partekatua inplementatzeko lehenengo aukera izan da. Horretarako makina birtual bat sortu da VMwarer-en bitartez aurreragoko taulan, [Taula 3] ,ikusitako ezaugarriekin.

Hiru disko gogorrekin sortu da. Lehenengo diskoan, 8 GB-ekoa, FreeNAS softwarea instalatuko da. Bigarren diskoan, 15 GB-ekoa, NFS protokoloa inplementatzen duten direktorioak gordeko dira. Azkenik hirugarren diskoa, 20 GB-ekoa, iSCSI protokoloa inplementatuko du.

Sare konfigurazioari dagokionez NAT konfigurazioarekin sortu da makina birtuala. Honek ahalbidetuko digu makina birtuala IP pribatu baten barnean lan egitea.

Inplementatzerako orduan bi arazo nagusi eduki dira; batetik, Proxmox klusterrak erabiltzen duen interfaze grafikoan NFS-ren bitartez atzitzen diren FreeNAS fitxategiak ez direla bistaritzen, esanez direktorio hori *off line* dagoela. Kontsolatik ordea direktorio hori arazorik gabe muntatzen da, arazoa da direktorio hau erabili nahi bada hemendik aurrera kotsola bakarrik erabili daiteke. Bestetik, iSCSI protokoloa inplementatzen zuten disko birtualek ezin ziren irakurri Proxmox klusterretik *bug* bat zela eta. Hau ulertzekoa da, jakinik bi software hauek hain berriak izanik elkarren arteko talka egin dezaketela. Arazo hauek direla eta bigarren aukera, Openfiler, inplementatzera jo da.

**Openfiler** NAS birtualen arloan software librez inplementatutako FreeNAS-ekiko antza handia daukan beste proiektu bat da. Kudeatzerako orduan aztertuko diren beste bi softwareak baino zailagoa da. Bi modu nagusitan kudeatu daiteke, batetik Shell komando interpretatzaile baten bidez , eta bestetik interfaze grafiko bat nabigatzaile batetik atzituta. Hauek dira software plataforma honen ezaugarriak esanguratsuenak:

- Aurreko softwarea bezala instalatzen den makinaren prozesadore berdina erabiltzen du, hau da, maiztasun berdinarekin disko birtualetatik datuak atzitzen ditu. Gainera prozesadoreak dauzkan CPU independente eta hari kopuru berdinak erabiltzen ditu.
- Aurreko softwarea bezala biltegitratzeko erabiltzen diren diskoez aparte beste disko bat beharko da softwarea instalatzeko.
- Ezaugarri hau FreeNAS bezala sarera konektatzeko hainbat modu inplementatzen ditu.
- Linux banaketako 64 bit-eko sistema eragilea erabiltzen du. Sistema eragile horren funtzionalitateak implementatu diren modua dela eta aztertutako beste softwareekin alderatuta RAM memoria gutxiagoa kontsumitzen du.

Proiektu honetan erabiltzen den NAS biltegitratze partekatua inplementatzeko bigarren aukera, eta behin betikoa, izan da. Horretarako makina birtual bat sortu da VMware-ren bitartez aurreragoko taulan, [Taula 3], ikusiko diren ezaugarriekin.

FreeNAS inplementatzen duen makina birtuala bezala hiru disko gogorrekin sortu da. Lehenengo diskoan, 8 GB-ekoa, Openfiler softwarea instalatuko da. Bigarren diskoan, 15 GB-ekoa, NFS protokoloa inplementatzen duten direktorioak gordeko dira . Azkenik hirugarren diskoa, 20 GB-ekoa, iSCSI protokoloa inplementatuko du.

Sare konfigurazioari dagokionez NAT konfigurazioarekin sortu da makina birtuala. IP pribatu baten barnean lan egiteko.

**Rockstor** NAS birtualen arloan software librez inplementatutako beste proiektu bat da, aipatzekoa da balorazio onak dauzkala software librea jaisteko ospetsu den *Sourceforge* web orrialdean. Aztertutako softwareen artean kudeatzeko errazena da. Bi modu nagusitan kudeatu daiteke, batetik Shell komando interpretatzaile baten bidez , eta bestetik interfaze grafiko bat nabigatzaile batetik atzitura.

Hauek dira software plataforma honen ezaugarriak esanguratsuenak:

- Aurreko softwareak bezala instalatzen den makinaren prozesadore berdina erabiltzen du, hau da, maiztasun berdinarekin disko birtualetatik datuak atzitzen ditu. Gainera prozesadoreak dauzkan CPU independente eta hari kopuru berdinak erabiltzen ditu.
- Beste softwareekin alderatuta biltegitratze diskoak eta softwarea instalatzeko diskoa ez dira bereiztu behar.
- Aurreko softwareak bezala sarera konektatzeko hainbat modu inplementatzen ditu.
- Linux banaketako 64 bit-eko sistema eragilea erabiltzen du. Sistema eragile horren funtzionalitateak inplementatu diren modua dela aztertutako beste softwareekin alderatuta RAM memoria balio altua kontsumitzen du nahiz eta FreeNAS-en baliora heltzen ez den.

Proiektu honetan erabiltzen den NAS biltegitratze partekatua inplementatzeko ordezko aukera izan da. Makina birtuala sortzeko ezaugarriak, [Taula 3], taulan agertzen dira.

Openfiler softwareak dauzkan ezaugarri bat ezik, disko kopuruen ezaugarria zehaztearen, beste ezaugarri guztiak berdin mantenduko direla espero da.

Kasu honetan disko bakarrarekin sortzea espero da, Rockstor softwarea biltegitratzeko erabiliko diren diskoetan instalatzea ahalbidetzen duelako.

Rockstor-en arazo nagusia iSCSI protokoloa inplementatzen ez duela, ondorioz proiektuan aukeratutako biltegitratze mota aldatu beharko zen soilik NFS protokoloa inplementa dezan. Mota honetako aldaketa egitea proiektuan zehar bideragarria ikusten da, horregatik aukera hau bideragarri bezala utzi da.

Ondorengo taulan, [Taula 3], hiru software motak inplementatzeko erabili beharko diren baliabideak azaltzen dira.

	TEKNOLOGIAK		
	FreeNAS	Openfiler	Rockstor
Prozesadorea			
Maiztasuna (GHz)	2.2	2.2	2.2
Core kopurua	1	1	1
Hariak	1	1	1
RAM			
Edukiera (MB)	1536	1024	1024
Disko gogorra			
Kopurua	3	3	1
Edukiera (GB)	8 GB, 15 GB, 20 GB	8 GB, 15 GB, 20 GB	25 GB
Sare egokitzailea			
Konfigurazioa	NAT konfigurazioa	NAT konfigurazioa	NAT konfigurazioa
Sistema eragilea			
Mota	Linux	Linux	Linux
Bit kopurua	64	64	64
Erabiltzen duen RAM kopurua (hurbilketa MB)	753	185	580

*Taula 3: NAS teknologiak*



# 4

---

## Produktuaren garapena

Atal honetan helburua betetzeko produktua nola garatu behar den azalduko da. Hasieran azpiegituren zerbitzaria garatzeko aukeratutako produktua eskaintzen dituen ezaugarriak azalduko dira. Behin proiektuaren helburuak asebetetzeko produktuan garatu beharreko funtzionalitateak azalduko dira. Ondoren produktuan garatu ahal izan diren funtzionalitateak nola inplementatu diren azalduko da.

### 4.1. Proxmox eskainitako ezaugarri / funtzionalitateak

---

Aurreko 3.1.7. *Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko softwarea: Proxmox VE* atalean azaldu den bezala makina birtual eta edukiontzi zerbitzaria garatzeko Proxmox ingurune birtuala erabiliko da. Plataforma honek badauka funtzionalitate interesgarri batzuk produktuan inplementatu ahal direnak edo produktuari begira, arreta deitu dutenak. Puntu honetan azalduko dira interesgarri suertatu diren ezaugarriak.

**Konputagailu arkitektura anitz jasan dezake:** Linux eta Windows Server sistema eragileek erabili dezaketen 32 edo 64 biteko konputagailu arkitekturekin bateragarria da. Ezaugarri honek malgutasuna emango du Proxmox plataforma instalatzeko makina fisikoa aukeratzeko orduan, gaur egun erabiltzen diren bi konputagailu arkitektura nagusienak (32 eta 64 biteko arkitekturak) onartzen dituelako.

**Open Source Software-z inplementatuta:** Ingurune birtual hau kode ireki batez inplementatuta dago, hau da, software askea daukan abantailak eta desabantailak inplementatzen ditu. Proiektu honetan kontuan hartu beharko dira kode askeko lizentzia (kasu honetan *GNU Affero General Public License*, 3. Bertsioa<sup>[21]</sup>) ezartzen dituen mugak.

**Kodearentzat biltegi publikoa dauka (GIT):** Orokorrean proiektuaren atal (du konfigurazio fitxategiren batean, kodearen zati batean, eta abarrean) batean, hobekuntzaren bat sartu bada eta biltegi publikora igo bada, arazorik gabe atzitu eta ingurunera egokitzea ahalbidetuko du.

**Dokumentatzeko modua desberdinak:** Ingurune birtualak sortutako enpresak eskainitako arazo euskarriaz aparte, badauka dohainezkoa den Wiki-ak<sup>[22]</sup> eta publikoa den foro bat, zalantzentzat, proposamentzat, eta abar.

**Komando-lerroko interfazea erabili daiteke:** Proxmox ingurune birtualak aginduak exekutatzeko terminal bat erabiltzeko aukera ematen du. Ingurune birtualak agindu hauek interpretatu eta prozesu batzuk martxan jarriko ditu. Komando-lerroa erabiltzearen abantaila nagusia komandoak exekutatzeko orduan azkarragoa izango dela eta makinaren baliabide (RAM memoria, adibidez) gutxiago kontsumituko duela. Desabantailei dagokienez erabiltzaile aurreratuentzat edo komando-lerroa ezaguna daukaten erabiltzaileentzat izango dela. Proxmox ingurune birtualak erabiltzen duen komando lerroak ezaugarri batzuk inplementatzeko gai da, adibidez: ingurune birtualeko osagai guztiak kudeatu ditzake; tabuladorea erabili dezake auto-osaketarako, honi esker agindu bat idazten hasten bada, eta komando-lerroan agindu osoa idatzi baino lehen tabuladorea sakatuta agindu hori auto-osatu dezakela, edo idatzi dena erreferentzia bezala hartuta, sistemak idatzi denarekin bat datozen eta ezagutzen dituen aginduen zerrenda itzuliko du.

Ezaugarri honen abantailen artean erosotasuna aipa daiteke, batetik erabiltzaileak agindu zehatz batez gogoratzen ez bada, baina gutxi gora-behera agindua nola idazten den baldin badaki, auto-osaketaren bitartez errazagoa izango du agindu hori gogoratzea, edo bestetik idazteko denbora aurrezteko balioko du.

**Web-ean oinarritutako kudeatzeko interfaze grafikoa:** Sarearen bitartez eta web nabigatzaile baten bitartez erabiltzen den softwarea atzitzeko. Honek abantaila nagusi bat aurkezten digu: Erosotasuna. Aintzakotzat har dezakegun ezaugarrien artean ondorengoak aipa daitezke; Web-ean oinarritutako eta kudeatzeko balio duen GUI-a (*Graphical User Interface*) bestelako tresnarik (software) edo makina berririk (web zerbitzari) abian jartzeko ez da behar, hau da beste baliabide baten dependentziarik ez dauka; Edukiontzia eta makina birtualak sortzeko erraztasunak eskaintzen ditu, *Wizard* software edo konfigurazio laguntzaile baten laguntzarekin; RBAC (*Role Based Permission Management*) erabiltzen du, segurtasun funtzio honek erabiltzaileei baimen berezia behar duten atazetan sartzea ekiditeen du.

**Identifikatzeko hainbat iturri posible:** Identifikazio lokala erabiltzeaz aparte (hau Proxmox berak duen zerbitzari baten bidez egiten da), hainbat modu erabili daitezke identifikazio iturri bezala; LDAP protokoloa (Direktorioak administratzeko protokolo bat, hau da, erabiltzaileen informazioa atzitzeko erabiltzen den protokoloa TCP/IP protokoloekin), Linux PAM kautotze estandarra ( Zerbitzu baten segurtasun politikak moldatzea ahalbidetzen du zerbitzu hori erabiliko duen erabiltzaile motaren arabera), eta azkenik MS ADS (*Microsoft Active Directory*, Windows 2000-an erabiltzen den datu base banatua sare baliabideen informazioa gordetzen duena, honi esker baliabide hauen kokalekua eta administrazioa errazten den. Domeinuen elkarketan eta Kerberos-en oinarritzen da).

**SSL jasaten du:** SSL protokoloa jasaten du. SSL puntutik puntura segurtasun zerbitzuak eskaintzen dituen garraio mailan erabiltzen den protokoloa da. Zerbitzu hauen artean honako hauek bereizten dira:

- Datuen konfidentzialtasuna.
- Bezero eta zerbitzariaren autentifikazioa.
- Datuen osotasuna bermatzen du.

**Erabilgarritasun handiko klusterra (*High Availability Cluster*) inplementa dezake:** Erabilgarritasuna sistema zenbat denbora martxan egongo den adieraziko du. Normalean ehuneko bat izan ohi da, eta ondorengo formulaz kalkulatzen da.

$$\text{Erabilgarritasuna} = \frac{\text{Martxan espero den denbora} - \text{martxan egon ez den denbora}}{\text{Martxan espero den denbora}}$$

- Martxan espero den denbora: Sistema zerbitzua eskaintzeko martxan egongo den denbora, esaterako web-zerbitzu bat martxan egon beharko da astero 6 egun eta egunero 20 ordu.
- Martxan egon ez den denbora: Zerbitzua martxan egotea espero den eta martxan egon ez den denbora. Bi gertaerek sortu dezakete hau.
  - Prestatuta dauden geldiketak: Gehienbat kudeaketarako prestatzen dira sistemaren geldiketa hauek, esaterako sisteman eguneratze bat egiteko.
  - Ustekabeko geldiketak: Espero ez den egoeraren batek sortutako geldiketak dira, esaterako hardware akatsen batengatik edukitakoa.

Beste kontzeptu bat ulertu beharko dena, erabilgarri izateak ez du esan nahi hutsegiteko tolerantzia daukala. Sistemak eduki dezake akatsen bat. Erabilgarritasun handiari esker eduki ahalko den akats hori edukitzeko probabilitatea txikia izango dela bermatzen da.

**Ez dauka Single Point Of Failure (SPOF):** Sistema osoko osagai baten funtzionamendu hutsegite batetik sistema osoak hutsegiteen badu osagai horri deituko zaio SPOF. Proxmox-ek ez dauka SPOF-rik, ezaugarri honek sendotasuna emango dio gure sistema osoari, osagai bat izorratzerakoan besteak arazorik gabe martxan jarraituko dute.

**Hainbat nagusi:** Ezaugarri hau argi edukitzeko argi eduki beharko da zer den nagusi-morroi komunikazio eredu. Proiektu honetan Proxmox zerbitzariak inplementatzen dute eredu hau. Talde batean bi taldekide mota egongo dira, batzuk nagusiak, hauek komunikazioei hasiera emango eta hauek kontrolatuko dituzte. Besteak morroiak, nagusiei kasu egingo diote.

Nagusi-morroi ereduan hainbat nagusi edukitzea onuragarria izan daiteke nagusi bat hutsegiteen badu beste nagusi batek ordezkatu dezakelako, horrela makinaren arteko komunikazioa etengabe gauzatu ahalko delako.

**Watchdog Fencing** Bi kontzeptu argi eduki beharko ditugu ezaugarri hau ulertzeko, batetik zer den *Watchdog*-a eta bestetik *fencing*.

*Watchdog*-a tenporizadore mota bat da hardwarez kontrolatzen dena. Tenporizadore honek akatsen bat badago sistema berrabiarazten du. Tenporizadore honek balio finko bat definituta dauka, eta balio hau txikitzen joango da zerora heldu arte. Momentu horretan sistema berrabiaraziko da. Azpirutina batek zerora heltzea saihestuko du balioa hasieratuz, honela ez da behin da berriz berrabiaraziko, bakarrik sistema blokeatzerakoan eta azpirutina hori exekutatu ezingo duenean.

*Fencing* , aurrerago azalduko den bezala, kluster edo partekatutako fitxategi sistema batean izorratutako nodo bat isolatzeko prozesuari deritzo.

Proxmox erabiltzen ari diren zerbitzariak eta quorum-a, *4.2.1.5.4. Quorum-a erabiltzea* atalean azalduko da quorum kontzeptua, badaukate *watchdog*-aren balioa hasieratzeko baimena (Proxmox-en 60 segundoko balioa dauka). Nodoa edo quoruma balio hori gainditzen badu ezingo du *watchdog*-aren balioa hasieratu, momentu honetan *fencing* prozesua aplikatuko zaio. Balioa zerora heltzerakoan nodoa berrabiaraziko da.

Ezaugarri honi esker sistema berak isolatu eta berrabiaraziko ditu nodoak, ez da beharko administratzaile denbora osoan adi egongo dena hutsegiteen dituzten nodoak isolatzeko eta hauek berrabiarazteko.

**Baliabide agenteak erabili:** Kluster baliabideentzat erabiltzen diren estandarizatutako interfazeak dira. Eragiketa multzo bat aplikazio edo baliabideei egin beharreko pauso multzo batera itzultzen ditu, eta ondoren aplikazio edo baliabideek bueltatutako emaitzak interpretatzen ditu, asmatze edo errore bezala.

**Fencing:** Kluster edo partekatutako fitxategi sistema batean hutsegin duen nodo bat isolatzeko prozesuari deritzo, honela nodo horrek partekatutako baliabideak izorratzea ekidingo da. Proxmox-ek ez du baimenik emango ni nodoen aldibereko datu sarbidea egiteko, nodo bat hutsegiteen badu aldibereko datu sarbidean beste nodoak kaltetzen saihesteko.

Lehen esan bezala, *fencing* prozesua erabiltzen du *watchdog*-arekin batera, baina *softdog*-arekin (softwarez inplementatutako eta *watchdog*-aren funtzionalitate bera duen *daemon* prozesua) erabiltzeko aukera ere ematen du.

**Biltegitratze motak:** Hiru biltegitratze era erabili daitezke Proxmox zerbitzarietan, protokolo desberdinekin. Ondorengo biltegitratze mota hauek onartzen ditu.

- Biltegitratze lokala ZFS, EXT/LVM eta XFS motako protokoloekin.
- Biltegitratze partekatua Fiber channel, iSCSI eta NFS motako protokolo eta teknologiek.
- Biltegitratze banatua Ceph RBD, Sheepdog eta DRBD9 inplementazioekin.

**Backup-ak eta berrezarpenak egiteko aukera:** Proxmox batetik edukiontzien segurtasun kopiak, *backup*-ak, edukiontzietan egitea eta bestetik momentu jakin bateko egoera batera itzultzea (*Snapshots*-en, edo momentu batetan egindako datuen egoeraren “argazkia”-ren bidez), berrezarpenak, ahalbidetzen du.

**Txantiloak eta kopiak erabiltzeko aukera:** Txantilo baten bitartez edukiontzi eta makina birtual berri bat sortzeko aukera ematen du Proxmox-ek. Txantilo erabiltzen da azpiegitura berriak sortzeko. Bi txantilo mota daude, igo edo deskargatutakoak eta makina birtualentzat bakarrik Proxmox sisteman sortzen diren txantiloak. Proxmox sisteman sortutako txantilo batetik bi motako kopiak egin daitezke:

- Kopia osoa (*Full clone*): Kopia txantiloiarekiko independentea da, ez du ezer partekatzen.
- Kopia estekatua (*Linked clone*): Kopia disko birtualak partekatzen ditu txantiloiarekin. Teknika honen abantaila disko espazioa mantentzen duela.



Ezaugarri honen bidez azpimarratu beharra dago container berriak sortzeko erosotasuna eta biltegitzearen optimizatzea *linked clone* kopien kasuan.

**Sare zubia egiteko aukera:** Sare zubi batek bi sare edo gehiago hauen arteko komunikaziorako konektatzen dituen softwarea edo hardwarea da. Sare zubi hauek erabiltzearen motibazioa desberdina izan daiteke, batetik fidagarritasunagatik, sare bat arazoak ematen baditu sare horretan bakarrik eraginak izango ditu eta beste sareen arteko komunikazioak ez ditu izorratuko, bestetik segurtasunagatik, hainbat sare definituta daudenez segurtasun maila desberdinak definitu daitezke, honela sareen artean bidaiatzen doan segmentuaren informazioa ezkutatu daiteke. Proxmox ingurune birtualaren sare zubiaren ezaugarriak honako hauek dira:

- *Host* bakoitzak 4096 sare konektatu ditzake.
- TCP/IP konfigurazioa erabiltzen du, gainera IPv6 bertsioa ere jasateko gai da.
- VLAN-ak erabiltzeko aukera ematen du.
- Open vSwitch (*Switch* birtual bat bezala erabiltzeko moduan programatutako softwarea. Trafikoa birbidaltzen du makina birtual desberdinen artean edo makina birtual eta sare fisikoaren artean) erabiltzeko aukera ematen du.

**Suhesia (Firewall):** Sareko segurtasun sistema trafiko iragazketarako erabiltzen dena. Proxmox-ek softwarez inplementatutako berezko suhesia erabiltzen du ondorengoko ezaugarriekin; Hiru konfigurazio maila desberdin eskaintzen ditu Proxmox suhesia, lehena datu zentroarentzat (baliabideen informazioa kokatzen den tokia), bigarrena zerbitzariarentzat, eta azkenengo maila azpiegiturentzat; Konfigurazioa egiteko modu desberdinak, iragazketa egiteko komando lerroa edo interfaze grafikoa erabili daiteke; IPv4 eta IPv6 helbideetatik datozen datagramen iragazketa egiteko gai da.

**Faktore bikoitzeko autentifikazioa (Two-Factor Authentication):** Zerbitzu bat erabiltzeko edo zerbitzu batera sartzeko segurtasun handiago bat emateko, bi faktoreen konbinaketa. Faktore horiek honakoak izan daitezke:

- Erabiltzaileak dakien zeozer: Pasahitzak, pin-ak...
- Erabiltzaileak daukan objektu fisikoren bat: USB-a, txartelak...
- Erabiltzailearen ezaugarri fisikoren bat: Hatz-marka, ahotsa...

Proxmox-ek lehenengo bi ezaugarriak konbinatzen ditu. Erabilitako teknologien artean Denboran oinarritutako erabilera bakarreko pasahitzak (*Time-based One Time Passwords, TOTP*) eta *YubiKey*.

*TOTP*-ak bere izenak dionez bizitza tarte bat daukate, erabilera edo denbora bat mugatzen duena. Behin erabilia edo denbora bat pasa delarik pasahitz horiek suntsitzen dira.

*YubiKey* USB itxura duen hardware gailu txiki bat da, zerbitzua eskaintzen duen makinara konektatzerakoan eta botoi bat sakatzerakoan faktore bikoitzeko autentifikazioa eskaintzen duena.

**Zuzenezko migrazioa (*Live Migration*):** Makina fisiko batetan sortuta dauden makina birtualak edo sistema eragile edukiontzia beste makina fisiko batera mugitzearen ekintza da. Mugimendu hau egiten den bitartean zerbitzua ez da gelditzen. *Live migration*-i esker zerbitzua martxan jarraituko du adibidez *backup* bat egin nahi denean, makina birtual edo edukiontzia zerbitzariz aldatu nahi denean, etab.

## 4.2. Inplementatu den kasu praktikoaren ezaugarriak

---

Kasu praktikoan bi sistema nagusi bereiztu dira, batetik, web-zerbitzua emateko erabiltzen diren makina birtual edo edukiontzia inplementatuko emango duen klusterra eta bestetik, zerbitzua emateko beharrezkoak diren baliabideak gordeko duen biltegitratze zerbitzari bat. Sistema hauetan inplementatu beharreko ezaugarriak azalduko dira atal honetan.

### 4.2.1. Birtualizaziorako zerbitzariaren klusterra

Proiektu honen helburua gauzatzeko inplementatu behar diren ezaugarriaz aparte, Proxmox ingurune birtualak eskainitako ezaugarrien artean honako hauek inplementatzea espero da.

#### 4.2.1.1. Grafikoki kudeatzeko aukera

Webean oinarritzen den interfaze grafikoa erabiliko da ahal den bakoitzean. Komando lerroan erabiltzen diren komandoak aldeztatik aurretik ezagutzen ez badira, interfaze grafikoko kudeatzerako orduan gauzak erraztuko duelako.

#### 4.2.1.2. Erabiltzaileak kudeatu

Kluster hau kudeatzeko erabiltzaile desberdinak definitu ahal dira, kudeatze baimen desberdinekin. Honi esker *root* kudeatzaile nagusiaz gain kudeatzaile bat baino gehiago behar bada, hauek sortzeko eta hauei baimenak esleitzeko aukera edukiko du sistemak.

Web-zerbitzariaren adibidearekin jarraituz demagun web-zerbitzua emateko erabiltzen diren edukiontzia eta makina birtualak inplementatzen duten zerbitzari mordoa daudela, eta guzti hauek pertsona bakarrak ezingo dituela kudeatu. Funtzionalitate honi esker erabiltzaile desberdinak sor daitezke, sortutako erabiltzaile bakoitzari kudeatze baimenak esleituz. Adibidez hiru erabiltzaile sortzeko aukera izatea, bakoitza zerbitzari kopuru bat guztiz kudeatu ahal duena.

#### 4.2.1.3. Alegiazko makinak zerbitzatu

Proxmox klusterra web-zerbitzuetarako erabiliko den hardware baliabide batzuk eta sistema eragile zehatz bat daukan makina birtualak zerbitzatzeko gai izango da. Ondorengo funtzionalitateak izango ditu makina birtualak.

#### **4.2.1.3.1. RAM memoria dinamikoa**

Sistemaren errendimendua hobetze arren eta sistema erabiltzen duen RAM memoria kudeatzeko, makina birtualen RAM memoria dinamikoa izatea erabaki da. Dinamikoa izateak balio finko bat ezik balio tarte bat emango dela esanahi du. Denboran zehar eta beharren arabera tarte horretan emandako balio zehatz baten balorea hartuko du.

#### **4.2.1.3.2. Kudeaketa baimenak esleitu**

Bi motako kudeaketa bereizi daitezke. Batetik makina birtualaren barnean egiten den kudeaketa, hau da makina birtuala piztu eta hortik egiten den kudeaketa. Bestetik makina birtualaren ezaugarrien kudeaketa. Bigarren honetan arreta jarriko da. Edonork ezingo ditu makina birtual hauen ezaugarrien kudeaketa egin, bakarrik administratzaileak edo aurreko puntuan 4.2.1.2. *Erabiltzaileak kudeatu* sortutako kudeatze baimenak dauzkaten erabiltzaile bereziak.

#### **4.2.1.3.3. Segurtasun kopiak**

Makina birtualaren segurtasun kopiak (*backup* eta *snapshot-ak*) egin ahalko dira aurrerago 4.2.1.8. *Segurtasun kopiak* atalean azalduko den bezala.

#### **4.2.1.4. Edukiontzia zerbitzatu**

Proxmox klusterra Linux sistema eragile zehatz bat daukan edukiontzia zerbitzatzeko gai izango da. Sistema eragile hori web-zerbitzari bat bezala aritzeko ahalmena eduki beharko du.

#### **4.2.1.4.1. Kudeaketa baimenak**

Aurreko 4.2.1.3.2. *Kudeaketa baimenak* atalean azaldu den bezala edonork ezingo ditu makina birtual hauen ezaugarrien kudeaketa egin bakarrik administratzaileak.

#### **4.2.1.5. Erabilgarritasun handiko zerbitzaria**

Puntu honetan Proxmox plataforma erabiltzen duen erabilgarritasun handiko kluster bat inplementatzeko gomendagarriak diren ezaugarriak azalduko dira.

#### **4.2.1.5.1. Partekatuko den biltegitratzea**

Erabilgarritasun handia bermatzeko eta zerbitzuarekin jarraitzeko klusterreko zerbitzari guztiek azpiegitura guztiak atzitzeko gai izan beharko dira. Partekatu edo banatutako biltegitratze batek bermatu dezake hori, biltegitratze lokalak ordea ez. Biltegitratze lokalean zerbitzari bat erortzen bada biltegitratze hori ere eroriko delako, eta horren ondorio bezala azpiegituren zerbitzua bertan behera geratuko delako.

#### 4.2.1.5.2. Konfiantzazko sarea

Sistemaren komunikazioa sarean zehar egiten denez bermatu beharra dago sarea ez dela eroriko. Identifikatu diren arazoak hainbat dira, hardware akatsak, giza akatsak eta saihestu ezin diren beste hainbat arazo. Konponketa eman ahalko zaion arazo bat bai identifikatu dela, hori aurrera agertuko den 4.2.1.6.Sarearen kudeaketa atalean azaltzen da, sarea ito egin delako bertan behera geratzearen arazoa.

#### 4.2.1.5.3. Fencing teknika

Erabilgarritasun handia bermatu nahian, bi nodoen arteko talkak saihesteko aurretik azaldutako *fencing* teknika *watchdog* sistemaren erlojuarekin batera erabiltzen da.

Demagun zerbitzari batek datu batzuk eskuratu eta aldatzen ari dela, eta bat-batean zerbitzari hori bertan behera geratzen dela, aldatu dituen datuak ez ditu gordeko bertan behera geratu delako. Ondoren beste zerbitzari batek datu berdinak eskuratu eta aldatzen hasten dela. Bigarren zerbitzariak datuak aldatzen ari den tarte horretan bertan behera geratu den zerbitzaria berriz martxan jartzen da utzitako lekutik. Egoera horretan datuen arteko talka gertatuko da, berriz martxan jarri den zerbitzaria datuak ez dituelako aurkituko bertan behera geratu baino lehen zeuden moduan.

#### 4.2.1.5.4. Quorum-a erabiltzea

Erabilgarritasun handia bermatzeko, quorumari esker klusterrean sortzen diren nagusi/morroji gatazkak ekiditeen dira. Gatazken arazoa zerbitzarien aukeraketan sortzen da, baina lehenago aukeraketa ulertu beharko da.

Nagusi/morroji aukeraketa batean, Proxmox aukeraketa batean zehazki, nodoek beraien artean bozketa baten bidez nagusia zein izango den aukeratuko dute demokrazia baten antzera. Arazoa gertatuko da bi nodo baldin badaude eta hauetako bat erortzen bada. Zein da arazoa? Bakarra bozkatu ahalko duela baina ez dauka nor bozkatzerik.

Arazo hori konpontzeko Quoruma sortzen da. Zehaztapen askotan sartu gabe, honek nodoen denbora marka eta identitatea jasotzen ditu. Denbora marka hori eguneratzen joaten da heuristikoki batzuen bidez. Eguneratzen ez bada nodo hori deskonektatuz hartzen da eta nodo nagusia baldin bada, beste nodo bat aukeratuko da nagusia izateko. Nagusi berria ID (identitate) txikiena duen nodoa izango da.

#### 4.2.1.6. Sarearen kudeaketa

Sarearen kudeaketa beste proiektu berri bat bezala har genezake, sarearen kudeaketa atal mamitsua delako. Horregatik proiektu honetako atal honek azalduko du sarean espero den kudeaketa zein izango den.

Aurreko 4.2.1.5.2.Konfiantzazko sarea atalean azaltzen den bezala konfiantzazko sare bat eraiki behar da, horretarako konpondu daitezkeen erroreak identifikatu beharko dira. Identifikatu den errore horietako bat, trafiko kantitate handiengatik sarea itotzea eta bertan behera geratu ahal dela izan da.

Errore hori konpontzeko hasieran argi eduki beharko da sarean garraitzen den trafikoa sailkatu beharko dela, eta horren arabera sare desberdinetik edo sareko leku batetik edo bestetik trafiko hori garraiatuko dela. Hiru trafiko mota bereiz daiteke, batetik zerbitzariak sortzen duten kontrol trafikoa; bestetik, azpiegiturak kudeatzeko sortzen den trafikoa; eta azkenik, biltegiatze zerbitzarietatik sortuko den trafikoa.

Egokiena hiru sare desberdinak sortzea litzateke, sare bakoitzak besteekiko independentea delarik. Lehenengo sarea, Proxmox sistemen arteko sarea izango zen, bertan klusterra kudeatzeko beharrezkoa den kontrol trafikoa garraiatuko da. Bigarren sarea, biltegiatze zerbitzari eta klusterreko zerbitzarien arteko sarea izango zen, bertan biltegiatutako datuak daramaten datagramak garraiatuko dira. Hirugarren eta azkeneko sarea, zerbitzarien eta web-zerbitzuak alokatutako duten azpiegituren sarea izango zen, bien arteko trafikoa garraiatzeko. Sare bereizketa hauek interfaze desberdinak erabilia egin daitezke, ondorioz sare txartel desberdinak erabili beharko dira zerbitzarietan trafikoa hobeto kudeatzeko eta sarea itotzeko arrisku txikiagoa izateko.

Hemendik aurrera errendimendua hobetzeko beste hainbat teknika inplementa daitezke sarearen kudeaketan, esaterako interfazeen batura logikoa (*Bonding, link aggregation*) ezagutzen den teknika erabiliz, eta aztertze dauden beste hainbat gauza.

#### 4.2.1.7. Moldatutako sistema eragileen irudiak erabili

Azpiegiturak (makina birtual eta edukiontziak) erabiltzen duten sistema eragileak, moldatuta dauden sistema eragileen irudiak erabilia sortu daitezke. Badaude lehenetsitako makina birtual eta edukiontziak sortzeko sistema eragileen irudiak ere erabiltzeko aukera, baina moldaketa aukera honi esker web-zerbitzuak eskaintzeko errendimendu hobea daukan sistema eragilea erabili daiteke.

Bi modutara moldatu daitezke sistema eragile hauek. Batetik sistematik kanpo moldatuta sistema eragilea, eta ondoren sistemara igotzen den txantilo bat bezala, eta bestetik, sisteman dagoen makina birtual bat moldatu eta txantilo batetan bihurtu. Azkeneko hau bakarrik makina birtualek erabili dezakete.

#### 4.2.1.8. Segurtasun kopiak

Azpiegiturak gordetzeko edo egoera zehatz batzuk berreskuratzeko aukera emango digu funtzionalitate honek. Bi modu daude segurtasun kopia horiek egiteko. Batetik *backup*-ei esker, eta bestetik *snapshot* edo sistemaren "argazkiei" esker.

*Backup* batean azpiegitura guztia kopiatu eta trinkotu egiten da, *snapshot*-ean ordea lehen esan bezala azpiegituraren egoeraren "argazki" bat egiten da. Bataren abantaila besteren desabantaila da eta alderantziz. *Backup*-ak *snapshot*-ak baino denbora eta leku gehiago beharko dute, baina era berean *backup*-a azpiegituraren kopia hutsak dira. Zer gertatuko litzateke azpiegitura desagertzen bada? *Snapshot*-ak ez daukala baliorik egoera bakarrik gordetzen duelako eta ez dagoen zezerren egoera ezingo da berreskuratu, *backup*-ak ordea kopia hutsak direnez azpiegitura osoa berreskuratu daiteke.

Segurtasun kopiak egiteko aukera bat hautatu beharrea biak erabiltzea komenigarria litzateke. *Backup*-ak denbora tarte handiagotan eginik eta *snapshot*-ak ordea denbora tarte txikiagotan.

#### **4.2.1.9. Zuzenezko migrazioa (*Live Migration*)**

Zerbitzua galdu gabe zerbitzari baten dauden azpiegiturak mugitzea ahalbidetuko digu ezaugarri honek, lehen azaldu den bezala. Zerbitzu hau hobeto ulertzeko adibide batekin azalduko da.

Adibide orokorrarekin jarraituz, demagun web-zerbitzua bat hiru Proxmox zerbitzariz osatutako kluster bateko makina birtual batean inplementatzen dela. Egoera dela eta makina birtuala inplementatzen duen zerbitzari fisikoa aldatuko da beste zerbitzari fisiko berri batengatik. Horren ondorioz, zer egin beharko litzake zerbitzuarekin? Zerbitzua bertan behera utzi zerbitzari berria sisteman egokitu arte? Honek denbora beharko du, eta beharko duen denbora horretan web-zerbitzuak ez du funtzionatuko. Guzti hau ekiditeko aurreko parrafoan esan den bezala zuzenezko migrazioa inplementatzen da.

#### **4.2.1.10. Suhesia**

Suhesiari esker sareko segurtasuna handiagotu daiteke egiten duen trafiko iragazketarekin. Bi motako suhesiak bereizi ditzakegu. Batetik sistemara zuzenduta dagoen trafikoarentzako suhesiak eta bestetik azpiegiturentzako zuzenduta dagoen trafikoa.

### **4.2.2. Biltegitratzeko zerbitzariak**

Errendimendu handia lortu nahian eta zerbitzariaren datuak gordetzeko NAS birtualak gutxienez eskaini beharko dituen zerbitzuak ondorengoak izango dira.

#### **4.2.2.1. Fitxategiak NFS bitartez partekatzeko aukera**

Aurretik 3.2.3.1. *Biltegitratze mota* atalean ikusi den bezala NAS biltegitratze zerbitzariaren gutxienez disko bat NFS protokoloaren bitartez fitxategiak partekatzeko konfiguraturuta egon beharko da. Egia da errendimendu hobeago bat nahiko bada komenigarria izango dela disko horren erreplika egitea hondatzen bada zerbitzuarekin jarraitzeko, eta hondatzen ez den bitartean diskoen karga banaketak egiteko.

#### **4.2.2.2. Datuak iSCSI bitartez biltegitratzeko aukera**

Aurretik 3.2.3.1. *Biltegitratze mota* atalean ikusi den moduan NFS-rekin alderatuz bizkorragoa den iSCSI protokoloa erabiltzen duen gutxienez disko bat erabiliko da NAS zerbitzarian. Kasu honetan ere komenigarria dela erreplika den bigarren disko bat edukitzea, hondatzen bada zerbitzuarekin jarraitzeko.

### 4.2.2.3. Suhesia

Bakarrik klusterreko zerbitzariak datuak gorde dezaten suhesiaren funtzionaltasuna gehituko da. Honi esker trafiko iragazketa ahalbidetuko du, hau da, definitutako zerbitzariak bakarrik NAS biltegitatze zerbitzarian datuak gordetzeko aukera edukiko dute.

## 4.3. Kasu praktikoaren garapena

---

Proxmox zerbitzarietan eta biltegitatze zerbitzarian inplementatu beharreko eta garatu diren funtzionalitate batzuk garatu dira atal honetan.

### 4.3.1. Birtualizaziorako zerbitzariaren klusterra

Birtualizazio klusterra garatzeko, aurreko 3.1.7. *Makina birtualen eta edukiontzien zerbitzaria garatzeko softwarea: Proxmox VE* atalean azaldu den bezala, Proxmox oinarria duten hiru zerbitzari eskuratu beharko dira.

Behin zerbitzariak eskuratuta daudela hauek abiaraziko dira web zerbitzua zerbitzatuko duten makina birtualak eta edukiontzia dauzkan Proxmox klusterra sortzeko. Klusterra sortzeko zerbitzari bakoitzeko komando lerrotik sortu beharko da. Ondoko urratsak jarraitu beharko dira:

1. Zerbitzari baten komando lerroan klusterra sortuko da, horretarako ondorengo komandoa exekutatu da:

```
# pvecm create "Klusterraren izena"
```

2. Klusterra sortu duen zerbitzaria ez diren beste zerbitzariak klusterraren barnean sartuko dira. Horretako ondoren idatziko den komandoa exekutatu beharko. Ondoren hau baieztatu beharko da "Yes" idatzita, eta azkenik, klusterra sortu duen zerbitzariaren *root* erabiltzailearen pasahitza sartu beharko da klusterra sortu ez duen beste zerbitzarietan. Idatzi beharko den komandoa:

```
# pvecm add "Klusterra sortu duen IP helbidea"
```

3. Dena ondo egin dela ziurtatzeko klusterraren egoera bistaratuko da. Horretarako klusterra sortu duen nodoko komando lerrotik (nodo guztietatik egin daiteke, baina klusterra sortu duen nodotik exekutatu da, hau 100% klusterraren barnean egongo delako) ondorengo komandoa exekutatu da eta dena ondo egin bada zerbitzari bakoitzaren IP helbidea agertuko da taldekideen ("*Membership information*") artean [Irudia 21]:

```
# pvecm status
```

```
root@nodoa1:/home# pvecm status
Quorum information
-----
Date:                Wed May 11 12:08:04 2016
Quorum provider:    corosync_votequorum
Nodes:              3
Node ID:            0x00000001
Ring ID:            16
Quorate:           Yes

Votequorum information
-----
Expected votes:    3
Highest expected:  3
Total votes:       3
Quorum:            2
Flags:             Quorate

Membership information
-----
    Nodeid      Votes Name
0x00000001      1 192.168.137.171 (local)
0x00000002      1 192.168.137.172
0x00000003      1 192.168.137.173
```

*Irudia 21: pvecm status komandoaren emaitza*

Sortutako klusterrean zerbitzariaren bat klusterretik kanpo utzi nahi bada, komando lerroan honako urratsak jarraitu beharko dira:

1. Kanpoan utzi nahi den zerbitzariaren izena jakin beharko da, horretarako honako komandoa erabiliko da eta bertan "Name" atalean izena agertuko da [Irudia 22]:

```
# pvecm nodes
```

```
root@nodoa1:/home# pvecm nodes

Membership information
-----
    Nodeid      Votes Name
      1          1  nodoa1 (local)
      2          1  nodoa2
      3          1  nodoa3
```

*Irudia 22: pvecm nodes komandoaren emaitza*

2. Zerbitzariaren izena jakinda orain zerbitzari hori klusterretik ezabatuko da ondorengo komandoarekin:

```
# pvecm delnode "Zerbitzariaren izena"
```

3. Dena ondo badoa klusterraren sorkuntzan erabilitako [3] komandoa erabili daiteke ikusteko nodoa ondo ezabatu dela zerbitzaritik.

Klusterretik ezabatutako zerbitzari bat berriz klusterrean sartu nahi bada aurreko [2] pausuarekin arazoak emango ditu. Soluziorik sinpleena zerbitzari horretan Proxmox berriz



instalatu. Zerbitzarian instalazioa egin baino lehen komeni da hainbat segurtasun kopia egitea, ondorengo urratsak jarraituz:

1. Nodo horretan dauden edukiontzi edo makina birtual guztiak beste nodoetara transferitu aurrerago azalduko den *4.3.1.8. Zuzenezko migrazioa (Live Migration)* ataleko pausuekin adibidez.
2. Zerbitzu hauek gelditu:
  - a. *"pve-cluster"*: Klusterraren konfigurazio fitxategiak fitxategi sistemarentzat atzigarri uzten duen zerbitzua.
  - b. *"pvedaemon"*: REST API eskaintzen duen zerbitzua.
  - c. *"pvestatd"*: Baliabideen egoera ematen duen zerbitzua.

ondorengo komandoarekin:

```
# systemctl stop "Zerbitzuaren izena".service
```

3. Ondoren hainbat direktorio eta fitxategi prestatuko dira SCP-ren (*Secure copy*) bidez beste makina batera edo flash memoria batera kopiatzeko:
  - a. *"/var/lib/pve-cluster/"*: Klusterraren datu basearen konfigurazioa gordetzen duen direktorioa.
  - b. *"/root/.ssh/"*: SSH-k erabiltzen dituen gakoak gordetzeko direktorioa. Bi gakoien *symlink*-ak (beste PATH-a daukan elementu , kasu honetan gako, bati erreferentzia egiten dion goitizena).
  - c. *"/etc/corosync/"*: Corosync softwarearen konfigurazio direktorioa.
  - d. *"/etc/hosts/"*: Nodoaren izena eta honi esleitutako IP helbideak gordetzen duen fitxategia.
  - e. *"/etc/network/interfaces"*: Nodoak daukan sare interfazeak gordetzen duen fitxategia.

Direktorioak trinkotuko dira ondorengo komandoarekin.

```
# tar -czf "Trinkotutako direktorioaren izena".tar.gz  
"Trinkotu nahi den direktorioaren PATH-a"
```

Ondorengo komandoarekin kopiatuko dira fitxategiak.

```
# cp "Kopiatu nahi den fitxategiaren izena" "Kopiatu nahi  
den fitxategia gordeko den PATH-a"
```

4. Zerbitzarian Proxmox VE berriro instalatu. Instalatzerakoan zerbitzariaren oraingo *hostname* eta aurreko *hostname* berdina izan beharko da.

5. Aurreko pausuan kopiatutako fitxategi eta direktorioak nodo berrian kopiatu. Direktorioen kasuan, hasieran sistemak sortutako eta kopiatu diren direktorioak ezabatu beharko dira. Horretarako ondorengo komandoa idatzi beharko da:

```
# rm -rf "Ezabatu nahi den direktorioaren izena"
```

Behin direktorioak ezabatuta daudela kopiatuko dira komando honen bitartez:

```
# mv "Mugitu nahi den fitxategiaren izena" "Mugitu nahi den fitxategia gordeko den PATH-a"
```

Ondoren direktorioak destrinkotuko dira komando honen bitartez:

```
# tar -xzf "Destrinkotu nahi dena"
```

Fitxategiak bakarrik kopiatu beharko dira komando honen bitartez:

```
# mv "Mugitu nahi den fitxategiaren izena" "Mugitu nahi den fitxategia gordeko den PATH-a"
```

6. *"pve-cluster"* zerbitzua berriro martxan jarri ondorengo komandoarekin:

```
# systemctl start "Zerbitzuaren izena".service
```

7. Bi gakoien *symlink*-ak berrezarri ondorengo komandoen bidez:

```
# ln -sf "Gakoa (PATH guztiarekin)" "Symlink-ak edukiko duen izena (PATH guztiarekin)"
```

8. *"pvedaemon"* eta *"pvestatd"* zerbitzuak berriro martxan jarriko dira ondorengo komandoarekin:

```
# systemctl start "Zerbitzuaren izena".service
```

9. Zerbitzaria berriz klusterrean sartu, horretarako honako komandoa exekutatu da:

```
# pvecm add "Klusterra sortu duen IP helbidea" -force
```

10. Klusterrean ziurtagiriak eguneratuko dira ondorengo komandoaren bitartez:

```
# pvecm updatecerts
```

Behin klusterra kudeatzeko pausuak eman direla, ondoren kluster honek inplementatuko dituen funtzionalitateak garatzeko beharrezkoa dena azalduko da.

### 4.3.1.1. Grafikoki kudeatzeko aukera

Proxmox-en funtzionalitate hau erabiltzea kasu askotan kontsolatik kudeatzea baino erabilgarriagoa eta ulerkorragoa izango da, ondorioz proiektuan interfaze grafikoa funtzionalitate guztiak garatzeko erabiltzea erabaki da, hauek era honetara kudeatzeko arazorik ez badute ematen. Horretarako nabigatzaile bat irekiko da eta bertan ondorengoa idatziko da.

```
https://"Zerbitzariaren IP helbidea":8006
```

### 4.3.1.2. Erabiltzaileak kudeatu

Klusterrak hiru zerbitzariz osatuta dagoenez, demagun proiektu honetan, erabiltzaile nagusiaz aparte beste hiru erabiltzaile egongo direla zerbitzari bakoitza makina birtualak eta edukiontzia kudeatzeko. Erabiltzaile hauek bakoitzari esleitu zaion zerbitzarian dauden azpiegiturak kudeatzeko gai izango da bakarrik.

Hasieran erabiltzaileak sortu beharko dira, horretarako interfaze grafikoa (ondoren hortik kudeatu nahi baldin bada, eta kasu honetan hau egingo da) eta komando lerroa erabili beharko dira. Ondorengo urratsak jarraitu beharko dira.

1. Komando lerrotik erabiltzailea sortu nahi bada `/etc/pve/user.cfg` fitxategia atzitu beharko da eta bertan ondoren azaltzen den formatuz idatzi beharko da erabiltzailearen berri bat. Hasieran formatuan idatzi beharreko parametroak azalduko dira ondoren formatua azalduko da.
  - a. "Erabiltzaile izena": Sortuko den erabiltzaile kontuaren izena.
  - b. "Nola identifikatu": Proxmox-en funtzionalitate desberdinen artean, aurreko *0. Identifikatzeko hainbat iturri posible* atalean azaldu da, identifikatzeko era desberdinak daudela. Hemen identifikatzeko erabili den iturria jarri beharko da.
  - c. "Epea bukatzeko data": Erabiltzaile kontu hau noiz desgaituko den data definitu beharko da. Ez bada inoiz desgaituko 0 balioarekin bete beharko da.
  - d. "Izena": Hautazko parametroa. Hemen kontua kudeatuko duen erabiltzailearen izena jarriko da.
  - e. "Abizena": Hautazko parametroa. Hemen kontua kudeatuko duen erabiltzailearen abizena jarriko da.
  - f. "Komentarioa": Hautazko parametroa. Kontuari buruz komentario bat egin sartu nahi bada, adibidez kontuari buruzko informazioa, hemen sortuko da.
  - g. "Identifikazio gakoa": Hautazko parametroa. Kontua identifikatzeko sartuko den gakoa.

```
# user:"Erabiltzaile izena"@ "Nola identifikatu": "Epea bukatzeko data": "Izena": "Abizena": "Komentarioa": "Identifikazio gakoa"
```

2. Zerbitzari guztietan erabiltzailea sortu eta pasahitza esleitu. Sortzerako orduan aurreko [1.a] ataleko "Erabiltzaile izena" parametroan sartu denaren berdina idatzi

beharko da. Ondorengo bi komando hauek sartuko dira, lehena erabiltzailea sortzeko eta bigarrena pasahitza esleitzeko.

```
# useradd "Erabiltzaile izena"
```

```
# passwd "Erabiltzaile izena"
```

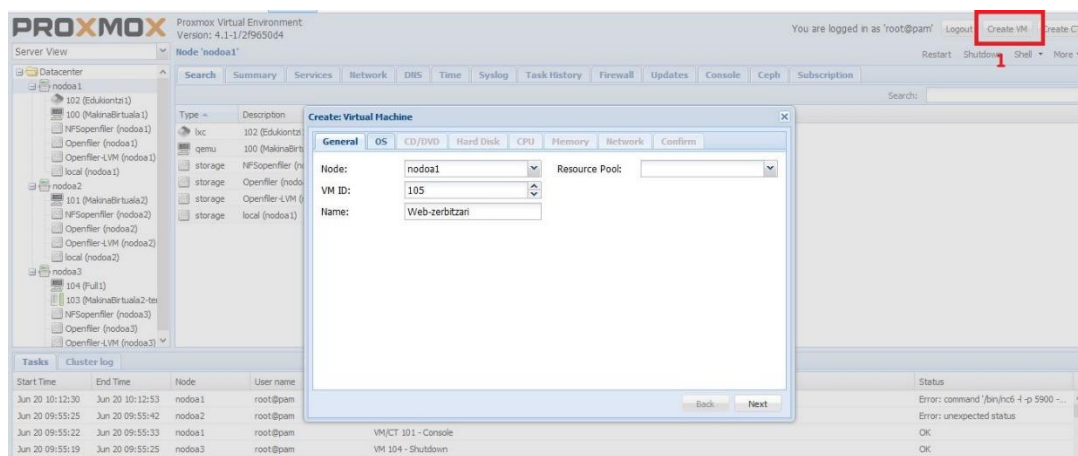
3. Kudeatzeko kontsola bakarrik erabiliko bada aurreko bi puntuekin nahiko izango da. Grafikoki kudeatu nahi bada ondokoa egin beharko da. Hasieran [2] pausoa egin beharko da. Interfaze grafikokoan sartu *root* erabiltzailearekin. Bertan sistema osoa, "Users" atala eta ondoren "Add" botoia. Ondoren agertuko den leihoan atalean [1] pausoa betetako datu berdinak bete beharko dira.

### 4.3.1.3. Alegiazko makinak zerbitzatu

Azpiegitura mota bat nola sortzen den azalduko da puntu honetan. Demagun web-zerbitzu bat muntatzeko azpiegitura bat sortu beharko dela eta azpiegiturak bi *core*-ko prozesadorea 8 GB-eko disko gogorra eta 1 GB-eko RAM memoria izan beharko duela.

Makina birtuala sortzeko web nabigatzailea ireki eta bertatik sortu eta kudeatuko da, hau da, grafikoki sortuko da makina birtuala. Ondorengo urratsak jarraituko dira.

1. Makina birtuala sortzeko "Create VM" botoia sakatuko da, eta sakatu bezain pronto hainbat "azpi-leiho" daukan konfigurazio laguntzaile bat agertuko da [Irudia 23].



*Irudia 23: Makina birtuala sortzeko botoia eta konfigurazio laguntzailea*

2. "General" azpi-leihoan makina birtualaren ezaugarri orokorrak aukeratu edo idatziko dira. "Next" botoia sakatu baino lehen ondorengo ezaugarrien artean aukeratu edo idatzi beharko da.
  - a. "Node": Sortuko den makina birtuala zein nodok kudeatuko duen aukeratzeko da.
  - b. "VM ID": Makina birtualaren identifikazioa.
  - c. "Name": Makina birtualaren izena.
3. "OS" azpi-leihoan makina birtualak erabiliko duen sistema eragilea nolako *kernel* mota edukiko duen aukeratu beharko da, eta ondoren "Next" botoia sakatu.

4. *"CD/DVD"* azpi-leihoan sistema eragilea instalatzeko erabiliko den teknika aukeratuko da. Proiektu honetan NFS bitartez konpartitutako disko irudiak erabiliko dira, ondorioz proiektu honetan beti *"ISO"* aukera hautatuko da. Honen barnean *"Storage"* aukeran NAS zerbitzaritik NFS bitartez partekatutako direktorioa aukeratuko da, aurreragoko 4.3.2.2. *Fitxategiak NFS bitartez partekatzeko aukera* ataleko [2.a] pausuan definitzen da. *"ISO image"* aukeran erabili nahi den, eta aurreragoko 4.3.1.6. *Moldatutako sistema eragileen irudiak erabili* atalean igoko den disko irudia hautatuko da. Azpi atal honekin bukatzeko *"Next"* botoia sakatuko da.
5. *"Hard Disk"* azpi-leihoan makina birtualaren diskoari buruzko parametroak bete beharko dira. Proiektu honetan bete beharreko parametroak ondorengoak dira gutxienez *"Next"* botoia sakatu baino lehen.
  - a. *"Storage"*: Non gordeko da makina birtuala, makina birtualak gordetzeko iSCSI protokoloa inplementatzen duen diskoa erabiliko da aurreko 3.2.3.1. *Biltegiratze mota* puntuan azaldu den bezala .
  - b. *"Disk size"*: Diskoaren edukieraren tamaina.
6. *"CPU"* azpi-leihoan makina birtualak erabiliko duen prozesadorearen ezaugarriak beteko dira. Ondorengo parametroak bete beharko dira *"Next"* botoia sakatu baino lehen.
  - a. *"Sockets"*: Prozesadoreak erabiliko dituen hari kopurua.
  - b. *"Cores"*: Prozesadoreak erabiliko dituen CPU independente kopurua.
  - c. *"Type"*: Prozesadore mota.
7. *"Memory"* azpi-leihoan makina birtualak erabiliko duen RAM memoriari buruzko parametroak sartuko dira. Bi aukeren artean beti *"Automatically allocate memory within this range"* aukera hautatuko da, aukera hau RAM memoria dinamikoa, aurreko 4.2.1.3.1. *RAM memoria dinamikoa* atalean azaldu den bezala, egiteko balioko digu. Ondoren bi parametro beharko dira, zein parametro tartean egokituko den RAM memoria dinamikoa, batetik RAM memoria hartuko duen balio maximoa *"Maximum memory"* parametroan bete beharko dena, kasu honetan 1GB-ekoa eta bestetik RAM memoria hartuko duen RAM memoria minimoa *"Minimum memory"* kasu honetan zerbitzua martxan egoteko beharko den RAM memoria. Ondoren *"Next"* botoia sakatuko da.
8. *"Network"* azpi-leihoan makina birtualak erabiliko duen sareari buruzko konfigurazioa sartuko da. Hau aurreko 4.2.1.6. *Sarearen kudeaketa* atalean esan den bezala aztertzeke arazo bat izango litzateke, zein izango den aukerarik onena. Proiektu honetan *"Bridge mode"* hau da sare zubi parametroa aukeratuko da, honen barnean VLAN aukerarik gabe eta *"Bridge"* parametroan zein izango den zubia adieraziz. Ondoren *"Next"* botoia sakatuko da.
9. *"Confirm"* azpi-leihoak sartutako datuak baieztatzeke balio du, hau izango da makina birtuala sortu baino lehen eman beharreko azkeneko urratsa.

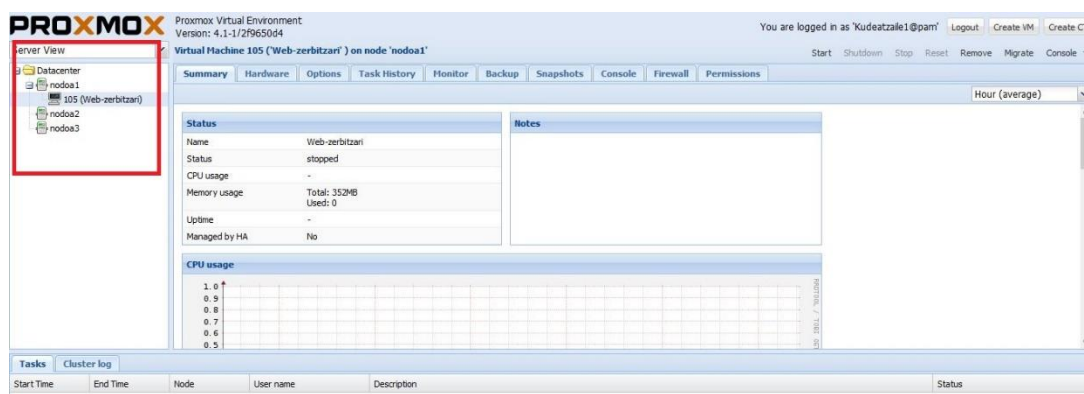
Beste modu bat ere badago sortzeko aurrerago, 4.3.1.6.2.Sisteman makina birtuala moldatu eta txantilo bihurtu ataleko [3] pausuan, azalduko dena. Modu honen oinarria txantilo bihurtu den makina birtualaren klon bat egiten.

#### 4.3.1.3.1. Kudeaketa baimenak

Aurreko 4.3.1.2.Erabiltaileak kudeatu atalean sortutako erabiltaile berriei azpiegiturak kudeatzeko baimena emango zaie. Horretarako interfaze grafikoan azpiegitura aukeratuko da. Bertan botoi desberdinak agertuko dira, "Permissions" azpi-leihoa sakatuko da. Ondoren "Add" botoia eta "User permission" aukera hautatuko da. Bertan "User", baimena emango zaion erabiltailea, eta "Role", erabiltaileari emago zaion baimen mota<sup>[23]</sup>, parametroak aukeratuko dira.

Aurreko adibidearekin jarraituz kudeatzeko hiru erabiltaile daudela *root* erabiltaileaz aparte. Demagun erabiltaile baimenak eman nahi zaizkiola lehenengo zerbitzarian sortu berri den makina birtual berri bati. Ondorioz lehenengo nodoko kudeatzaileak edukiko ditu administratzaile ("Role" parametroan *Administrator* aukeratzen) baimenak.

Ondo egin dela frogatzeko interfaze grafikoa irekiko dugu eta sistemara sartuko gara *root* erabiltailea ez den eta baimena jaso duen erabiltailearekin. Ikus daitekeen moduan beraren interfaze grafikoan ezingo ditu beste makina birtualak kudeatu, bakarrik baimena eman zaion makina [Irudia 24].



Irudia 24: Kudeatzaile 1 baimen adibidea

#### 4.3.1.4. Edukiontzia zerbitzatu

Edukiontzia motako azpiegitura bat sortuko da puntu honetan. Demagun web-zerbitzu bat garatzeko azpiegitura bat sortu beharko dela. Kasu honetan edukiontzia motako azpiegitura erabiliko aurreko 3.1.6.Birtualizazio teknologiaren aukera atalean ikusi den bezala errendimendua hobea da.

Edukiontzia sortzeko web nabigatzailea ireki eta bertatik sortu eta kudeatuko da, hau da, grafikoki sortuko da makina birtuala bezala. Ondorengo urratsak jarraituko dira:

1. Edukiontzia sortzeko makina birtuala sortzeko botoiaren alboan dagoen "Create CT" botoia sakatuko da, eta sakatu bezain pronto hainbat azpi-leiho daukan konfigurazio laguntzaile bat agertuko da.

2. *“General”* azpi-leihoan makina birtualaren ezaugarri orokorrak aukeratu edo idatziko dira. *“Next”* botoia sakatu baino lehen ondorengo ezaugarrien artean aukeratu edo idatzi beharko da.
  - a. *“Node”*: Sortuko den edukiontzia zein nodo kudeatuko duen aukeratzeko da.
  - b. *“VM ID”*: Edukiontzia-identifikazioa.
  - c. *“Name”*: Edukiontzia-izena.
  - d. *“Password”*: Edukiontzia-*root* erabiltzailea edukiko duen pasahitza.
  - e. *“Confirm password”*: Sartutako pasahitzaren baieztapena.
3. *“Template”* azpi-leihoan sistema eragilea instalatzeko erabiliko edukiontzi txantiloia aukeratu da. Proiektu honetan NFS bitartez konpartitutako edukiontzi txantiloia erabiliko dira, ondorioz proiektu honetan *“Storage”* aukeratu NAS zerbitzaritik NFS bitartez partekatutako direktorioa, aurreko 4.3.1.3. *Alegiazko makinak zerbitzatu* ataleko [3] pausaren berdina, beti aukeratu da eta *“Template”* aukeratu erabili nahi den eta ondorengo 4.3.1.6.1. *Sistemara moldatutako txantiloia igota* atalean igoko den edukiontzi txantiloia aukeratu da. Azpi atal honekin bukatzeko *“Next”* botoia sakatu da.
4. *“Root Disk”* azpi-leihoan edukiontzia- diskoari buruzko parametroak bete beharko dira. Ondorengo parametroak dira proiektu honetan bete behar direnak gutxienez *“Next”* botoia sakatu baino lehen.
  - a. *“Storage”*: Non gordeko da makina birtuala, makina birtualak gordetzeko iSCSI protokoloa inplementatzen duen diskoa erabiliko da, arazoa da iSCSI diskoa ezin dituela edukiontziak gorde. Kasu berezi honetarako NFS protokoloa inplementatzen duen disko baten gorde behar direla.
  - b. *“Disk size”*: Diskoaren edukieraren tamaina.
5. *“CPU”* azpi-leihoan edukiontziak erabiliko duen prozesadorearen ezaugarriak beteko dira. Ondorengo parametroak bete beharko dira *“Next”* botoia sakatu baino lehen.
  - a. *“CPU limit”*: Edukiontziak CPU-aren zenbateko portzentaia erabili dezake.
  - b. *“CPU units”*: Edukiontziak jasoko duen CPU-aren zerbitzu denbora minimoa.
6. *“Memory”* azpi-leihoan edukiontziak erabiliko duen RAM memoriari buruzko parametroak sartuko dira. Ondorengo parametroak bete beharko dira *“Next”* botoia sakatu baino lehenago.
  - a. *“Memory”*: Edukiontzia erabiliko duen RAM memoriaren tamaina.
  - b. *“Swap:”*: Edukiontzia erabiliko duen *Swap* memoria (memoria fisikoan gordeko ez diren baliabideen memoria) tamaina.
7. *“Network”* azpi-leihoan edukiontziak erabiliko duen sareari buruzko konfigurazioa sartuko da. Hau hainbat alditan azaldu den bezala aztertzeko arazo bat izango litzateke, zein izango den aukerarik onena hautatzeko. Proiektu honetan *“Bridge mode”*, hau da, sare zubi parametroa aukeratu da, honen barnean VLAN aukerarik

gabe eta “*Bridge*” parametroan zein izango den zubia adieraziz. Kasu honetan IP helbide dinamikoak esleituko zaizkio horretarako “*IPv4*” eta “*IPv6*” parametroetan “*DHCP*” aukera hautatuko da. Ondoren “*Next*” botoia sakatuko da.

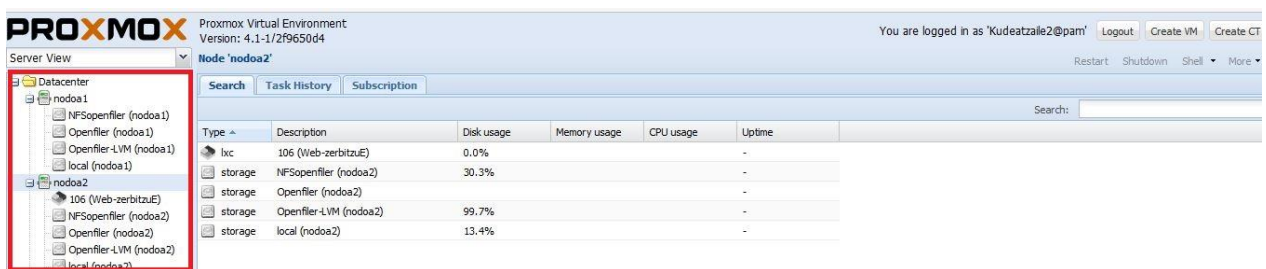
8. “*DNS*” azpi-leihoan edukiontziak erabiliko duen/dituen DNS zerbitzari izena ezarriko da. Proiektu honetan ez du DNS berezirik behar ondorioz klusterreko zerbitzariak erabiltzen duten DNS-a hautatuko da. Ondoren “*Next*” botoia sakatuko da.
9. “*Confirm*” azpi-leihoak sartutako datuak baieztatzeko balio du, hau izango da makina birtuala sortu baino lehen eman beharreko azkeneko urratsa.

#### 4.3.1.4.1. Kudeaketa baimenak

Aurreko 4.3.1.2. *Erabiltzaileak kudeatu* atalean sortutako erabiltzaile berriei azpiegiturak kudeatzeko baimena emango zaie. Horretarako interfaze grafikoan azpiegitura aukeratuko da. Bertan azpi-leiho desberdinak agertuko dira, “*Permissions*” azpi-leihoak sakatuko da. Ondoren “*Add*” botoia eta “*User permission*” aukera hautatuko da. Bertan “*User*”, baimena emango zaion erabiltzailea, eta “*Role*”, erabiltzaileari emago zaion baimen mota<sup>[23]</sup>, parametroak aukeratuko dira.

Aurreko adibidearekin jarraituz kudeatzeko hiru erabiltzaile daudela *root* erabiltzaileaz aparte. Demagun erabiltzaile baimenak eman nahi zaizkiola bigarren zerbitzarian sortu berri den edukiontzi berri bati. Ondorioz bigarren nodoko kudeatzaileak edukiko ditu administratzaile (“*Role*” parametroan *Administrator* aukeratzeko) baimenak.

Ondo egin dela frogatzeko interfaze grafikoan irekiko dugu eta sistemara sartuko gara *root* erabiltzailea ez den eta baimena jaso duen erabiltzailearekin. Ikus daitekeen moduan beraren interfaze grafikoan ezingo ditu beste makina birtualak edo edukiontziak (ikus [Irudia 24] irudian aurreko 4.3.1.3.1. *Kudeaketa baimenak* atalean sortu den makina birtuala ez dela agertzen) kudeatu, bakarrik baimena eman zaion makina edo edukiontzia [Irudia 25].



Irudia 25: Kudeatzaile 2 baimen adibidea

#### 4.3.1.5. Erabilgarritasun handiko zerbitzaria

Erabilgarritasun handiko zerbitzaria bete ahal izateko ezaugarriak puntu honetan garatuko dira.



#### 4.3.1.5.1. Partekatuko den biltegitratzea

Erabilgarritasun handia bermatu nahian partekatutako biltegitratzea garatu da, hau garatu da aurreragoko 4.3.2. *Biltegitratze zerbitzariak* atalean.

#### 4.3.1.5.2. Konfiantzazko sarea

Proiektu honetan sarea ito eta bertan behera geratzeko arriskurik ez dagoela aurreikusteen da, hau da proiektu honetan badaukagu konfiantzazko sarea. Gainera honek beste hainbat alditan azaldu den bezala sarearekiko analisi sakonago bat egin beharko litzake.

#### 4.3.1.5.3. *Fencing* teknika

Erabilgarritasun handia bermatu nahian txarto dauden nodoak isolatzeko eta talkak saihesteko *fencing* teknika inplementatu behar da. Proxmox bertsio honetan klusterra sortzerakoan lehenetsita dauka *watchdog fencing*, aurretik *fencing* azalpenean ikusi den moduan.

Erabiltzen diren hardware baliabideetatik eskuratzen da erabiltzen den *watchdog*-a, erabiliko den *watchdog* modulua definitzeko “*/etc/default/pve-ha-manager*” fitxategian egiten da [Irudia 26].

```
# select watchdog module (default is softdog)
#WATCHDOG_MODULE=ipmi_watchdog
```

*Irudia 26: /etc/default/pve-ha-manager fitxategiaren edukia*

Hardwarean ez badago *watchdog*-ik sistema berak softwarez inplementatuko du funtzionalitate bera duen Linux *softdog*-a.

#### 4.3.1.5.4. Quorum-a erabiltzea

Nagusi/morroki gatazkak ekidin eta erabilgarritasun handia bermatzeko quorum-a erabiliko da. Proxmox bertsio honetan ez da beharrezkoa inplementatzea, klusterra hiru nodoekin sortzen delako. Horren informazioa, adibidez zenbat quorum dauden, ikusteko ondorengo komandoa exekutatu da, eta ondokoa jasoko da [Irudia 27].

```
# pvecm status
```

```
root@nodea1:~# nvecm status
Quorum information
-----
Date:                Mon Jun 20 16:48:02 2016
Quorum provider:     corosync_votequorum
Nodes:               3
Node ID:              0x00000001
Ring ID:              1848
Quorate:              Yes

votequorum information
-----
Expected votes:      3
Highest expected:    3
Total votes:         3
Quorum:              2
Flags:                Quorate
```

*Irudia 27: Quorum informazioa*

#### 4.3.1.6. Moldatutako sistema eragileen irudiak erabili

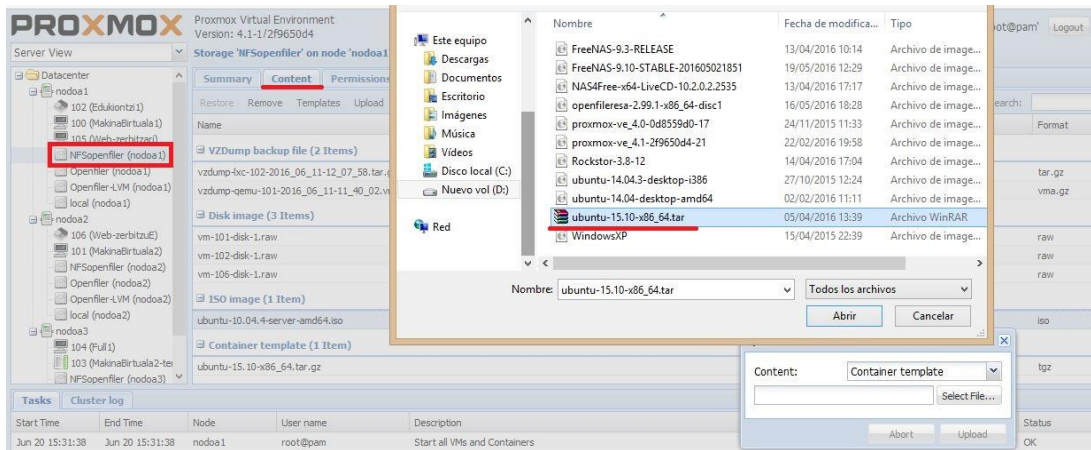
Sortutako makina birtualek eta edukiontziek erabiltzen duten sistema eragileak zerbitzua eskaintzen duen entitateak moldatutako sistema eragileen irudiak erabilia sortu daitezke. Puntu honetan irudi hauek nola sortu ahal diren bi modu azalduko dira.

##### 4.3.1.6.1. Sistemara moldatutako txantiloia igota

Puntu honetan txantiloia igo beharko da, horretarako hasieran sistematik kanpo moldatu den edo eskuratu den txantiloia igoko da. Bi modutara kudeatuko da grafikoki eta komando lerrotik. Gogoratu beharra dago bai grafikoki eta baita komando lerrotik txantiloia NFS protokoloarekin partekatutako direktorio batetan gorde beharko dela.

Grafikoki egiterako orduan batzuetan arazoak ematen ditu (gehienbat 500 MB baino gehiagoko txantiloietan) horregatik ez da alderatu komando lerroko aukera.

Grafikoki, behin NFS direktorioak muntatuta daudela, aurreragoko *4.3.2.2.Fitxategiak NFS bitartez partekatzeko aukera* ataleko [1] puntutik aurrera azalduko dena, txantiloia igoko da. Horretarako interfaze grafikoan txantiloia gorde nahi den NFS protokoloa inplementatzen duen diskoa aukeratuko da. Behin aukeratuta dagoela hiru botoi agertuko dira, bertan "Content" botoia aukeratuko da eta azpi-leiho berri bat agertuko da. Bertan lau botoi agertuko dira bertan "Restore" gorde diren *backup*-ak berreskuratzeko, "Remove", biltegitratzean dagoen zeozer ezabatzeko, "Templates", eskaintzen diren txantiloien lehenetsiak deskargatzeko, eta "Upload", txantiloiak igotzeko. Ondorioz txantiloia igotzeko "Upload" botoia sakatuko da, bertan arakatu txantiloia aurkitu arte eta txantiloia igoko da [Irudia 28].



*Irudia 28: Txantiloia igo*

Komando lerrotik egiteko modurik errazena kopia segurua eginez izango da. Hau egin baino lehen hainbat urrats jarraitu beharko dira.

1. Hasieran jakin beharko da non muntatzen den NFS bidez partekatutako direktorioa. Horretarako `"/etc/pve/storage.cfg"` fitxategia atzitu da. Bertan biltegitratze guztiei buruzko informazioa agertuko da, esaterako motako biltegitratzea, kanpoko biltegitratzearen IP helbidea, sisteman non muntatzen da, eta beste hainbat ezaugarri. Azkeneko ezaugarria kontuan hartu behar da NFS direktorioak non muntatzen diren jakiteko [Irudia 29].

```

root@nodoa1:~# cat /etc/pve/storage.cfg
dir: local
    path /var/lib/vz
    content iso,images,rootdir,vztmp1
    maxfiles 0

iscsi: Openfiler
    target iqn.2006-01.com.openfiler:tsn.3824a6981f56
    portal 192.168.137.181
    content images

lvm: Openfiler-LVM
    vgroup Openfiler
    content images
    base Openfiler:0.0.0.scsi-14f504e46494c45525031554b6e632d50686a472d4b677172
    shared

nfs: NFSopenfiler
    export /mnt/vnfs/proxmoxnfs/NFSpartekatu
    path /mnt/pve/NFSopenfiler
    server 192.168.137.181
    content images,backup,iso,vztmp1,rootdir
    options vers=3
    maxfiles 1

```

*Irudia 29: /etc/pve/storage.cfg fitxategiaren edukia*

2. Direktorio horrek badauka beste hainbat azpidirektorio. Ondoren azalduko dira proiektu honetarako interesa sortzen duten direktorioak .
  - a. "NFS muntatu den direktorioa/dump": Makina birtualen eta edukiontzien backup-ak gordetzeko.

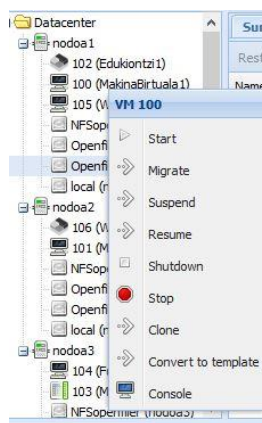
- b. “NFS muntatu den direktorioa/*images*”: Sortuta dauden makina birtualen diskoak gordetzeko.
  - c. “NFS muntatu den direktorioa/*template*”: Txantiloiak gordetzeko, eta barnean bi direktorio nagusi berezi ditzakegu.
    - i. “*.../cache*”: Edukiontziek erabiltzen duten sistema eragilea gordetzeko direktorioa.
    - ii. “*.../iso*”: Makina birtualen disko irudiak gordetzeko direktorioa.
3. Behin gordetzen den direktorioa jakinda txantiloia kopia segurua egingo da beste makina batetik kopiatuz ondorengo komandoaren bitartez (beste hainbat komando erabili daitezke txantiloia eskuratzeko, adibidez Internet esteka batetik lortzeko *wget* komandoarekin).

```
# scp "atzituko den makinaren erabiltzaile izena"@"atzituko den makinaren IP helbidea": "Txantiloia kokatuta dagoen PATH-a eta txantiloia izena" "Non kopiatu nahi den, kasu honetan / NFS muntatu den direktorioa/template/bi aukeretako bat"
```

#### 4.3.1.6.2. Sisteman makina birtuala moldatu eta txantiloia bihurtu

Sisteman txantiloia bat sortuko da puntu honetan. Ohar garrantzitsua bakarrik makina birtualek erabili dezakete aukera hau. Hau egiteko interfaze grafikoa erabiliko da, ondorioz web nabigatzailea ireki eta bertatik jarraian datozen urratsak jarraitu behako dira.

1. Txantiloia izango den makina birtuala sortu, hau aurreko 4.3.1.3. *Alegiazko makinak zerbitzatu* atalean egin da.
2. Makina moldatu nahi den erara, adibidez kasu honetan bi oinarrizko zerbitzu inplementatu beharko ditu makinak, batetik, web-zerbitzua eman posible ahal izateko *apache2* inplementatu beharko du, eta bestetik, makina birtuala atzitzeko edota bertan kopiak eramateko (esaterako HTML orriak) *openssh* zerbitzua.
3. Behin makina birtuala prest dagoela (eta itzalita), txantiloia bihurtzeko saguaren eskuineko botoia sakatu honen gainean eta bertan “*Convert to template*” aukera hautatuko da [Irudia 30].



*Irudia 30: Makina birtualaren aukerak*

Makina birtual batetik sortutako txantiloia dagoenean makina birtual berria sortuko da. Horretarako txantiloia aukeratu eta saguaren eskuineko botoia sakatzerakoan “Clone” aukera hautatuko da. Makina birtuala sortzeko ondorengo parametroak bete beharko dira.

- “Target node”: Makina birtuala zein nodo kudeatuko duen aukeratzen da.
- “VM ID”: Makina birtualaren identifikazioa.
- “Name”: Makina birtualaren izena.
- “Mode”: Txantiloia kopia mota aukeratzeko da, kopia motak aurreko 0. Txantiloia eta kopiak erabiltzeko aukera puntuan azaltzen dira.
- “Target storage”: Makina birtuala non biltegitratuko den adieraziko da hemen. iSCSI protokoloa inplementatzen duen diskoa erabiliko da biltegitratzeko.

#### 4.3.1.7. Segurtasun kopiak

Makina birtual edo edukiontzietan dauden datuak, adibide honetan web-zerbitzua daukan duen HTML orriak, eta azpiegitura bera ez galtzeko segurtasun kopiak garatuko dira. Lehen esan bezala bi modu daude, batetik azpiegituraren kopia oso bat eginda, *backup*-a, eta bestetik momentu batean azpiegituraren egoera, *snapshot*-a. Biak garatuko dira, aurreko 4.2.1.8. *Segurtasun kopiak* atalean esan bezala, biak erabiltzea gomendagarri delako. Bi segurtasun kopia motak egiteko interfaze grafikoa erabiliko da.

*Backup*-ak egiteko kopia osoa egin nahi den azpiegitura aukeratzeko da. Azpiegitura horren orrian “Backup” botoia sakatuko da eta ondoren “Backup now” botoia. Bertan hiru parametro bete beharko dira, batetik “Storage” non biltegitratuko den, kasu honetan NFS protokoloa inplementatzen duen biltegitratzea aukeratzeko da, bestetik “Mode”, backup-a egiteko modua<sup>[24]</sup>, beharren arabera aukeratzeko da, eta azkenik “Compresion”, backup-a trinkotzeko modua, beharrezko arabera trinkoketa azkar edo motelago bat aukeratzeko da. Behin parametroak bete direnean *backup*-a eginda egongo da.

*Snapshot*-ak egiteko egoeraren kopia egin nahi den azpiegitura aukeratzeko da. Azpiegitura horren orrian “Snapshots” botoia sakatuko da eta ondoren “Take Snapshot” botoia. Bertan hiru parametro bete beharko dira, batetik “Snapshot Name” egoeraren “argazkiari” emango zaion izena, bestetik “Include RAM”, RAM memoriaren egoera ere gorde nahi bada, eta azkenik “Description”, *snapshot*-aren buruzko azalpena. Behin parametroak bete direnean *snapshot*-a eginda egongo da.

#### 4.3.1.8. Zuzenezko migrazioa (Live Migration)

Zerbitzua galdu gabe azpiegiturak mugitzeko funtzionalitate hau inplementatuko da. Egia esan funtzionalitate hau pixka bat iruzurgilea da, azpiegitura itzali beharko delako, hau da, migrazioa egiteko zerbitzua bertan behera utzi beharko da. Hala ere zuzenezko migrazioa erabiltzea abantaila bat da, zerbitzua galtzen den denbora minimoa delako, ez delako berriz web-zerbitzuaren azpiegitura sortu behar. Interfaze grafikoa erabiliko da zuzenezko migrazioa gauzatzeko.

Bi modu daude zuzeneko migrazioa gauzatzeko, modu bat azpiegitura aukeratuta eskuineko botoia sakatuz “*Migrate*” aukera hautatuz, eta beste modua, azpiegitura aukeratuta dagoela “*Migrate*” botoia sakatuz. Bertan “*Target node*” parametroan aukeratuko da zein zerbitzarira mugitu nahiko den azpiegiturako [Irudia 31].



*Irudia 31: Zuzeneko migrazioa egin*

Zerbitzari fisiko berria batera migratu nahi bada, hasieran zerbitzari berri hori klusterrean sartu beharko da ondoren migrazioa egiteko.

#### 4.3.1.9. Suhesia

Lehen esan bezala bi suhesi mota bereizten dira, bata sistemaren zerbitzariarentzat, eta bestea azpiegiturentzako suhesia. Biak berdin konfiguratzen dira, aldatzen den gauza bakarra konfiguratuta nahi den arabera azpiegitura edo zerbitzaria aukeratuko dela, hortik aurrera esan bezala dena berdin konfiguratuko dira, ondorioz garapen bat azalduko da bakarrik, adibidez Proxmox zerbitzarien suhesia.

Suhesia prest usteko Proxmox zerbitzariaren trafikoaren iragazketa egin dezan, honako urrats hauek eman beharko dira interfaze grafikotik.

1. Zerbitzaria aukeratu eta bertan “*Firewall*” botoia sakatuko da, bertan azpi-leiho berri bat agertuko da.
2. Arau berri bat gehituko da suhesian horretarako “*Add*” botoia sakatuko da eta ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. “*Direction*”: Trafikoaren noranzkoa adieraziko da hemen, bi aukera “*in*”, barrura sartzen den trafiko eta, “*out*”, kanpora ateratzen den trafiko.
  - b. “*Action*”: Hiru aukera daude “*ACCEPT*” trafiko onartzeko, “*DROP*”, trafiko ez onartzeko, eta “*REJECT*” trafiko ez onartu baina bidaltzaileari abisua eman.
  - c. “*Source*”: Trafikoa irten den IP helbidea.
  - d. “*Destination*”: Trafikoa jasoko duen IP helbidea.
  - e. “*Enable*”: Hau aukeratuta araua aktibatuko da.
3. Behean dagoen “*Options*” botoia sakatuko da eta bertan “*Enable firewall*” aukeran “*Yes*” jarri beharko du. Bestela aldatu beharko da.

Lehen esan bezala azpiegituren suhesia konfiguratzeko urrats berdinak jarraitu beharko dira.

## 4.3.2. Biltegitratze zerbitzariak

Zerbitzariaren datuak gordetzeko NAS birtuala, aurreko 3.2.3.2. *Biltegitratze teknologia* atalean azaldu den bezala, Openfiler plataforma izango da, horretarako Openfiler inplementatuta daukan zerbitzari bat eskuratuko da. Ondoren eskaini beharko dituen eta inplementatu diren zerbitzuak azalduko dira.

### 4.3.2.1. Grafikoki kudeatzeko aukera

Kudeaketa erraztu nahian interfaze grafikoa erabiliko da Openfiler kudeatzeko. Horretarako nabigatzaile bat irekiko da eta bertan ondorengo idatziko da.

```
https://“Openfiler zerbitzariaren IP helbidea”:446
```

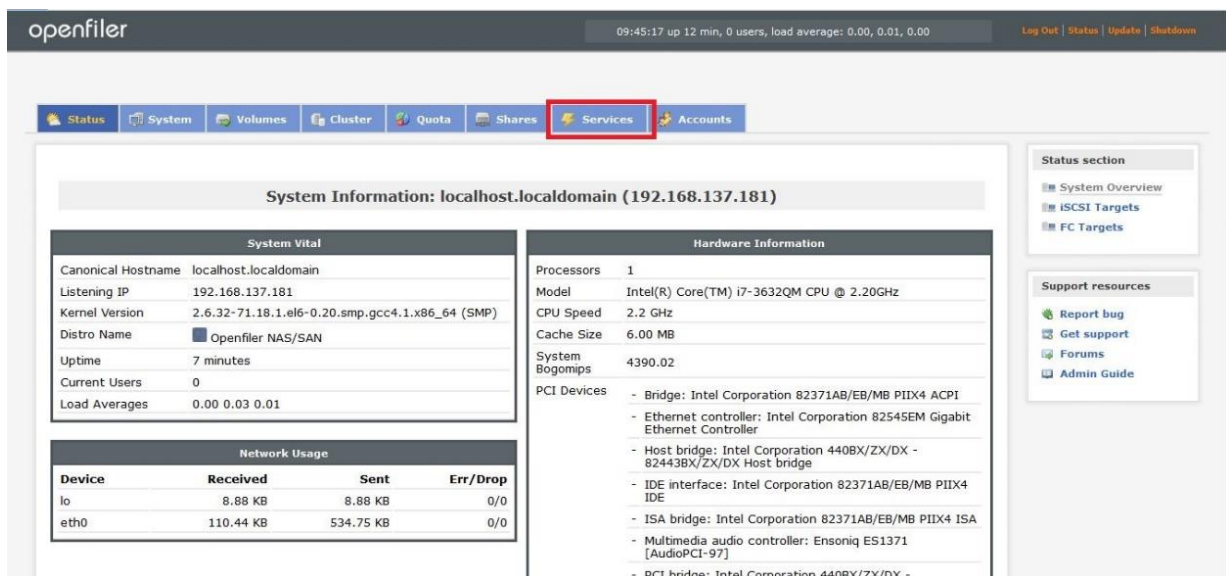
Atzitzerakoan kudeatzeko erabiliko den erabiltzailea “openfiler” eta pasahitza “password” izango dira.

### 4.3.2.2. Fitxategiak NFS bitartez partekatzeko aukera

NAS birtualean NFS direktorioak partekatzeko disko bat prest utziko da. Ondoren NAS zerbitzaritik partekatutako direktorioa klusterraren fitxategi sisteman muntatuko da. Hau guztia egiteko interfaze grafikoa erabiliko da, bai Openfiler bai Proxmox kudeatzeko.

Openfiler NAS birtualean NFS protokoloa erabiltzen duen direktorioa prest usteko ondorengo urratsak jarraitu beharko dira.

1. Orri nagusian [Irudia 32] hainbat botoi agertuko dira, bertan “Services” botoia sakatuko da.



The screenshot shows the Openfiler web interface. At the top, there is a navigation bar with the Openfiler logo on the left and system status information (09:45:17 up 12 min, 0 users, load average: 0.00, 0.01, 0.00) and links for Log Out, Status, Update, and Shutdown on the right. Below the navigation bar, there is a menu with icons for Status, System, Volumes, Cluster, Quota, Shares, Services (highlighted with a red box), and Accounts. The main content area displays 'System Information: localhost.localdomain (192.168.137.181)'. This information is divided into three sections: 'System Vital', 'Hardware Information', and 'Network Usage'. The 'System Vital' section shows Canonical Hostname, Listening IP, Kernel Version, Distro Name, Uptime, Current Users, and Load Averages. The 'Hardware Information' section lists Processors, Model, CPU Speed, Cache Size, System Bogomips, and PCI Devices. The 'Network Usage' section is a table showing data for 'lo' and 'eth0' devices. On the right side, there are two sidebars: 'Status section' with links for System Overview, iSCSI Targets, and FC Targets; and 'Support resources' with links for Report bug, Get support, Forums, and Admin Guide.

Device	Received	Sent	Err/Drop
lo	8.88 KB	8.88 KB	0/0
eth0	110.44 KB	534.75 KB	0/0

Irudia 32: Openfiler orri nagusia

2. “Services” orrian NFS zerbitzua aktibatuko da, horretarako “NFS server” zerbitzua “Enable”, aktibatuta, eta “Running”, martxan, jarriko da. Horretarako alboan dauzkan hiperestekak sakatuko dira.
3. Openfiler NAS birtualari adierazi beharko zaio zeintzuk dira zerbitzua jaso dezaketen helbideak, horretarako aurreragoko 4.3.2.4.Suhesia atalean azaltzen den [2] pausua egin beharko da.
4. Disko bolumenak sortuko dira horretarako goiko paneleko “Volumes” botoia aukeratu da. Agertuko den orrialdean eskuinaldean agertzen den “Block devices” aukera hautatuko da [Irudia 33].

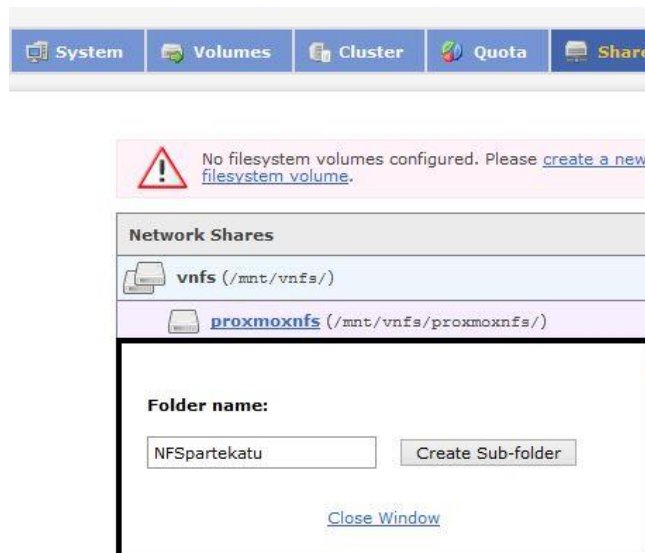


Irudia 33: Openfiler “Volumes” atala

5. NAS birtualaren diskoak agertuko dira bertan. NFS protokoloarentzat erabili nahi den diskoa aukeratu da eta bertan partizio bat sortuko da erabili nahi den zerbitzurako. Ondorengo parametroak bete beharko dira eta ondoren “Create” botoia sakatuko da.
  - a. “Mode”: Hemen “Primary” modua aukeratu da.
  - b. “Partition type”: Partizio mota aukeratu da gure kasuan beti “Physical volume” aukera hautatuko da.
  - c. “Starting cylinder”: Partizioa diskoaren zein sektoretik hasiko den.
  - d. “Ending cylinder”: Partizioa diskoaren zein sektorean bukatuko den. Aurreko parametroarekin jolastuz partizioaren edukiera lor daiteke, edukiera “Size” atalak erakusten du.
6. Partizioa sortuta dagoela “Add Volume” aukera hautatuko da. Bertan “Select Volume Group” atalean aldaketak egin nahi den bolumena aukeratu da eta ondoren “Change” botoia sakatuko da. Beherago “Create a volume in partizioaren izena” atalean bolumena sortuko da. Horretarako ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. “Volume Name”: Partizioan sortuko den bolumenaren izena.
  - b. “Volume description”: Sortuko den bolumenaren azalpena.
  - c. “Required Space”: Partizioaren edukitik bolumenak zenbat eduki hartuko duen.



- d. "Filesystem": Sortutako bolumenak erabiliko duen fitxategi sistema, "iSCSI", "XFS" eta "Ext3" aukera posibletatik NFS protokoloarentzat azkeneko bien artean bat aukeratuko da, "iSCSI" aukera aurrerago ikusiko den iSCSI protokoloak inplementatuko duelako.
7. Bolumena prest dagoela NFS protokoloarekin partekatuko den direktorioa sortuko da. Horretarako "Shares" botoia sakatuko da, bolumena aukeratu eta direktorioa sortuko da [Irudia 34].



Irudia 34: Openfiler "Shares" atala

8. Direktorioa partekatzeko (edo direktorio horretan azpidirektorioak sortu nahi badira) prest utziko da baimenak esleitzuz. Horretarako direktorioa aukeratu eta agertuko den leihoan "Make Share" botoia sakatuko da. "Host access configuration" atalean baimenak esleituko dira, kasu honetan direktorioan datuak (txantiloiak, segurtasun kopiak, eta abar) gorde eta irakurri nahi direnez NFS protokoloan "RW" aukera hautatuko da [Irudia 35], eta ondoren "Update" botoia sakatuko da.

**Host access configuration (/mnt/vnfs/proxmoxnfs/NFSpartekatu/)**

[\[ Back to shares list \]](#)

Name	Network	SMB/CIFS			NFS				HTTP(S) / WebDAV			FTP			Rsync		
		SMB/CIFS Options													Rsync Options		
		<input type="checkbox"/> Restart services						No	RO	RW	Options	No	RO	RW	No	RO	RW
guztiak	0.0.0.0	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<a href="#">Edit</a>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proxmox	192.168.137.0	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<a href="#">Edit</a>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Irudia 35: Openfiler NFS baimen atala

NAS zerbitzariak NFS protokoloaren bitartez partekatutako direktorioa sortuta dagoela klusterrean muntatuko da. Horretarako interfaze grafikotik ondorengo urratsak jarraitu beharko dira.

1. Kluster osoa aukeratu *"Datacenter"* aukeran. Bertan *"Storage"* botoia sakatuko da.
2. Orri berri bat irekiko da eta bertan *"Add"* botoia sakatu eta *"NFS"* aukera hautatu. Ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. *"ID"*: Muntaketa klusterrean edukiko duen izena.
  - b. *"Server"*: Muntatu behar den direktorioa zein IP helbidetan gordetzen den.
  - c. *"Export"*: Aurreko IP helbideak muntatzeko exportatu dezaken direktorio multzoa. Direktorio hauetatik bat aukeratu beharko da.
  - d. *"Content"*: Direktorio horrek gorde dezaken edukia.
  - e. *"Nodes"*: Zein zerbitzarietan muntatuko den NFS direktorioa
  - f. *"Enable"*: Direktorioa zerbitzarietan muntaketa egiteko aukera hau hautatu beharko da.

Dena ongi bete bada sisteman biltegitze berri bat agertuko da, eta NAS zerbitzaria martxan baldin badago arazorik gabe datuak gorde eta jaso ahal izango dira direktorio horretatik.

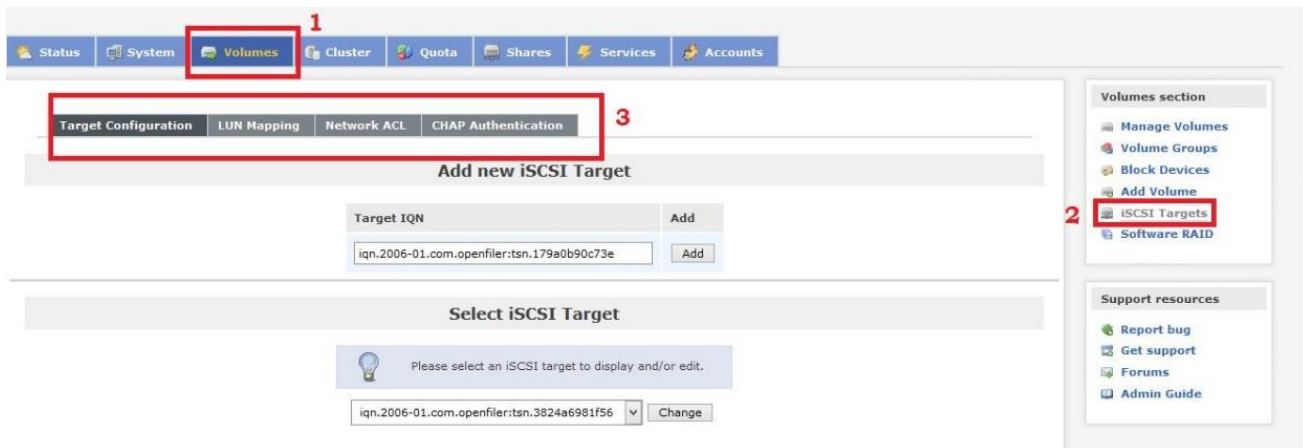
#### 4.3.2.3. Datuak iSCSI bitartez biltegitzeko aukera

NAS birtualean iSCSI protokoloa inplementatzen duen disko bat prest utziko da. Ondoren disko hau klusterrean atzigarri utziko da. Hau guztia egiteko interfaze grafikoa erabiliko da, bai Openfiler bai Proxmox kudeatzeko.

Openfiler NAS birtualean iSCSI protokoloa inplementatzen duen diskoa prest usteko ondorengo urratsak jarraitu beharko dira, lehenengo 5 urratsak aurreko 4.3.2.2. *Fitxategiak NFS bitartez partekatzeko aukera* atalean egin diren urrats berdinak edo antzekoak izanik.

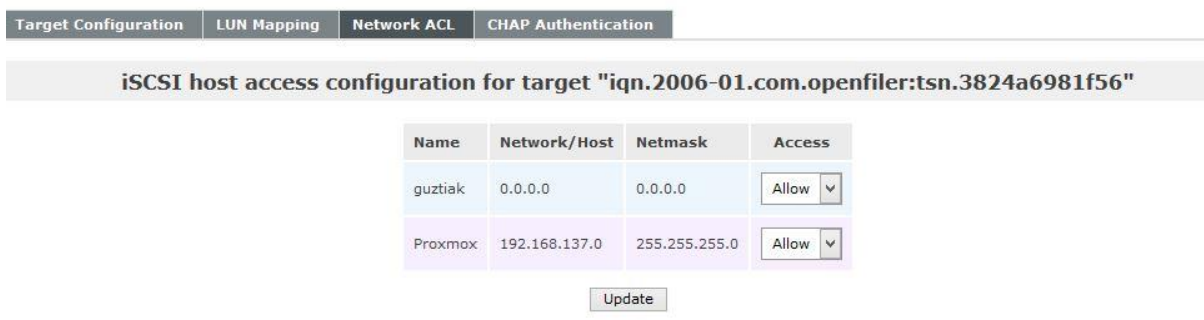
1. Partizioa sortuta dagoela *"Add Volume"* aukera hautatuko da. Bertan *"Select Volume Group"* atalean aldaketak egin nahi den bolumena aukeratuko da ondoren *"Change"* botoia sakatuz. Beherago *"Create a volume in partizioaren izena"* atalean bolumena sortuko da. Horretarako ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. *"Volume Name"*: Partizioan sortuko den bolumenaren izena.
  - b. *"Volume description"*: Sortuko den bolumenaren azalpena.
  - c. *"Required Space"*: Partizioaren edukitik bolumenak zenbat eduki hartuko duen.

- d. "Filesystem": Sortutako bolumenak erabiliko duen fitxategi sistema, "iSCSI", "XFS" eta "Ext3" aukera posibletatik kasu honetan "iSCSI" aukeratuko da.
2. Bolumena sortuta dagoela gailu edo *target* bat esleituko zaio. Horretarako "iSCSI targets" aukera hautatuko da "Volumes" botoiaren barnean. Hainbat botoi agertuko dira [Irudia 36] eta bertan hiru aukeratuko dira.
- a. "Target Configuration": Hemen iSCSI gailu berria gehituko da, balio lehenetsia aukeratuko da "Add" botoia sakatuz.



*Irudia 36: Openfiler "Volumes" ataleko "iSCSI targets" atala*

- b. "LUN Mapping": SCSI kanal batean gailua identifikatzeko erabiltzen dena. Hemen bi parametro aukeratu beharko dira, batetik "R/W Mode" nola egingo diren idazketa eta irakurketak, eta bestetik "Transfer Mode" datuak nola garraiatuko dira.
- c. "Network ACL": Zerbitzua jaso dezaken IP helbideei baimenak esleituko dira [Irudia 37]. Bi baimen mota daude "Allow", onartu, edo "Deny", ukatu.



*Irudia 37: Openfiler iSCSI konfigurazioan Network ACL atala*

NAS zerbitzarian iSCSI protokoloa inplementatzen duen diskoa sortuta dagoela klusterrean atzigarri utziko da. NAS zerbitzariak diskoa era gordin batean hau da disko hutsa fitxategi sistemarik gabe, eskaintzen dionez Proxmox-en derrigorrezkoa da jasotako disko horiek LVM-

ren bitartez antolatzea, aurreko 0. atalean ikusi da zer den. Horretarako interfaze grafikotik ondorengo urratsak jarraitu beharko dira.

1. Kluster osoa aukeratu *"Datacenter"* aukeran. Bertan *"Storage"* botoia sakatuko da.
2. Orri berri bat irekiko da eta bertan *"Add"* botoia sakatu eta *"iSCSI"* aukera hautatu. Ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. *"ID"*: Biltegitratze berria klusterrean edukiko duen izena.
  - b. *"Portal"*: Biltegitratzeko erabiliko den iSCSI diskoa zein IP helbidetan gordetzen den.
  - c. *"Target"*: Zein izango den erabiliko duen gailua, aurreko [2.a] pausuan konfiguratu den berdina izan beharko da.
  - d. *"Nodes"*: Zein zerbitzarietan sortuko da biltegitratze berria
  - e. *"Enable"*: Biltegitratzea gaitzeko aukera hau hautatu beharko da.
3. LVM antolaketa esleituko zaio sortutako iSCSI biltegitratze berriari, bestela datuak ezingo dira gorde. Horretarako *"Add"* botoia sakatu eta bertan *"LVM"* aukera hautatuko da. Bertan ondorengo parametroak bete beharko dira.
  - a. *ID"*: Biltegitratze berria klusterrean edukiko duen izena.
  - b. *"Base storage"*: Bertan *"Existing volume groups"* eta beste aukera batzuk egon beharko litzateke. Beste aukera hautatuko da, iSCSI diskoa daukan aukera hautatuko da.
  - c. *"Base volume"*: iSCSI-n [2] pausuan sortutako diskoaren irudia.
  - d. *"Volume group"*: Inportatuko den bolumena LVM-rekin antolaketa egiteko emango zaion izena.
  - e. *"Content"*: Biltegitratze berrian biltegitratu daitekeen datu motak.
  - f. *"Nodes"*: Zein zerbitzarietan sortuko da biltegitratze berria
  - g. *"Enable"*: Biltegitratzea gaitzeko aukera hau hautatu beharko da.

Dena ongi bete bada sisteman bi biltegitratze berri agertuko dira, baina bakarra erabiliko da biltegitratzeko LVM-rena hain zuzen. NAS zerbitzaria martxan baldin badago arazorik gabe datuak gorde eta jaso ahal izango dira.

#### 4.3.2.4. Suhesia

Suhesia prest usteko NAS zerbitzariaren trafikoaren iragazketa egin dezan, honako urrats hauek eman beharko dira interfaze grafikotik.

1. Orri nagusian hainbat botoietatik *"System"* botoia aukeratuko da.
2. *"System"* orrian egonda, *"Network Access Configuration"* atalera heldu eta bertan lau input bete beharko dira, bi idatzizkoak eta beste bi aukerazkoak. Input hauetan

trafikoa iragazketan kontuan hartuko diren IP helbideak daude, zerbitzua jaso nahi bada ere bete behako da derrigorrez. Ondoko parametroak bete beharko dira.

- a. *"Name"*: IP helbideak identifikatzeko izena.
  - b. *"Network/host"*: IP helbidea, izan daiteke sare batena edo IP helbide finko bat.
  - c. *"Netmask"*: Aurretik bete den IP helbidearen maskara.
  - d. *"Type"*: Mota aukeran, proiektu honetarako beti *"Shared"* aukeratuko da baliabideak partekatzen direlako.
3. Zerbitzuak sortzerakoan edo kudeatzerakoan [2] atalean definitutako IP helbideak agertuko dira. Bertan adieraziko da zerbitzuarekiko zein baimenak daukaten, iSCSI-ren kasuan *"Allow"*, utzi zerbitzua atzitzen, edo *"Deny"*, ez utzi zerbitzua atzitzen, eta NFS-ren kasuan *"NO"*, ezingo du direktorioa atzitu, *"RO"*, direktorioa bakarrik irakurri dezake, edo *"RW"*, direktorioa irakurri eta idatzi dezake [Irudia 35] [Irudia 37].



# 5

---

## Proiektuaren ondorioak

Kapitulu honetan proiektuan zehar ateratako ondorioak azalduko dira. Hasieran proiektuan zehar ateratako ondorio desberdinak erakutsiko dira. Ondoren egileak proiektu hau garatzerakoan edukitako ondorio pertsonalak ezagutaraziko dira.

### 5.1. Proiektuaren ondorioak

---

Orokorrean esan daiteke proiektuan ezarritako helburuak arrakastatsu bete direla. Egia da nahiz eta proiektua arrakastatsua izan produktuan erabilitako teknologiek dauzkaten funtzionalitate guztiak eta kalitatezko produktu bat lortzeko beharrezkoak diren funtzionalitateak ez direla garatu, proiektu honen testuingurua zirela eta bazterketak egitea erabaki delako (esaterako aurreko 4.2.1.6. *Sarearen kudeaketa* atalean ez zen espero sarea itoko zenik ondorioz sarea ez da ikutu) eta batik bat denbora faltarengatik. Hala ere funtzionalitate horiek aztertu, ulertu eta proiektuan nola aplikatu ahal diren, edo behintzat nola aplikatu ahal diren oinarri bat jakintzetan jaso da.

Kontuan hartu behar da erabilitako teknologiak, Proxmox eta biltegitratze zerbitzarietan erabilitako plataformak, orokorrean beraien helburua betetzen badute ere, teknologia berriak izanda oraindik hobe dezaketen atalak badaudela, adibidez Proxmox-i dagokionez interfaze grafikoaren atalean (FreeNAS plataforma birtuala erabilia NFS direktorioak muntatzerako orduan arazoak ematen zituelako).

Produktuan erabilitako teknologiek dauzkaten eta garatu ez diren funtzionalitate desberdinak, oinarri antzekoa duen beste proiektu mota batetan garatzea interesgarri izan daitezke, bai Proxmox zerbitzarietan eta baita biltegitratze zerbitzarian. Garatu denaz aparte komenigarria izango litzateke ondorengo garatzea.

- Proiektu honetan azaldu baina garatu ez den sarearen kudeaketa. Sarea nola kudeatu behar den oinarritzko azalpen bat eman da, baina etorkizunean honen analisi sakonago bat egin beharko dela espero da, azalpenean erakutsi dena bakarrik inplementatzeaz aparte sarean errendimendu hobeto eta segurtasun handiago bat lortzeko beste faktore batzuk aztertu beharko direlako. Puntu hau enpresa batentzat etorkizunean landu beharko den puntu mamitsu bat izango da.

- Faktore bikoitzeko identifikazioa erabiltzea komenigarria izan daiteke proiektu berriak eskaintako zerbitzuei segurtasun handiago bat emateko. Azpiegituren zerbitzarietan sartu nahi baldin badira askoz gehiago kostatuko zaie faktore bikoitzeko identifikazioari esker.
- Beste biltegitratze motak lantzea interesgarria suertatu daiteke, izan ere proiektu motaren arabera biltegitratze mota desberdinen beharra beharko da. Gainera proiektu honetan biltegitratzearentzat eduki diren murriztapenak gerta daiteke proiektu berrian ez edukitzea.
- Identifikazio posible desberdinen artean bai Proxmox eta bai biltegitratze zerbitzarietan LDAP motako zerbitzua lantzea. Proiektu berrian beste baliabide batzuk erabiltzeko identifikazioa behar baldin bada, administratzaile batentzat errazagoa izango delako erabiltzaile kontu hauek dauzkan direktorio bat kudeatzea.
- Biltegitratze zerbitzarian inplementatzen diren protokolo desberdinak era honetako proiektuan garatzea edo behintzat garatzea jakitea interesgarria litzateke. Arazo baten ondorioz suertatu daiteke garatu diren protokoloak balio ez izatea eta beste protokolo batekin inplementatu behar izatea biltegitratzea.
- Errendimendu probak egitea garatu diren ereduarekin. Proiektu honetan errendimendua kalkulatzeko bi eredu bereizi dira, batetik proiektu honetan egindako errendimendu proba eta bestetik beste esperimendu batean eginikoa. Komenigarria izango litzateke beste esperimenduak ikertu beharrean probak egitea garatu den ereduarekin emaitza zehatzagoak aztertzeko.

Lehen esan bezala puntu hauek eta garatutakoa izango litzateke proiektu berri batetan garatu beharreko aurrekusteen den lana. Hala ere proiektu honetan garatu diren puntu batzuk, esaterako suhesia, ez dira sakonki garatu baizik eta oinarritzkoa den konfigurazio bat bakarrik, eta hauek sakonago garatzea komenigarria litzateke.

## 5.2. Egilearen ondorio pertsonalak

---

Etorkizunera begira proiektuan zehar edukitako esperientzia positiboa izan da, izan ere proiektu honi esker jaso diren bi ezagutza azpimarratu nahi dira. Batetik proiektuan zehar bereziki produktua garatzerakoan ikasitako oinarri teoriko zein praktikoak. Bestetik, eta hau ondorio pertsonal bezala nabarmendu nahi da, proiektu bat zerotik garatzen hastearen zailtasuna bezero bat asebetetze arren.

Azpimarratutako bi ezagutzaz aparte proiektu hau garatzerakoan beste helburu batzuk lortu dira. Birtualizazio, biltegitratze eta zerbitzari baten kudeatze arloetan ezagutzak sakondu dira, hasieran azpiegitura birtualak eskaintzen duen zerbitzari sinple batetik abiatuta, biltegitratze partekatua erabiltzen duen azpiegitura birtualak eskaintzen duen kluster bat garatu arte. Eboluzio hau lortu da inplementatzerako orduan sortzen diren arazoak eta mugarrak laguntzarik gabe edo kasu batzuetan oinarritzko laguntza batekin gaindituz. Hauek



gainditzeko soluzio desberdinen azterketa eta analisia egin da, proiektura ondoen egokitzen den hautapen egokiena aukeratuz.

Laburtuz proiektu hau gauzatzekoan egileak lortu dituen helburu pertsonalak gehi beste hainbat ezagutza pertsonal lortu ditu. Faktore hauek, lehen esan bezala, proiektuan zehar eduki den esperientzia positiboa bihurtu dute.

## Bibliografia

---

- [1] Harrisdy. (19.eko Urriak 2009). History of Virtualization.  
[http://www.infobarrel.com/History\\_of\\_Virtualization](http://www.infobarrel.com/History_of_Virtualization) helbidetik eskuratua
- [2] Meier, S. (2008). IBM Systems Virtualization: Servers, Storage, and Software.
- [3] Yu, Y. (2007). OS-level Virtualization and Its Applications. Stony Brook University.
- [4] VMware. (d.g.). Understanding Full Virtualization, Paravirtualization and Hardware Assist.  
[https://www.vmware.com/files/pdf/VMware\\_paravirtualization.pdf](https://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf) helbidetik eskuratua
- [5] Felter, W., Ferreira, A., Rajamony, R., & Rubio, J. (2014). An Updated Performance Comparison of Virtual Machines and Linux Containers. IBM Research Report.
- [6] Drakos, N., & Moore, R. (2009.eko Abenduak 12). PXZ- Parallel LZMA compressor using liblzma. <https://jnovy.fedorapeople.org/pxz/> helbidetik eskuratua
- [7] Petitet, A., Whaley, R., Dongarra, J., & Cleary, A. (2016.eko Otsailak 24). HPL- A Portable Implementation of the High-Performance Linpack Benchmark for Distributed-Memory Computers. <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/> helbidetik eskuratua
- [8] Science, D. o. (d.g.). STREAM Benchmark Reference Information.  
<http://www.cs.virginia.edu/stream/ref.html> helbidetik eskuratua
- [9] HPCCHALLENGE. (d.g.). RandomAccess.  
<http://icl.cs.utk.edu/projectsfiles/hpcc/RandomAccess/> helbidetik eskuratua
- [10] team, N. d. (d.g.). Nuttcp. <http://www.nuttcp.net/Welcome%20Page.html> helbidetik eskuratua
- [11] Jones, R. (d.g.). Netperf Homepage. <http://www.netperf.org/netperf/> helbidetik eskuratua
- [12] Jung, M. (2016.eko Urtarrilak 17). Benchmarking.  
<https://wiki.mikejung.biz/Benchmarking#Fio> helbidetik eskuratua
- [13] Redislabs. (d.g.). Redis. <http://redis.io/> helbidetik eskuratua
- [14] Calleja, D. (2015.eko Irailak 3). Ext4 Wiki.  
[https://ext4.wiki.kernel.org/index.php/Ext4\\_Howto](https://ext4.wiki.kernel.org/index.php/Ext4_Howto) helbidetik eskuratua
- [15] VMware. (2016). Virtual Machine File System (VMFS).  
<http://www.vmware.com/products/vsphere/features/vmfs.html> helbidetik eskuratua
- [16] Hertzog, R., & Mas, R. (2015). The Debian Administrator Handbook.

- [17] Alegria, I., & Cortiñas, R. (2003). LINUX Sistemaren eta sarearen administrazioa. Donostia: Elkar.
- [18] Sharpe, R. (2002.eko Urriak 8). Just what is SMB?  
<https://www.samba.org/cifs/docs/what-is-smb.html> helbidetik eskuratua
- [19] Postel, J., & Reynolds, J. (1985.eko Urriak). FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP).  
<https://tools.ietf.org/html/rfc959> helbidetik eskuratua
- [20] Radkov, P., Yin, L., Goyal, P., Sarkar, P., & Shenoy, P. (2004.eko Uztailak 5). A Performance Comparison of NFS and iSCSI for IP-Networked Storage.  
<http://lass.cs.umass.edu/papers/pdf/FAST04.pdf> helbidetik eskuratua
- [21] GNU. (2007.eko Azaroak 19). GNU Affero General Public License.  
<https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0.html> helbidetik eskuratua
- [22] Proxmox. (2015.eko Urriak 14). Proxmox Wiki.  
[https://pve.proxmox.com/wiki/Main\\_Page](https://pve.proxmox.com/wiki/Main_Page) helbidetik eskuratua
- [23] Proxmox. (2016.eko Otsailak 8). User Management.  
[https://pve.proxmox.com/wiki/User\\_Management#Roles](https://pve.proxmox.com/wiki/User_Management#Roles) helbidetik eskuratua
- [24] Proxmox. (2016.eko Otsailak 6). Backup and Restore.  
[https://pve.proxmox.com/wiki/Backup\\_and\\_Restore#Backup](https://pve.proxmox.com/wiki/Backup_and_Restore#Backup) helbidetik eskuratua

## A Eranskina: Errendimenduen alderaketa

---

Eranskin honetan Proxmox zerbitzariez osatutako kluster batean web-zerbitzu berdina eskaintzen duten edukiontzi eta makina birtual batzuen arteko errendimenduen alderaketa egingo da.

Esperimentua egiteko hardwareari dagokionez RAM memoria, CPU eta sistema eragile mota berdina erabili dira makina birtualarentzat eta edukiontziarentzat. Web-zerbitzua emateko bi azpiegituretan Apache motako zerbitzaria erabili da, gainera azpiegitura hauek NAS zerbitzari batetan biltegitratuta daude. Web zerbitzuen errendimendua alderatzeko atzitu den web orria bi azpiegituretan tamaina bereko HTML orri bat izan da. Esperimentuan web zerbitzuaren errendimendua kalkulatzeko Apache-k garatutako ab tresna erabili da.

Web-zerbitzari bat alokatzeko zerbitzua eskaintzen zaien bezeroei enpresa txiki/ertainak direla ondorioz uste izan da bataz beste 20000 bisita jasoko dituztela, eta kasurik txarreanean 200 eskaera aldi berean egingo direla suposatu da. Esperimentua datu horiek oinarri bezala hartuz bezero batetik egin da ondorengo komandoa exekutatu.

```
# ab -n 20000 -c 200 http://"Azpiegiturearen IP helbidea"/"Atzitu nahi den dokumentuaren izena"
```

Apacheren *benchmark*-ari (programa informatiko edo programa informatiko multzo bat baliabide zehatz baten errendimendua kalkulatzeko balio duena, kasu honetan ab) esker ondorengo taulan [Taula 4] agertzen diren datuak eskuratu dira.

	AZPIEGITURA	
	Edukiontzia	Makina birtuala
Eskaerak		
Burututako eskaerak (%)	100	100
Byte kopurua	8620000	8620000
HTML byte kopurua	3100000	3100000
Denbora orokorrak (Bataz beste)		
Testa egiteko denbora (s)	13.209	151.657
Eskaera bakoitzeko denbora konkurrentziarekin (ms)	132.09	1516.565
Eskaera bakoitzeko denbora konkurrentzia gabe (ms)	0.660	7.583
Konexioa egiteko denbora (ms)		
Minimoa (hurbilketa)	0	1
Maximoa	3066	63124
Bataz bestekoa	20	640
Desbiderapen estandarra	118.9	3249
Prozesatze denbora (ms)		
Minimoa (hurbilketa)	9	3
Maximoa	6594	49017
Bataz bestekoa	97	854
Desbiderapen estandarra	331.3	744.9
Itxarote denbora (ms)		
Minimoa (hurbilketa)	9	3
Maximoa	6582	49017
Bataz bestekoa	94	821
Desbiderapen estandarra	331	741
Abiadura (Bataz bestean)		
Eskaerak/segundo	1514.12	131.88
Transferentzia (KB/s)	628.42	55.51

Taula 4: Web-zerbitzuaren errendimendu esperimentua

Ikus daitekeen moduan, [Taula 4], taulan edukiontzien eskaera kopuru konkurrente normal batekin makina birtualak baino web zerbitzuaren errendimendu hobea eskaintzen dute. Nahiz eta makina birtualetan prozesatze denbora eta itxarote denbora txikiagoa izan kasurik onenean, kasurik kaskarrean eta batzuetan askoz denbora okerragoak daukate, orokorrean 8-9 aldiz handiagoa. Ikus daitekeen moduan edukiontzien sarean zehar abiadura handiago bat ere badaukate. Gainera biek burututako eskaera kopuru berdina daukate tamaina bereko HTML fitxategiarekin.

Ondorioz web zerbitzuaren errendimendua kontuan hartuta esan dezakegu edukiontzien erabiltzearen aukera makina birtualak erabiltzearen aukera baino hobea dela web-zerbitzu bat eskaintzeko.

## B Eranskina: Atzipena

---

Eranskin honetan atzipena azalduko da. Bi atzipen mota bereiziko dira, batetik kudeatzaileek (sistemaren kudeatzailea eta web-zerbitzuaren kudeatzailea) egiten duten atzipena zerbitzua kontrolatzeko, eta bestetik bezero batek nola atzitu dezake edukiontzi eta makina birtual batetik emandako web-zerbitzua.

Hasteko zerbitzua atzitu da hau kudeatzeko urruneko beste makina batetik. Urruneko atzipena egingo da Ubuntu sistema eragilea duen makina batetik. Atzipen hau egiteko atzitu diren makinak (Proxmox zerbitzariak eta azpiegiturak) *openssh* zerbitzua (Proxmox zerbitzariet badakate zerbitzu hori, edukiontzi edo makina birtualetan agian instalatu beharra dago) martxan eduki beharko dute. Zerbitzua martxan dagoela urruneko makinatik terminal bat irekiko da eta bertan ondorengo komandoa idatziko da.

```
# ssh "erabiltzaile izena"@"kudeatu nahi den makinaren IP helbidea"
```

Urruneko atzipena gauzatu dela, urruneko makina horretatik bai azpiegiturak eta baita zerbitzariak kudeatzeko gai izango dira. Kudeaketa hau komando lerroaren bitartez egin ahal izango dela arazo bakarra izango da.

Demagun zerbitzari baten kudeatzaileak bi azpiegitura (edukiontzi bat eta makina birtual bat) sortu dituela eta bertan web-zerbitzu bat garatu dela. Azpiegituraren kudeatzaileak web-orri bat prest utzi duela bere zerbitzuak atzitu dezaten, kasu honetan HTML orri bat esanez zein azpiegituratik web-zerbitzua ematen ari den.

Hauek atzitzeko bezeroak nabigatzailea ireki beharko du eta bertan (DNS-a IP helbidea eta URL baten elkar lotura ez denez konfiguratu) azpiegituraren IP helbidea idatzi beharko du. Noski zeozer agertzeko azpiegiturak zerbitzarian martxan egon beharko dira eta azpiegituren *apache2* zerbitzua ere egon beharko da. Dena ondo atera bada ondorengo aterako da [Irudia 38] (aipatutako adibidearekin jarraituz).



*Irudia 38: Edukiontzi eta makina bateko web zerbitzua*