

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior

Xarxes

Pràctica 2: Disseny d'una xarxa de comunicacions

GM3 - Rack 2

Alejandro Clavera Poza
Jordi Rafael Lazo Florensa
Ivan Cortés Garrido
Sergi Puigpinós Palau
José Ramón Noguero de Llano
Tiberiu Ionut Paiu

5 de juny de 2020

Grau en Enginyeria Informàtica

Índex

1	Introducció	3
2	Empresa 1	4
2.1	Esquema físic	4
2.2	Esquema lògic	5
2.3	Nivell 2	5
2.3.1	Assignació VLANs	5
2.3.2	Assignació ports Edifici A	6
2.3.3	Assignació ports Edifici B	7
2.3.4	Protocol 802.1q	8
2.3.5	Link Aggregation	8
2.3.6	Spanning Tree Protocol	8
2.3.7	VLAN dinàmiques	9
2.3.8	Seguretat	9
2.4	Nivell 3	9
2.4.1	Subnetting	9
2.4.2	Encaminament intern	10
2.4.3	Encaminament extern	11
2.5	Fase 2	11
2.5.1	Assignació VLANs i ports	11
2.5.2	Encaminament intern	12
2.5.3	Encaminament extern	13
2.5.4	Esquema físic	13
2.5.5	Esquema lògic	14
3	Empresa 2	15
3.1	Esquema físic	15
3.2	Esquema lògic	16
3.3	Nivell 2	16
3.3.1	Assignació VLANs i ports	16
3.3.2	Assignació ports Edifici 1	17
3.3.3	Assignació ports Edifici 2	17
3.3.4	Assignació ports Nau Industrial	18
3.3.5	Protocol 802.1q	18
3.3.6	Link Aggregation	19
3.3.7	Spanning Tree Protocol	19
3.4	Nivell 3	19
3.4.1	Subnetting	19
3.4.2	Encaminament intern	20
3.4.3	Encaminament extern	20
3.5	Fase 2	21
3.5.1	Assignació VLANs	21
3.5.2	Assignació ports Edifici 1	21
3.5.3	Assignació ports Edifici 2	22
3.5.4	Assignació ports Nau Industrial	23
3.5.5	Seguretat	23
3.5.6	Encaminaments	23
3.5.7	Esquema físic	24
3.5.8	Esquema lògic	25
4	Esquema MacroLAN grup empresarial	25
5	Esquema MacroLAN grup empresarial en Fase 2	26

Índex de figures

1	Esquema físic Empresa 1	4
2	Esquema lògic Empresa 1	5
3	Esquema físic Empresa 1 en la Fase 2	13
4	Esquema lògic Empresa 1 en la Fase 2	14
5	Esquema físic Empresa 2	15
6	Esquema lògic Empresa 2	16
7	Esquema físic Empresa 2 en la Fase 2	24
8	Esquema lògic Empresa 2 en la Fase 2	25
9	Esquema MacroLan	25
10	Esquema MacroLan en la Fase 2	26

Índex de taules

1	Distribució VLANS i ports Empresa 1	5
2	Ports assignats R-EA-P2	6
3	Ports assignats R-EA-P1	6
4	Ports assignats R-EA-PB	7
5	Ports assignats R-EB-P1	7
6	Ports assignats R-EB-P0-0	7
7	Ports assignats R-EB-P0-1	8
8	Distribució VLANS Protocol 802.1q Empresa 1	8
9	Equips previstos Empresa 1	9
10	Adreçament dels departaments Empresa 1	10
11	Taula d'encaminament intern R-EA-P2	10
12	Taula d'encaminament intern R-EA-P1	10
13	Taula d'encaminament extern R-EA-PB	11
14	Ports assignats R-EA-P2 en la Fase 2	12
15	Taula d'encaminament intern R-EA-P2 en la Fase 2	12
16	Taula d'encaminament intern R-EA-P1 en la Fase 2	12
17	Taula d'encaminament extern R-EA-PB en la Fase 2	13
18	Distribució VLANS Empresa 2	16
19	Ports assignats RE1-P1	17
20	Ports assignats RE1-PB	17
21	Ports assignats RE2-P2	17
22	Ports assignats RE2-P1	18
23	Ports assignats RE2-PB	18
24	Ports assignats R-NI	18
25	Distribució VLANS Protocol 802.1q Empresa 2	19
26	Equips previstos Empresa 2	19
27	Adreçament dels departaments Empresa 2	19
28	Taula d'encaminament intern R-E1-PB	20
29	Taula d'encaminament extern R-E2-PB	20
30	Distribució VLAN Empresa 2 en la Fase 2	21
31	Ports assignats R-E1-P1 en la Fase 2	21
32	Ports assignats R-E1-PB en la Fase 2	22
33	Ports assignats R-E2-P2 en la Fase 2	22
34	Ports assignats R-E2-P1 en la Fase 2	22
35	Ports assignats R-E2-PB en la Fase 2	23
36	Ports assignats R-NI en la Fase 2	23

1 Introducció

L'objectiu d'aquest document és explicar el desenvolupament de la pràctica la qual consisteix en el disseny d'una xarxa de comunicacions per a dues empreses diferents que s'uneixen a un grup empresarial.

Les principals especificacions i característiques de l'Empresa 1 són:

- L'empresa consta de dos edificis (Edifici A i Edifici B), on l'Edifici A té tres plantes i cadascuna conté un repartidor. D'altra banda l'Edifici B té en la Planta Baixa dos repartidors interconnectats entre ells i un altre en Altell.
- El disseny de la xarxa té una tipologia d'estrella, on el node arrel es troba en el repartidor de la Planta Baixa de l'Edifici A.
- L'empresa disposa de 5 departaments amb dominis broadcast diferents.
- Té un sistema de climatització i seguretat que està aïllat de la resta de xarxes.
- Es troben instal·lats punts d'accés WIFI per totes les instal·lacions de l'empresa els quals seran gestionats per una controladora.
- L'encaminament intern estarà dividit en els repartidors de la Planta 1 de l'Edifici A.
- La tasca de l'encaminament extern es realitzarà en la Planta Baixa de l'Edifici A.
- S'utilitzarà un cable de fibra òptica per a l'accés al servei MacroLAN del grup empresarial al qual s'unirà l'empresa.
- Els equips que s'utilitzen per a implementar la xarxa són els següents:
 - Alcatel OS-7700.
 - Alcatel OS-6450.
 - Alcatel OS-6602-24 (x3).

Les principals especificacions i característiques de l'Empresa 2 són:

- L'empresa consta de tres edificis (Edifici 1, Edifici 2 i Nau Industrial), on la Planta Baixa de l'Edifici 2 és el node arrel de totes les xarxes de l'empresa.
- L'empresa disposa de 6 departaments amb dominis broadcast diferents.
- L'encaminament intern es realitzarà en el repartidor de la Planta Baixa de l'Edifici 1.
- La tasca de l'encaminament extern es realitzarà en la Planta Baixa de l'Edifici 2.
- S'utilitzarà un cable de fibra òptica per a l'accés al servei MacroLAN del grup empresarial al qual s'unirà l'empresa.
- Els equips que s'utilitzen per a implementar la xarxa són els següents:
 - Alcatel OS-6602-24 (x5).
 - Alcatel OS-7700.

2 Empresa 1

2.1 Esquema físic

En l'esquema físic es poden observar les connexions establertes entre els diferents repartidors de cada edifici, així com les diferents VLANS i protocols que s'han utilitzat en cada enllaç.

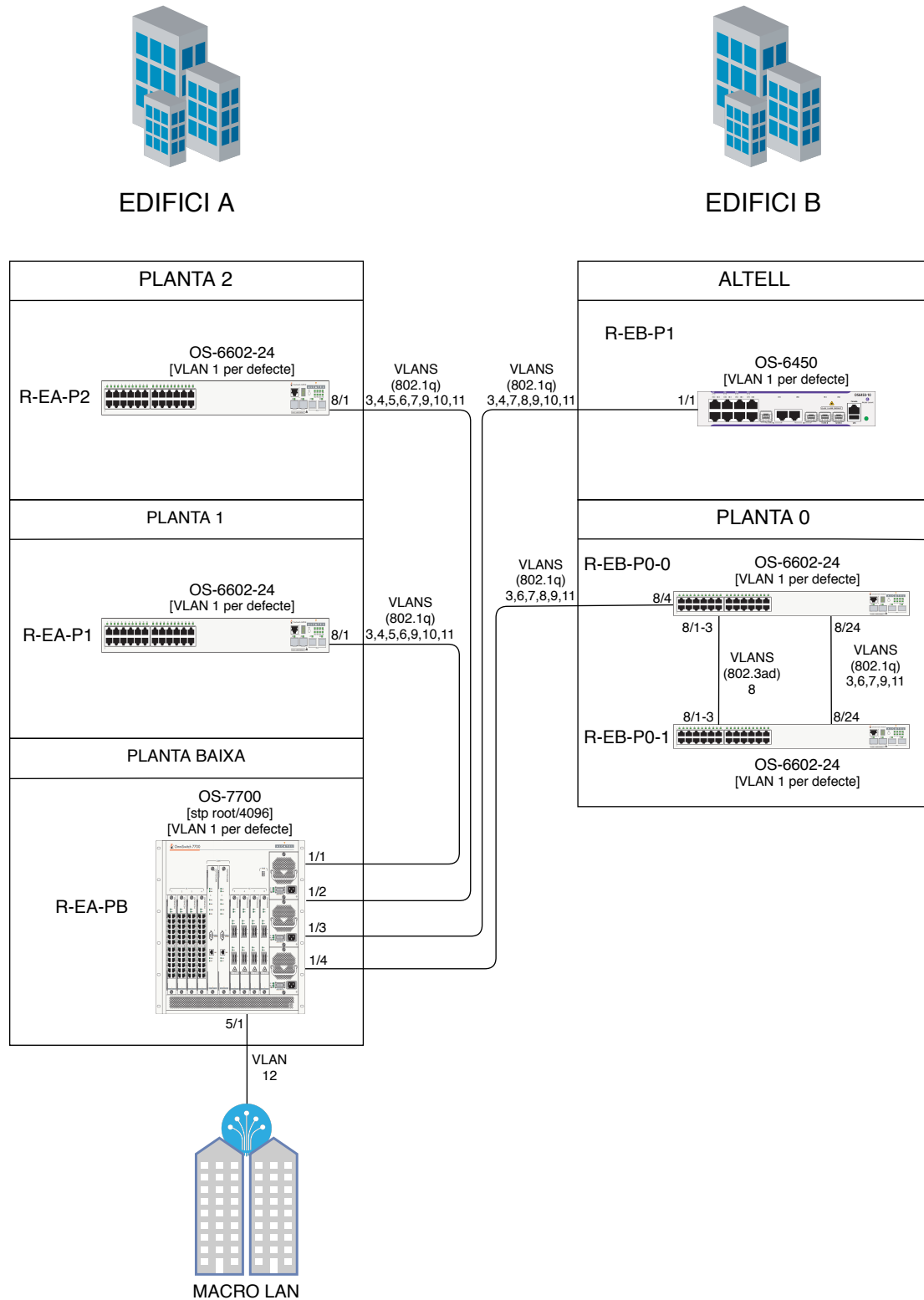


Figura 1: Esquema físic Empresa 1

2.2 Esquema lògic

En aquest esquema es poden observar les diferents xarxes que té l'empresa 1 així com totes connexions que té cada equip cap a aquestes. A més a més, en cas que l'equip dugui a terme funcions d'encaminament de Nivell 3 es mostra l'adreça IP que uneix la xarxa i l'equip connectat.

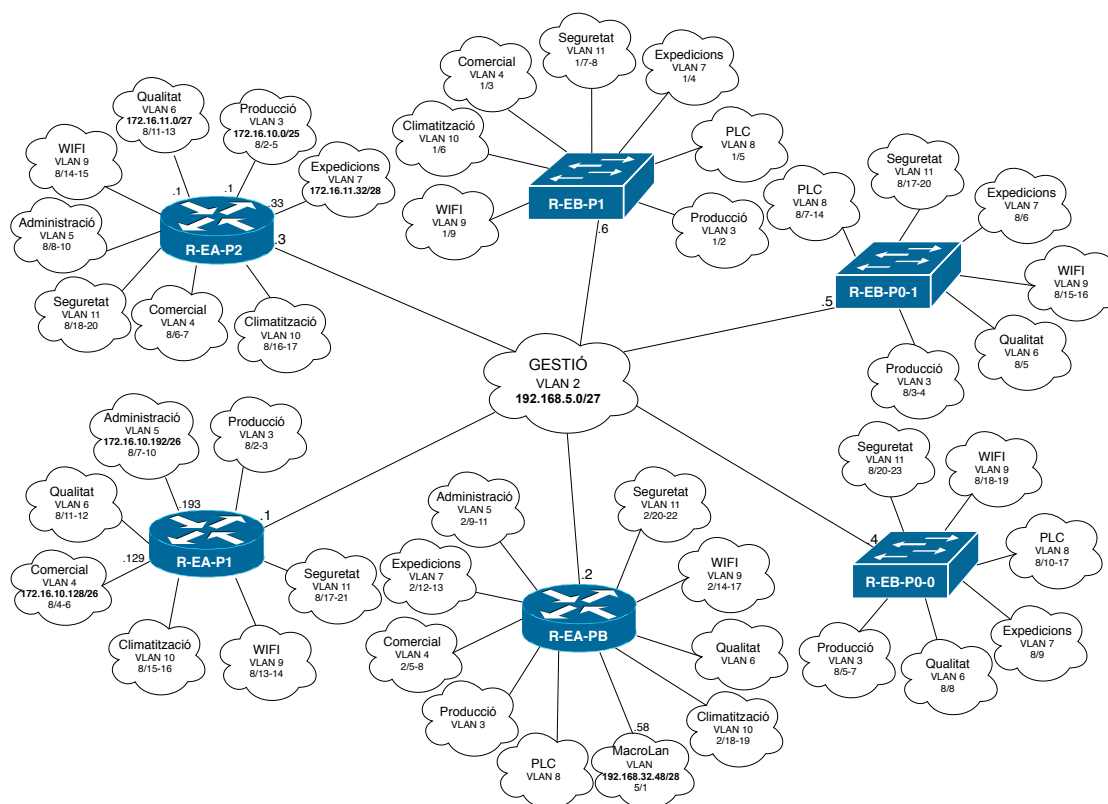


Figura 2: Esquema lògic Empresa 1

2.3 Nivell 2

2.3.1 Assignació VLANS

Per a la implementació de les diferents xarxes dels departaments i serveis l'empresa 1, s'han de crear les següents VLANS:

VLAN	Nom VLAN
1	Lliure
2	Gestió
3	Producció
4	Comercial
5	Administració
6	Qualitat
7	Expedicions
8	PLC
9	WIFI
10	Climatització
11	Seguretat
12	MacroLan

Taula 1: Distribució VLANS i ports Empresa 1

La VLAN 1 (Lliure) conté tots els ports no assignats dels diversos equips. L'assignació dels ports lliures a una VLAN no utilitzada permet aïllar aquests ports, així en cas que algú es connectés a algun d'aquests ports no tindria accés a la resta de xarxa.

A més de les VLANS creades per als diferents departaments i serveis de l'empresa, per a poder accedir al servei MacroLan, s'ha de crear una nova VLAN. Per la creació de les Virtual Local Area Networks (VLANs) utilitzarem la comanda següent:

```
-> vlan <id> name <name>
```

2.3.2 Assignació ports Edifici A

R-EA-P2		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/21-24
2	Gestió	8/1
3	Producció	8/2-5
4	Comercial	8/6-7
5	Administració	8/8-10
6	Qualitat	8/11-13
7	Expedicions	-
8	PLC	-
9	WIFI	8/14-15
10	Climatització	8/16-17
11	Seguretat	8/18-20

Taula 2: Ports assignats R-EA-P2

R-EA-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/22-24
2	Gestió	8/1
3	Producció	8/2-3
4	Comercial	8/4-6
5	Administració	8/7-10
6	Qualitat	8/11-12
7	Expedicions	-
8	PLC	-
9	WIFI	8/13-14
10	Climatització	8/15-16
11	Seguretat	8/17-21

Taula 3: Ports assignats R-EA-P1

Per a l'assignació de ports de l'equip de la planta baixa de l'edifici A s'ha decidit dividir les diferents connexions en tres slots diferents:

- Slot 1: s'utilitza per a la interconnexió entre els diferents equips de l'empresa.
- Slot 2: connexió dels equips del cablejat horitzontal de la planta.
- Slot 5: s'utilitza per a la interconnexió amb la MacroLAN, utilitzant un cable de fibra òptica.

R-EA-PB		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	-
2	Gestió	1/1-4, 2/1-4
3	Producció	-
4	Comercial	2/5-8
5	Administració	2/9-11
6	Qualitat	-
7	Expedicions	2/12-13
8	PLC	-
9	WIFI	2/14-17
10	Climatització	8/16-17
11	Seguretat	2/20-22

Taula 4: Ports assignats R-EA-PB

A més, cal tenir en compte que aquest repartidor ha de tenir creades totes les VLANS perquè es tracta d'un equip que interconnecta tots els equips de l'empresa.

Si bé és cert que en la taula anterior no es mostren, algunes d'aquestes VLANS són de trànsit i estaran assignades als ports d'interconnexió que les necessitin.

2.3.3 Assignació ports Edifici B

R-EB-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	1/10
2	Gestió	1/1
3	Producció	1/2
4	Comercial	1/3
5	Administració	-
6	Qualitat	-
7	Expedicions	1/4
8	PLC	1/5
9	WIFI	1/9
10	Climatització	1/6
11	Seguretat	1/7-8

Taula 5: Ports assignats R-EB-P1

R-EB-P0-0		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	-
2	Gestió	8/4, 8/24
3	Producció	8/5-7
4	Comercial	-
5	Administració	-
6	Qualitat	8/8
7	Expedicions	8/9
8	PLC	8/1-3, 8/10-17
9	WIFI	8/18-19
10	Climatització	-
11	Seguretat	8/20-23

Taula 6: Ports assignats R-EB-P0-0

R-EB-P0-1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/22-23
2	Gestió	8/24
3	Producció	8/4-5
4	Comercial	-
5	Administració	-
6	Qualitat	8/6
7	Expedicions	8/7
8	PLC	8/1-3, 8/8-15
9	WIFI	8/16-17
10	Climatització	-
11	Seguretat	8/18-21

Taula 7: Ports assignats R-EB-P0-1

Per a poder assignar un port a una VLAN s'utilitza la següent comanda:

```
-> vlan <id> port default <slot/port>
```

2.3.4 Protocol 802.1q

El protocol 802.1q permet a diverses VLANS transmetre per un mateix medi físic. L'ús d'aquest protocol permet que els diferents equips de l'empresa es puguin connectar entre ells amb un sol enllaç.

A continuació es mostrarà quines VLANS es passen per aquest protocol en cada enllaç:

Edifici	VLAN
R-EA-P2<->R-EA-PB	3,4,5,6,9,10,11
R-EA-P1<->R-EA-PB	3,4,5,6,9,10,11
R-EA-PB<->R-EB-P1	3,4,7,8,9,10,11
R-EA-PB<->R-EB-P0-0	3,6,7,8,9,11
R-EB-P0-0<->R-EB-P0-1	3,6,7,9,11

Taula 8: Distribució VLANs Protocol 802.1q Empresa 1

Per a configurar aquest protocol en els diversos equips s'utilitza la següent comanda:

```
-> vlan <vlan_number> 802.1q <slot/port>
```

2.3.5 Link Aggregation

El protocol 802.3ad (Link Aggregation Protocol) permet combinar conjuntament diversos ports físics amb la finalitat de repartir el trànsit per ells, el que provoca un augment de l'amplada de banda de la connexió.

Aquest protocol és utilitzat en la connexió dels repartidors de la planta 0 de l'edifici B (**R-EB-P0-0** i **R-EB-P0-1**), degut a que la comunicació entre els diferents equips de la xarxa PLC ha de ser de 300 Mbps, i com cada enllaç és de només 100 Mbps són necessaris 3 enllaços (l'enllaç comença pel port 8/1 perquè segons el manual del fabricant ha de començar pels ports: 1,9,17,25).

Per a la configuració d'aquests enllaços s'utilitzen les següents comandes:

```
-> lacp linkagg num <num> size <size>
-> static agg port <port> num <num>
-> vlan <id> port default <num>
```

2.3.6 Spanning Tree Protocol

L'objectiu del Spanning Tree és evitar els cicles dins d'una xarxa. Per això mateix cada VLAN de l'empresa ha de tenir configurat aquest protocol.

Com el repartidor **R-EA-PB** és el nucli de la xarxa, aquest ha de ser el node arrel de totes les subxarxes de l'empresa. Per a això se li assignarà una prioritat de 4096 i a la resta dels equips se'ls assignarà la prioritat per defecte, 32678.

Per a configurar aquest protocol s'ha d'introduir la següent comanda en tots els equips:

```
-> bridge <vlan> protocol stp
```

D'altra banda, per a l'assignació de prioritats en el cas del repartidor **R-EA-PB** s'ha d'utilitzar la següent comanda:

```
-> bridge <vlan> priority 4096
```

I en la resta d'equips es configurarà amb la prioritat per defecte.

2.3.7 VLAN dinàmiques

La planta baixa de l'edifici A té una sala de reunions que necessita 5 punts accessos els quals han de permetre accedir a qualsevol membre de l'empresa a la xarxa del departament al qual pertany. Per tant, s'ha de configurar una VLAN dinàmica per a aquests ports.

Per a la configuració d'una VLAN dinàmica s'utilitzen les següents comandes:

```
-> vlan port mobile <slot/port>
-> vlan <vlan-number> ip <ip> <mask>
```

2.3.8 Seguretat

Per evitar que equips no permesos accedeixin a la xarxa de seguretat s'aplica un filtre restrictiu als ports assignats d'aquesta xarxa, en concret només es permetrà accedir als dispositius que pertanyin a un rang de MAC que ens ha facilitat la companyia de seguretat.

El format MAC dels dispositius de seguretat és: **68:FF:B3:XX:XX:XX**

Per establir els rangs permesos en els ports assignats en els ports de seguretat s'utilitzen les següents comandes:

```
-> port-security <slot/port> mac-range low 68:FF:B3:00:00:00
-> port-security <slot/port> mac-range high 68:FF:B3:FF:FF:FF
```

2.4 Nivell 3

2.4.1 Subnetting

Tenint en compte el nombre d'equips previstos per a cada departament s'han calculat el nombre de bits mínims per a encabir-los en les diverses subxarxes, com es mostra en la següent taula:

Departament	Equips previstos	Bits mínims necessaris	Nombre host
Producció	69	7	126
Comercial	41	6	62
Administració	34	6	62
Qualitat	23	5	30
Expedicions	11	4	14

Taula 9: Equips previstos Empresa 1

Una vegada tenim el nombre de bits mínims necessaris que necessitem per a adreçar els equips de cada departament, ens disposem a calcular l'adreçament de cada departament:

Nom subxarxa	Adreça xarxa	Màscara	Rang	Broadcast
Producció	172.16.10.0/25	255.255.255.128	172.16.10.1-172.16.10.126	172.16.10.127
Comercial	172.16.10.128/26	255.255.255.192	172.16.10.129-172.16.10.190	172.16.10.191
Administració	172.16.10.192/26	255.255.255.192	172.16.10.193-172.16.10.254	172.16.10.255
Qualitat	172.16.11.0	255.255.255.224	172.16.11.1-172.16.11.30	172.16.11.31
Expedicions	172.16.11.32	255.255.255.240	172.16.11.33-172.16.11.46	172.16.11.47

Taula 10: Adreçament dels departaments Empresa 1

2.4.2 Encaminament intern

A l'hora de realitzar l'encaminament solament es tenen en compte les xarxes dels departaments de l'empresa ja que en les xarxes de climatització i seguretat només cal assegurar la connectivitat nivell 2 i, a més són xarxes aïllades de la resta.

L'encaminament intern està dividit entre els repartidors **RE-EA-P1** i **R-EA-P2**.

R-EA-P2		
Destí	Màscara	Gateway
172.16.10.0/25	255.255.255.128	172.16.10.1 (dispositiu)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	172.16.11.1 (dispositiu)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	172.16.11.33 (dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (dispositiu)
172.16.10.128/25	255.255.255.128	192.168.5.1 (P1)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.5.2 (PB)

Taula 11: Taula d'encaminament intern R-EA-P2

Amb la finalitat de reduir les taules d'encaminament, s'ha decidit sumaritzar les direccions 172.16.10.128/26 i 172.16.10.192/26, que pertanyen als departaments comercial i administració respectivament, en la xarxa 172.16.10.128/25, a excepció del repartidor **RE-EA-P1** que és el que està connectat directament a aquestes dues xarxes.

R-EA-P1		
Destí	Màscara	Gateway
172.16.10.192/26	255.255.255.192	172.16.10.193 (dispositiu)
172.16.10.128/26	255.255.255.192	172.16.10.129 (dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.1 (dispositiu)
172.16.10.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.5.2 (PB)

Taula 12: Taula d'encaminament intern R-EA-P1

2.4.3 Encaminament extern

R-EA-PB		
Destí	Màscara	Gateway
192.168.32.48/28	255.255.255.240	192.168.32.49(dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.2(dispositiu)
172.16.10.128/25	255.255.255.128	192.168.5.1 (P1)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (P2)
172.16.10.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
172.18.80.0/25	255.255.255.128	192.168.32.52 (Empresa B)
172.20.30.0/24	255.255.255.0	192.168.32.54 (Empresa C)
172.18.40.0/22	255.255.252.0	192.168.32.56 (Empresa D)
172.16.20.0/24	255.255.255.0	192.168.32.60 (Empresa 2)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.32.50 (Empresa A)

Taula 13: Taula d'encaminament extern R-EA-PB

La ruta per defecte d'aquest equip és la ip 192.168.32.50 que fa referència a l'Empresa A, ja que és la seu central del grup empresarial i és la que dona accés a internet.

Igual que en l'encaminament intern en les direccions 172.16.10.128/26 i 172.16.10.192/26 s'han sumariat en la xarxa 172.16.10.128/25.

2.5 Fase 2

En aquesta nova fase s'agregarà un nou edifici (nau industrial) a l'empresa al qual se li agrega el següent rang d'adreçament:

- 172.20.12.0/25
- 172.24.10.192/26
- 172.30.120.16/28

Per establir la connexió amb el nou edifici s'implementarà una ràdio enllaç que estarà connectada a l'equip de la planta 2 de l'edifici 1. El rang d'adreçament d'aquests circuits serà 192.168.8.128/30.

Així doncs, s'ha afegit la VLAN NauIndustrial que és la que assignarà els equips encarregats d'aquest enllaç.

2.5.1 Assignació VLANS i ports

Com el repartidor **R-EA-P1** és l'encarregat de realitzar l'enllaç amb l'equipament de la nau industrial s'ha d'actualitzar el seu assignament de VLANS i ports, en concret, s'assignarà un port a la VLAN NauIndustrial el qual està connectat a l'antena.

VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/22-24
2	Gestió	8/1
3	Producció	8/2-5
4	Comercial	8/6-7
5	Administració	8/8-10
6	Qualitat	8/11-13
7	Expedicions	-
8	PLC	-
9	WIFI	8/14-15
10	Climatització	8/16-17
11	Seguretat	8/18-20
13	NauIndustrial	8/21

Taula 14: Ports assignats R-EA-P2 en la Fase 2

2.5.2 Encaminament intern

Com s'afegeix un nou espai d'adreçament a l'adreçament intern de l'empresa, s'han d'actualitzar les taules d'encaminament dels equips **R-EA-P2** i **R-EA-P1**.

R-EA-P2		
Destí	Màscara	Gateway
172.16.10.0/25	255.255.255.128	172.16.10.1 (dispositiu)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	172.16.11.1 (dispositiu)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	172.16.11.33 (dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (dispositiu)
172.16.10.128/25	255.255.255.128	192.168.5.1 (P1)
172.20.12.0/25	255.255.255.128	192.168.8.130 (nau industrial)
172.24.10.192/26	255.255.255.192	192.168.8.130 (nau industrial)
172.30.120.16/28	255.255.255.240	192.168.8.130 (nau industrial)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.5.2 (PB)

Taula 15: Taula d'encaminament intern R-EA-P2 en la Fase 2

R-EA-P1		
Destí	Màscara	Gateway
172.16.10.192/26	255.255.255.192	172.16.10.193 (dispositiu)
172.16.10.128/26	255.255.255.192	172.16.10.129 (dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.1 (dispositiu)
172.16.10.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
172.20.12.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.24.10.192/26	255.255.255.192	192.168.5.3 (P2)
172.30.120.16/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.5.2 (PB)

Taula 16: Taula d'encaminament intern R-EA-P1 en la Fase 2

2.5.3 Encaminament extern

R-EA-PB		
Destí	Màscara	Gateway
192.168.32.48/28	255.255.255.240	192.168.32.49 (dispositiu)
192.168.5.0/27	255.255.255.224	192.168.5.2 (dispositiu)
172.16.10.128/25	255.255.255.128	192.168.5.1 (P1)
172.16.11.0/27	255.255.255.224	192.168.5.3 (P2)
172.16.10.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.16.11.32/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
172.18.80.0/25	255.255.255.128	192.168.32.52 (Empresa B)
172.20.30.0/24	255.255.255.0	192.168.32.54 (Empresa C)
172.18.40.0/22	255.255.252.0	192.168.32.56 (Empresa D)
172.16.20.0/24	255.255.255.0	192.168.32.60 (Empresa 2)
172.20.12.0/25	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.24.10.192/26	255.255.255.128	192.168.5.3 (P2)
172.30.120.16/28	255.255.255.240	192.168.5.3 (P2)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.32.50 (Empresa A)

Taula 17: Taula d'encaminament extern R-EA-PB en la Fase 2

2.5.4 Esquema físic

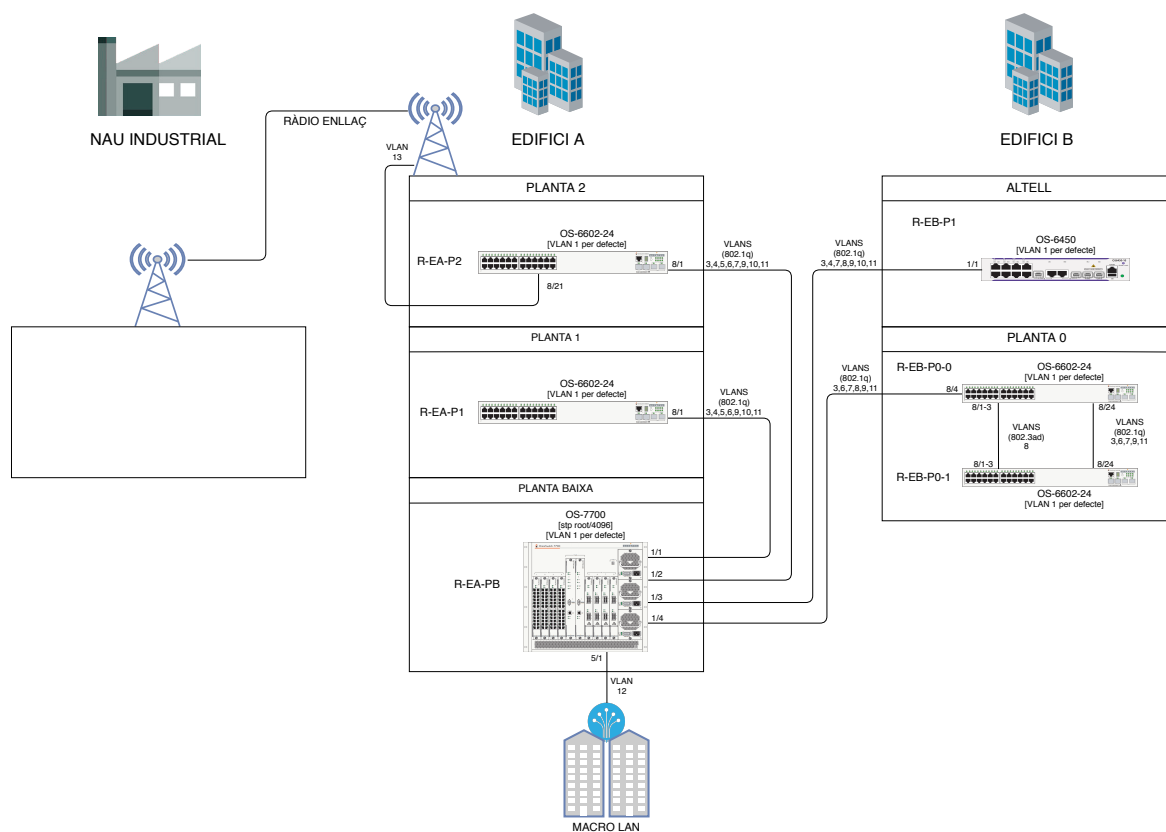


Figura 3: Esquema físic Empresa 1 en la Fase 2

2.5.5 Esquema lògic

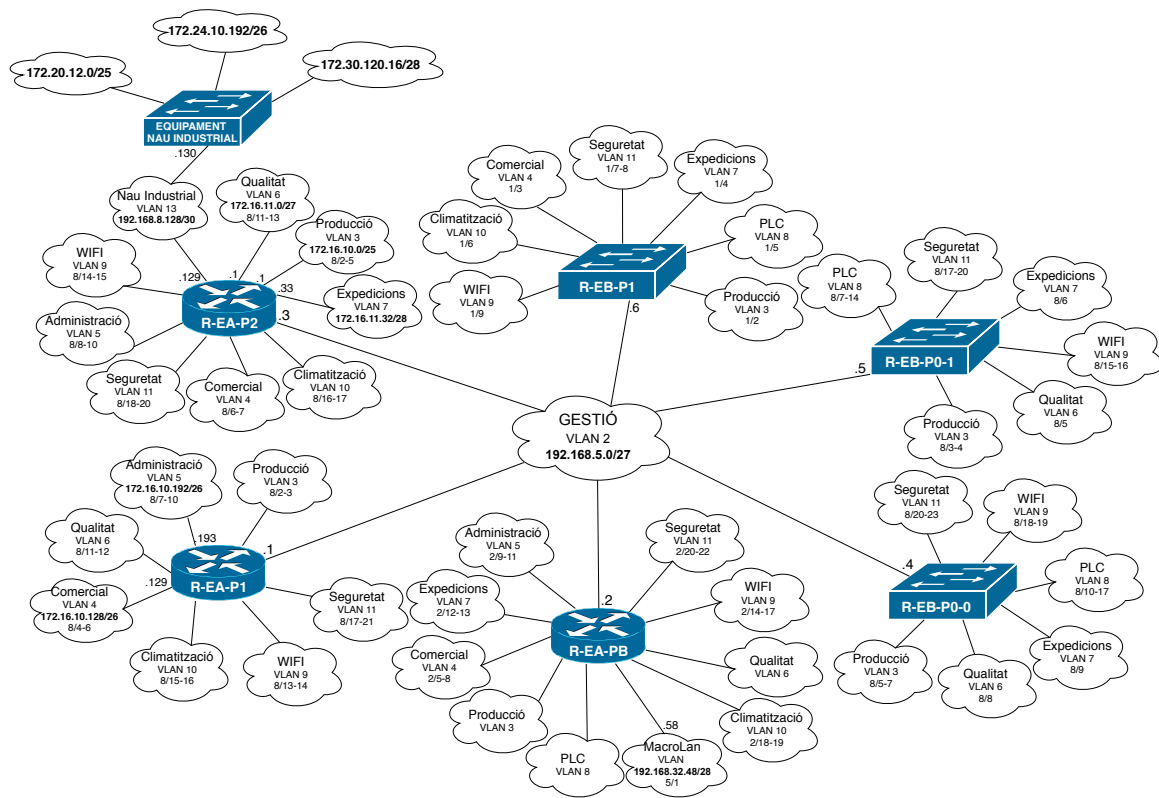


Figura 4: Esquema lògic Empresa 1 en la Fase 2

3 Empresa 2

3.1 Esquema físic

En aquest esquema es poden observar les connexions establertes entre els diferents repartidors de cada edifici i la nau industrial, així com les diferents VLANS i protocols que s'han utilitzat en cada enllaç.

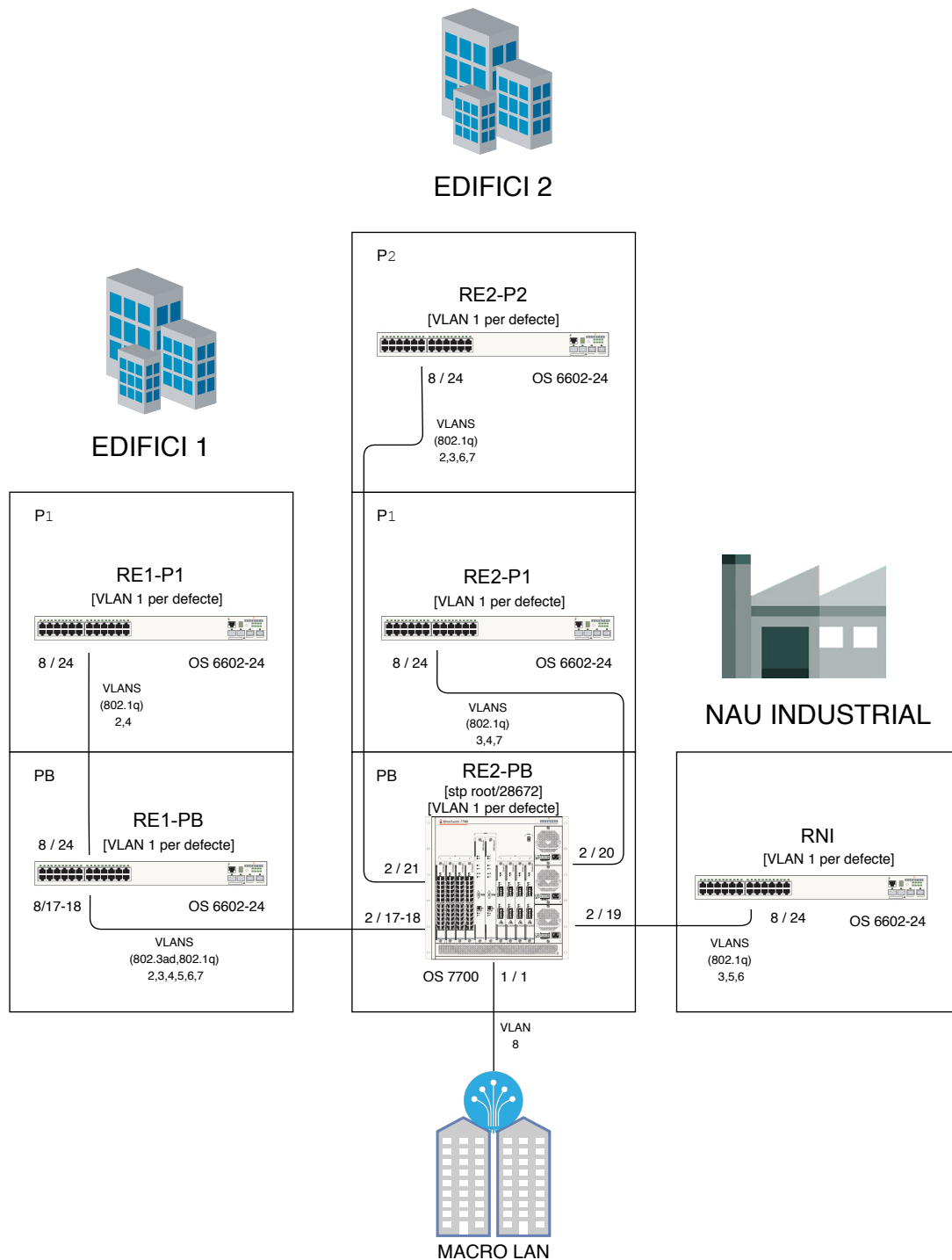


Figura 5: Esquema físic Empresa 2

3.2 Esquema lògic

En aquest esquema es poden observar les diferents xarxes que té l'empresa 2, així com totes connexions que té cada equip cap a aquestes. A més a més, en cas que l'equip dugui a terme funcions d'encaminament de Nivell 3 es mostra l'adreça IP que uneix la xarxa i l'equip connectat.

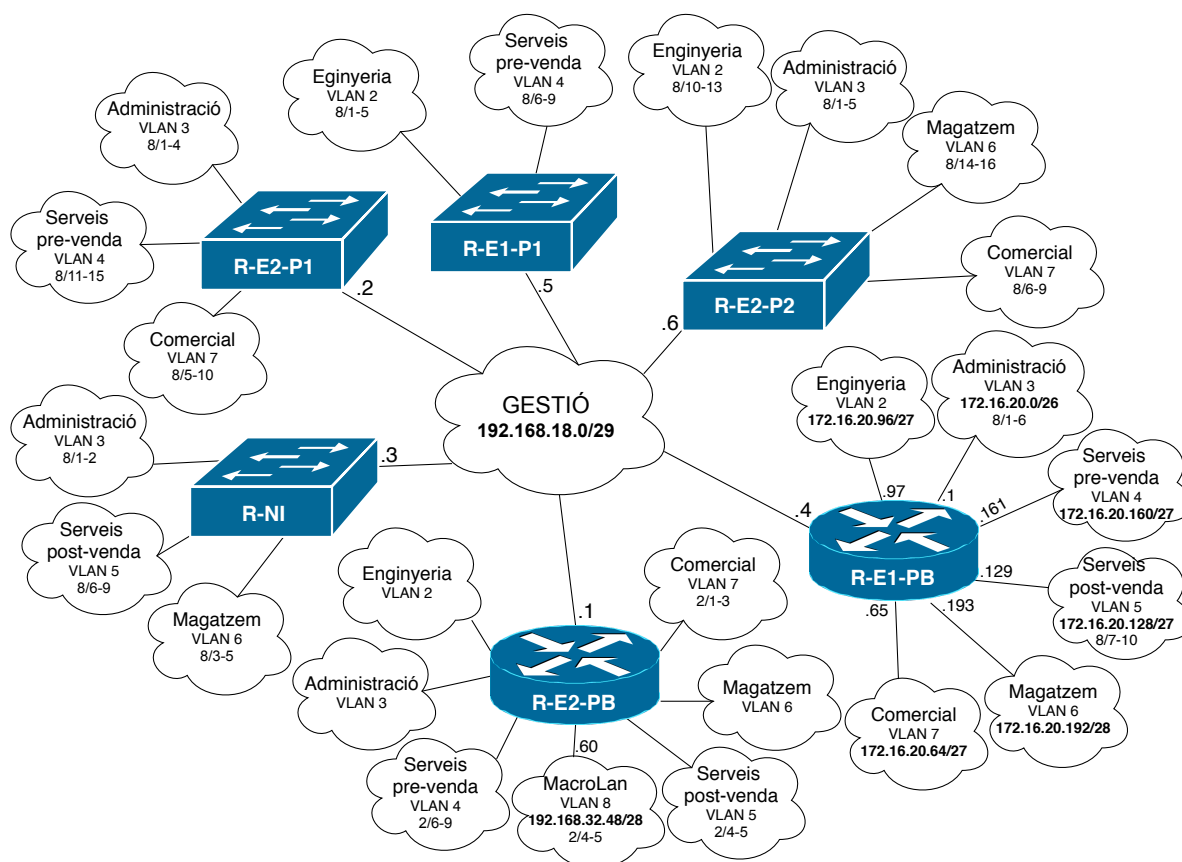


Figura 6: Esquema lògic Empresa 2

3.3 Nivell 2

3.3.1 Assignació VLANS i ports

Per a la implementació de les diferents xarxes dels departaments i serveis l'empresa 1, s'han de crear les següents VLANS:

VLAN	Nom VLAN
1	Lliure
2	Enginyeria
3	Administració
4	Serveis pre-venda
5	Serveis post-venda
6	Magatzem
7	Comercial
8	MacroLan
9	Gestió

Taula 18: Distribució VLANS Empresa 2

3.3.2 Assignació ports Edifici 1

RE1-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/10-23
2	Enginyeria	8/1-5
3	Administració	-
4	Serveis pre-venda	8/6-9
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	-
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24

Taula 19: Ports assignats RE1-P1

RE1-PB		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/11-16,8/19-23
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-6
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	8/7-10
6	Magatzem	-
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/17-18, 8/24

Taula 20: Ports assignats RE1-PB

3.3.3 Assignació ports Edifici 2

RE2-P2		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/17-23
2	Enginyeria	8/10-13
3	Administració	8/1-5
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	8/14-16
7	Comercial	8/6-9
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24

Taula 21: Ports assignats RE2-P2

RE2-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/16-23
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-4
4	Serveis pre-venda	8/11-15
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	-
7	Comercial	8/5-10
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24

Taula 22: Ports assignats RE2-P1

RE2-PB		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	2/10-15
2	Enginyeria	-
3	Administració	-
4	Serveis pre-venda	2/6-9
5	Serveis post-venda	2/4-5
6	Magatzem	-
7	Comercial	2/1-3
8	MacroLan	1/1
9	Gestió	2/16-24

Taula 23: Ports assignats RE2-PB

Per a l'assignació de ports de l'equip de la planta baixa de l'edifici 2, s'ha decidit dividir les diferents connexions en dos slots diferents:

- Slot 1: s'utilitza per a la interconnexió amb la MacroLAN, utilitzant un cable de fibra òptica.
- Slot 2: s'utilitza per a la interconnexió entre els diferents equips de l'empresa.

3.3.4 Assignació ports Nau Industrial

R-NI		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/10-23
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-2
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	8/6-9
6	Magatzem	8/3-5
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24

Taula 24: Ports assignats R-NI

3.3.5 Protocol 802.1q

L'ús d'aquest protocol permet que els diferents equips de l'empresa es puguin connectar entre ells amb un sol enllaç.

A continuació es mostrarà quines VLANs es passen per aquest protocol en cada enllaç:

Edifici	VLAN
RE1-P1<->RE1-PB	2,4
RE1-PB<->RE2-PB	2,3,4,5,6,7
RE2-PB<->RE2-P1	3,4,7
RE2-PB<->R-NI	3,5,6
RE2-PB<->RE2-P2	2,3,6,7

Taula 25: Distribució VLANS Protocol 802.1q Empresa 2

3.3.6 Link Aggregation

Aquest protocol és utilitzat en la connexió dels repartidors de la planta baixa de l'edifici 1 (**RE1-PB**) i el de la planta baixa de l'edifici 2 (**RE2-PB**), degut a que la connexió entre els dos edificis ha de ser de 200Mbps, i com cada enllaç és de només 100 Mbps són necessaris 2 enllaços (l'enllaç comença pel port 2/17 perquè segons el manual del fabricant ha de començar pels ports: 1,9,17,25).

3.3.7 Spanning Tree Protocol

Com el repartidor **RE2-PB** és el nucli de la xarxa, aquest ha de ser el node arrel de totes les subxarxes de l'empresa, per a això se li assignarà una prioritat de 28672 i a la resta dels equips se'ls assignarà la prioritat per defecte que és 32678.

3.4 Nivell 3

3.4.1 Subnetting

Tenint en compte el nombre d'equips previstos per a cada departament s'han calculat el nombre de bits mínims per a encabir-los en les diverses subxarxes, com es mostra en la següent taula:

Departament	Equips previstos	Bits mínims necessaris	Nombre host
Administració	35	6	62
Comercial	23	5	30
Enginyeria	21	5	30
Magatzem	13	4	14
Serveis post-venda	25	5	30
Serveis pre-venda	25	5	30
Gestió	6	3	8

Taula 26: Equips previstos Empresa 2

Una vegada tenim el nombre de bits mínims necessaris que necessitem per a adreçar els equips de cada departament, ens disposem a calcular l'adreçament de cada departament:

Nom subxarxa	Adreça xarxa	Màscara	Rang	Broadcast
Administració	172.16.20.0/26	255.255.255.192	172.16.20.1-172.16.20.62	172.16.20.63
Comercial	172.16.20.64/27	255.255.255.224	172.16.20.65-172.16.20.94	172.16.20.95
Enginyeria	172.16.20.96/27	255.255.255.224	172.16.20.97-172.16.20.126	172.16.20.127
Serveis-postvenda	172.16.20.128/27	255.255.255.224	172.16.20.129-172.16.20.158	172.16.20.159
Serveis-prevenda	172.16.20.160/27	255.255.255.224	172.16.20.161-172.16.20.190	172.16.20.191
Magatzem	172.16.20.198/28	255.255.255.240	172.16.20.193-172.16.20.206	172.16.20.207
Gestió	192.168.18.0	255.255.255.248	192.168.18.1-192.168.18.8	192.168.18.9

Taula 27: Adreçament dels departaments Empresa 2

3.4.2 Encaminament intern

A l'hora de realitzar l'encaminament solament es tenen en compte les xarxes dels departaments de l'empresa.

El repartidor **RE1-PB** és l'encarregat de l'encaminament intern.

R-E1-PB		
Destí	Màscara	Gateway
172.16.20.96/27	255.255.255.224	172.16.20.97
172.16.20.0/26	255.255.255.192	172.16.20.1 (dispositiu)
172.16.20.160/27	255.255.255.224	172.16.20.161 (dispositiu)
172.16.20.128/27	255.255.255.224	172.16.20.129 (dispositiu)
172.16.20.192/28	255.255.255.240	172.16.20.193 (dispositiu)
172.16.20.64/27	255.255.255.224	172.16.20.65 (dispositiu)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.18.1

Taula 28: Taula d'encaminament intern R-E1-PB

3.4.3 Encaminament extern

En l'encaminament extern s'han sumariat les direccions 172.16.20.0/26, 172.16.20.64/27 i la 172.16.20.96/27 en la xarxa 172.16.20.0/25 i finalment la 172.16.20.128/27 s'agrupat amb la 172.16.20.160/27 en la xarxa 172.16.20.128/26.

R-E2-PB		
Destí	Màscara	Gateway
192.168.18.0/29	255.255.255.248	192.168.18.1 (gestió)
172.18.40.0/22	255.255.252.0	192.168.32.56 (Empresa D)
172.16.10.0/23	255.255.254.0	192.168.1.32.58 (Empresa 1)
172.20.60.0/23	255.255.254.0	192.168.32.50 (Empresa A)
172.20.30.0/24	255.255.255.0	192.168.32.54 (Empresa C)
172.18.80.0/25	255.255.255.128	192.168.32.52 (Empresa B)
172.16.20.0/25	255.255.255.128	192.168.18.4 (RE1-PB)
172.16.20.128/26	255.255.255.192	192.168.18.4 (RE1-PB)
172.16.20.192/28	255.255.255.240	192.168.18.4 (RE1-PB)
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.32.50 (Empresa A)

Taula 29: Taula d'encaminament extern R-E2-PB

3.5 Fase 2

En aquesta fase s'han d'implementar les xarxes del sistema de climatització i seguretat de l'empresa. Per a aquestes xarxes només cal assegurar la connectivitat a nivell 2 ja que s'encarrega una empresa externa.

3.5.1 Assignació VLANS

En aquesta fase, es defineixen les VLANS climatització i seguretat, les quals seran creades en els diferents equips de l'empresa.

VLAN	Nom VLAN
1	Lliure
2	Enginyeria
3	Administració
4	Serveis pre-venda
5	Serveis post-venda
6	Magatzem
7	Comercial
8	MacroLan
9	Gestió
10	Climatització
11	Seguretat

Taula 30: Distribució VLAN Empresa 2 en la Fase 2

3.5.2 Assignació ports Edifici 1

R-E1-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/16-23
2	Enginyeria	8/1-5
3	Administració	-
4	Serveis pre-venda	8/6-9
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	-
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24
10	Climatització	8/10-12
11	Seguretat	13-15

Taula 31: Ports assignats R-E1-P1 en la Fase 2

R-E1-PB		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/19-23, 8/16
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-6
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	8/7-10
6	Magatzem	-
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/17-18, 8/24
10	Climatització	8/11-12
11	Seguretat	8/13-15

Taula 32: Ports assignats R-E1-PB en la Fase 2

3.5.3 Assignació ports Edifici 2

R-E2-P2		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/22-23
2	Enginyeria	8/10-13
3	Administració	8/1-5
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	8/14-16
7	Comercial	8/6-9
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24
10	Climatització	8/17-18
11	Seguretat	8/19-21

Taula 33: Ports assignats R-E2-P2 en la Fase 2

R-E2-P1		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/21-23
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-4
4	Serveis pre-venda	8/11-15
5	Serveis post-venda	-
6	Magatzem	-
7	Comercial	8/5-10
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24
10	Climatització	8/16-17
11	Seguretat	8/18-20

Taula 34: Ports assignats R-E2-P1 en la Fase 2

R-E2-PB		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	-
2	Enginyeria	-
3	Administració	-
4	Serveis pre-venda	2/6-9
5	Serveis post-venda	2/4-5
6	Magatzem	-
7	Comercial	2/1-3
8	MacroLan	1/1
9	Gestió	2/16-24
10	Climatització	2/10-11
11	Seguretat	2/12-15

Taula 35: Ports assignats R-E2-PB en la Fase 2

3.5.4 Assignació ports Nau Industrial

R-NI		
VLAN	Nom VLAN	Port
1	Lliure	8/15-23
2	Enginyeria	-
3	Administració	8/1-2
4	Serveis pre-venda	-
5	Serveis post-venda	8/6-9
6	Magatzem	8/3-5
7	Comercial	-
8	MacroLan	-
9	Gestió	8/24
10	Climatització	8/10-11
11	Seguretat	8/12-14

Taula 36: Ports assignats R-NI en la Fase 2

3.5.5 Seguretat

Per evitar equips no permesos accedeixin a la xarxa de seguretat s'aplica un filtre restrictiu als ports assignats d'aquesta xarxa, en concret no es permetrà accedir als dispositius que pertanyen un rang de MAC que ens ha facilitat la companyia de seguretat.

El format MAC dels dispositius de seguretat és: **68:FF:B3:XX:XX:XX**

3.5.6 Encaminaments

En aquesta fase no cal modificar cap taula d'encaminament dels equips de l'empresa ja que les noves xarxes de climatització i seguretat estan aïllades de la resta de les xarxes de l'empresa.

3.5.7 Esquema físic

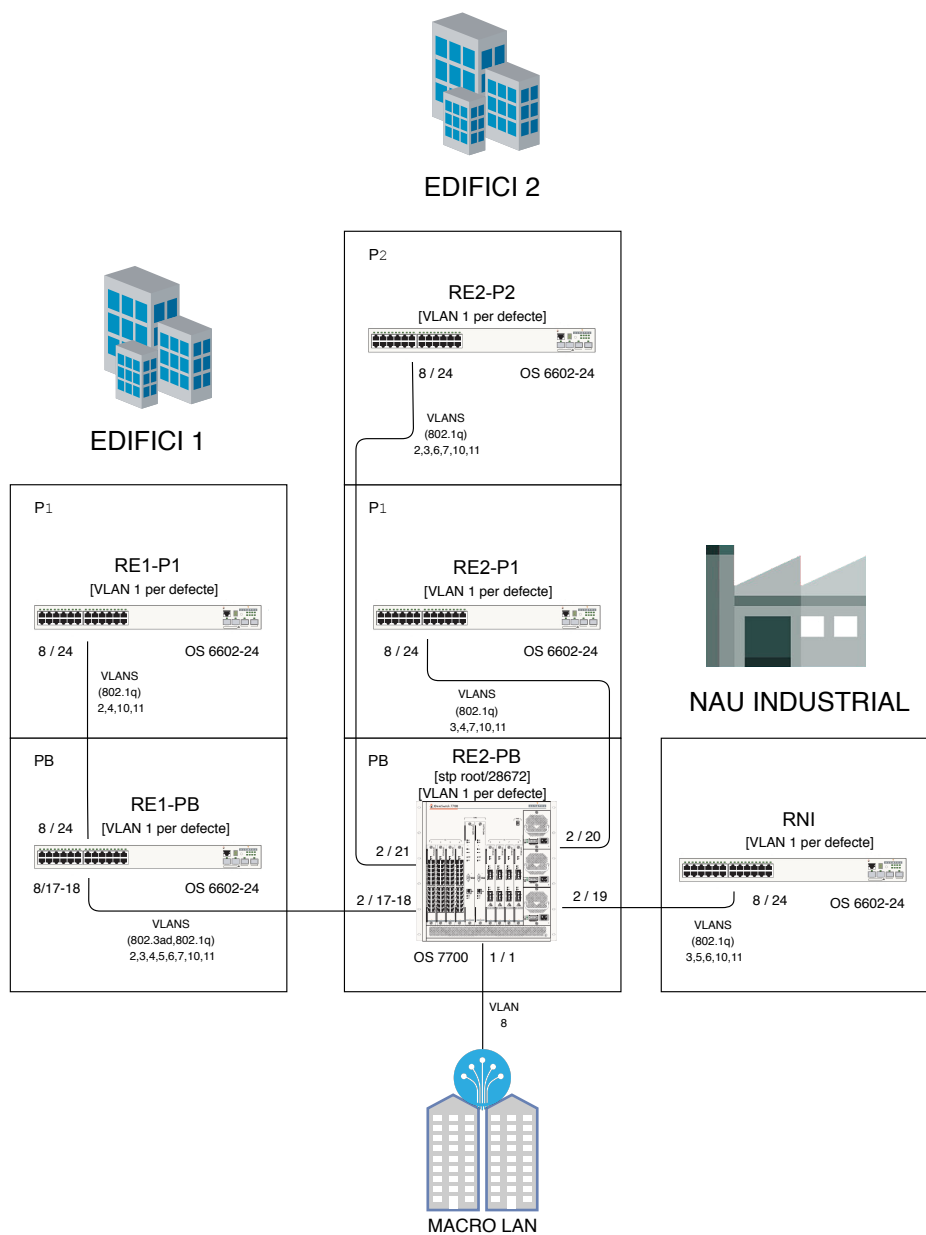


Figura 7: Esquema físic Empresa 2 en la Fase 2

3.5.8 Esquema lògic

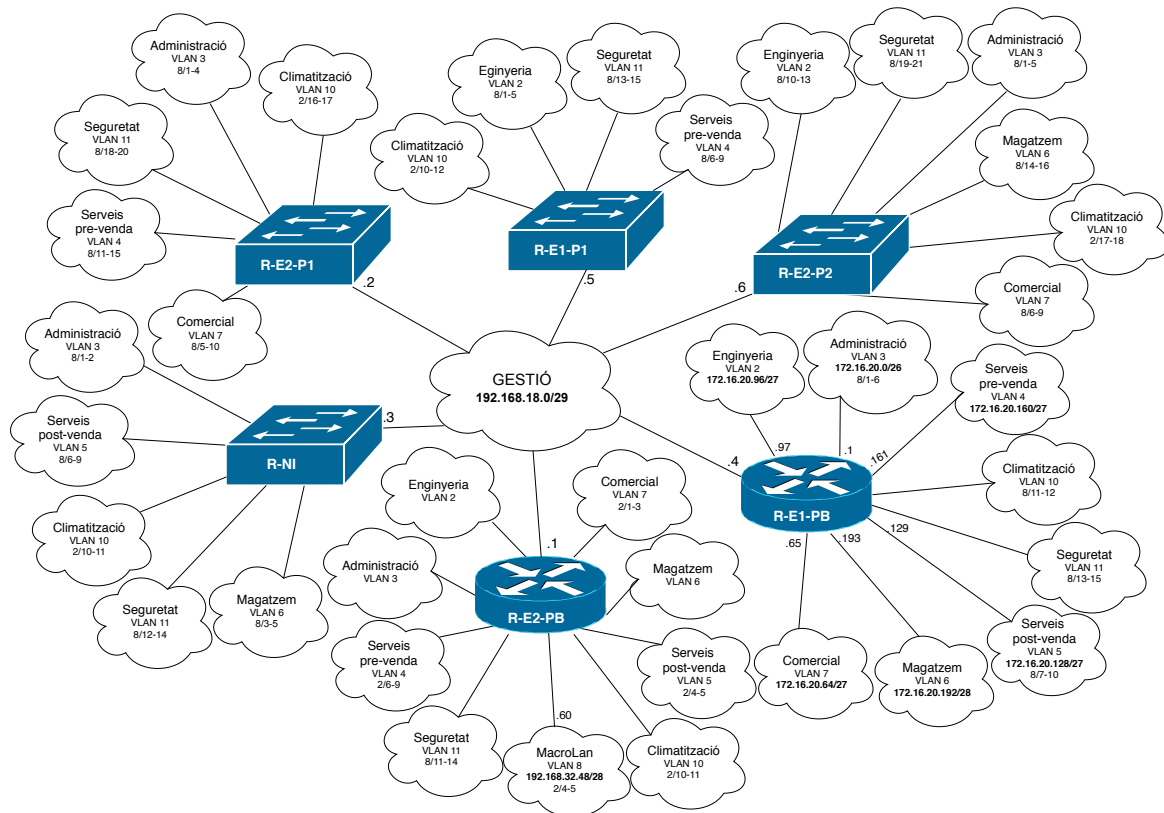


Figura 8: Esquema lògic Empresa 2 en la Fase 2

4 Esquema MacroLAN grup empresarial

Aquest esquema mostra l'esquema lògic de la MacroLAN on es poden observar les diferents empreses que formen el grup empresarial, així com els seus diferents rangs d'adreçament.

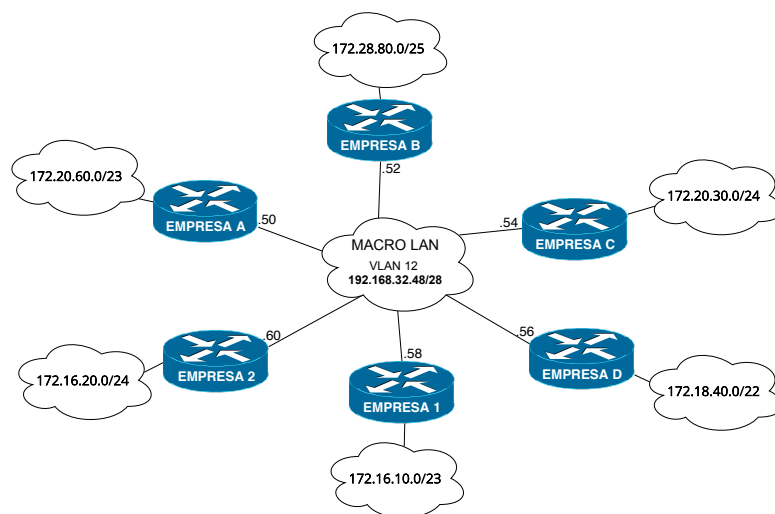


Figura 9: Esquema MacroLan

5 Esquema MacroLAN grup empresarial en Fase 2

Aquest esquema mostra l'esquema lògic de la xarxa MacroLAN del grup empresarial una vegada finalitzada la Fase 2. Com es pot observar, s'ha afegit el nou espai d'adreçament de la Empresa 1.

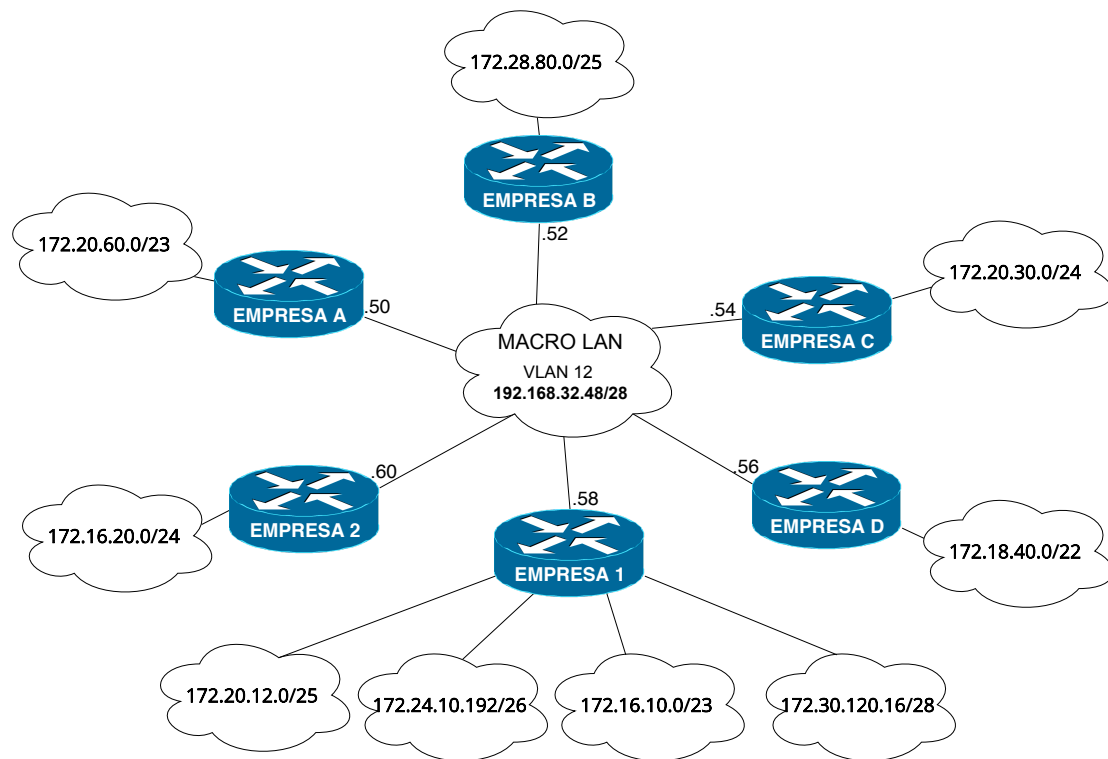


Figura 10: Esquema MacroLan en la Fase 2