



Universidad Diego Portales  
Escuela de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones  
Examen de Titulación - Redes de Datos y Telecomunicaciones

07 de junio de 2023

Nombre: Diane Mora

RUT: 18431083-K

Puntaje: 173 puntos

## 1. Pregunta de Desarrollo:

### 1.1. Introducción

Este examen de título tiene solo un escenario sobre el cual se realizarán una serie de preguntas. Cada una de ellas DEBE tener un desarrollo que justifique su respuesta.

La empresa de distribución eléctrica ENEL tiene una serie de subestaciones eléctricas en distintas comunas de la región metropolitana. Cada subestación tiene varios servicios de datos que entregan la continuidad operacional a la subestación. A nivel de *networking* una subestación puede ser considerada como una oficina remota de ENEL y cada servicio de datos puede ser visto como una subred.

### 1.2. Consideraciones de diseño para radio enlaces

En esta sección se explican todas las consideraciones a la hora de diseñar los enlaces de radiofrecuencia. Se utilizará el equipo punto a punto (PtP) de la marca *Ubiquity* modelo *airFiber 5XHD*. El manual del equipo puede encontrarse en la sección 2.1.

- Todas las subestaciones tienen una torre de comunicaciones de 54 metros de altura.
- El edificio Headquarter de ENEL tiene una altura de 60 metros. Su azotea puede ser utilizada para instalar equipos.
- En su diseño considere que todas las subestaciones tienen LOS (Line of sight) a 54 metros de altura.
- La frecuencia de operación (frecuencia de la portadora) de los equipos de radio es 5200 MHz
- La constante para la velocidad de la luz es de 299792458 m/s.
- La potencia máxima a utilizar es de 15 dBm (*Suggested Max. TX Power*).
- Siempre utilice canales con un ancho de banda de 100 MHz (ver tabla *TDD Capacity (Mbps)* en el manual de la sección 2.1)
- Siempre utilice la antena con la menor ganancia necesaria (siempre que sus cálculos lo permitan), ya que así evita sobrecargar la torre de comunicaciones.
- Siempre utilice la misma antena en ambos extremos del enlace.

El manual de los equipos de radio enlace microondas puede ser encontrado en la sección 2.1. Este manual tiene varios términos que es importante aclarar:

- ***Suggested Max. TX Power***: Es la potencia máxima sugerida. La potencia máxima que escoja depende de la tasa de modulación o *modulation rate*. Por ejemplo, si escoge un *modulation rate* de 8X podrá transmitir con una potencia máxima de 22 dBm.
- ***Receive Sensitivity (dBm)***: Es la mínima potencia de la señal de radio que el equipo puede operar. Si la potencia es más baja que este valor, no es posible establecer una comunicación exitosa.
- ***TDD Capacity (Mbps)***: Esta tabla indica la capacidad en Mbps que soporta el enlace tanto de subida como bajada. Esta capacidad depende del *Modulation Coding Scheme (MCS)*. Por ejemplo, si se escoge una modulación de 16QAM MIMO y se utiliza un ancho de banda de canal de 100 MHz, podrá transmitir a una tasa máxima de 218,88 Mbps.
- En el mismo manual existe un listado de las antenas que se pueden utilizar con estos equipos de radio
  - AF-5G23-S45: antena directiva con una ganancia de 23 dBi.
  - AF-5G30-S45: antena directiva con una ganancia de 30 dBi.
  - AF-5G34-S45: antena directiva con una ganancia de 34 dBi.

La figura 1 muestra la ubicación geográfica de las subestaciones en el mapa de Santiago de Chile.



Figura 1: Ubicación de las subestaciones de ENEL utilizadas en este examen

La tabla del cuadro 1 muestra la distancia entre las distintas subestaciones.

Cuadro 1: Matriz de distancias (metros) para las subestaciones en estudio.

Nombre	S/E Santa Rosa Sur	S/E Santa Raquel	S/E Florida	S/E La Reina	S/E Santa Elena	Headquarter ENEL
S/E Santa Rosa Sur	0	3600	6250	13690	11980	15880
S/E Santa Raquel	3600	0	5450	10430	8390	12320
S/E Florida	6250	5450	0	9640	10010	14700
S/E La Reina	13690	10430	9640	0	4350	7720
S/E Santa Elena	11980	8390	10010	4350	0	4730
Headquarter ENEL	15880	12320	14700	7720	4730	0

### 1.3. Consideraciones de diseño para equipamiento de red

- El equipo de radio *airFiber 5XHD* se comporta como un switch. Por lo tanto al crear un enlace punto a punto es como que conecte dos switch.
- Para todas las subestaciones la distancia entre la sala de comunicaciones (donde está el gabinete para la instalación de equipos) y la base de la torre es de 50 metros.
- La distancia entre la azotea del edificio ENEL y el datacenter en el mismo edificio es de 200 metros (el datacenter está en el subterráneo).

Cada servicio de datos en cada subestación debe ser tratado como una subred. La siguiente lista muestra todos los servicios disponibles:

- Telefonía:** Teléfonos IP ubicados en distintas oficinas dentro de cada subestación.
- Videovigilancia de Seguridad:** Cámaras de video IP encargadas de la seguridad perimetral de la subestación.
- Red de datos para usuarios administrativos (RDU)**: Red de computadores para personal de mantenimiento y operación en terreno. Se utiliza principalmente para entregar acceso a Internet y a servidores ubicados en los *datacenters* de ENEL en Santiago de Chile.

- **Servicio de control SCADA:** Sensores y actuadores responsables de la apertura y cierre de interruptores eléctricos, medidores de corriente y voltaje.

La lista de *hosts* para cada servicio en cada subestación se muestra en la tabla del cuadro 2.

Cuadro 2: Cantidad de hosts por servicio y por subestación (sin contar default gateway)

Cantidad de hosts (sin contar default gateway)	Telefonía	Videovigilancia de Seguridad	Red de datos para usuarios administrativos (RDUA)	Servicio de control SCADA
S/E Santa Rosa Sur	1	5	10	28
S/E Santa Raquel	2	5	10	30
S/E Florida	1	5	13	28
S/E La Reina	2	2	11	40
S/E Santa Elena	1	2	10	20

## 1.4. Preguntas

### 1.4.1. Diseño de la capa de transporte

- Utilizando el equipo de red mostrado en la sección 2.1, diseñe la red de enlaces punto a punto microondas entre las siguientes subestaciones: (*30 puntos en total*)

- a) Headquarter ENEL y S/E La Reina
- b) Headquarter ENEL y S/E Santa Elena
- c) S/E La Reina y S/E Florida
- d) S/E Santa Elena y S/E Santa Raquel
- e) S/E Santa Raquel y S/E Florida
- f) S/E Santa Raquel y S/E Santa Rosa Sur

Considerando maximizar la tasa de transferencia (Mbps). Para cada enlace se debe calcular:

- Ganancia de antenas en ambos extremos. (2 puntos por enlace)
- Potencia de recepción en cada extremo (2 punto por enlace)
- Capacidad del enlace agregado (en Mbps)<sup>1</sup> (1 punto por enlace)

### 1.4.2. Diseño de la capa de red

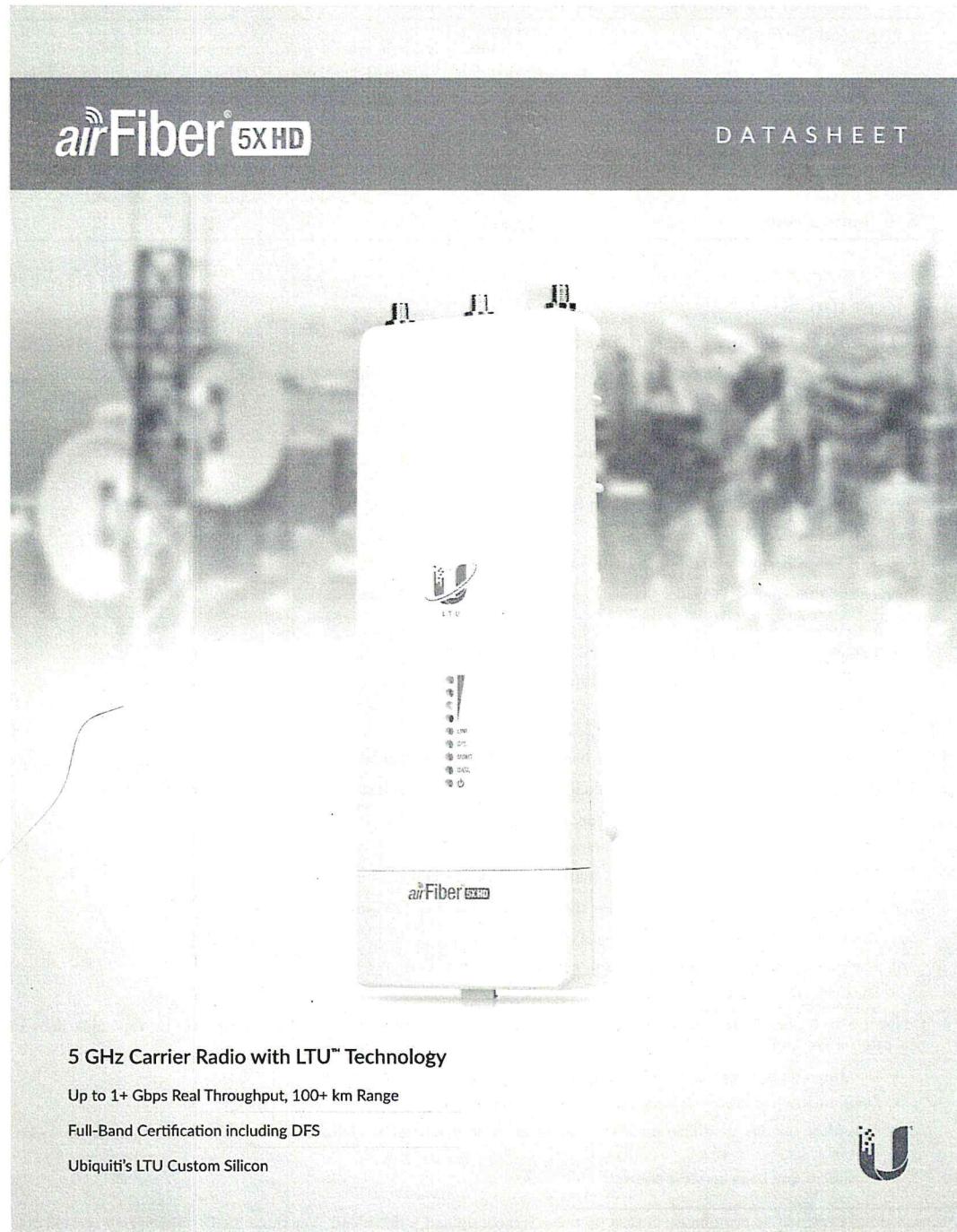
Para las siguientes preguntas considere que le han entregado la red 10.20.48.0/20 para poder subdividirla.

- Calcule para cada servicio en la tabla del cuadro 2 los siguientes parámetros: (*60 puntos en total*)
  - Dirección de subred. (1 punto por cada servicio)
  - Máscara de subred. (1 punto por cada servicio)
  - Dirección IP del default gateway. (1 punto por cada servicio)
- Calcule para cada enlace punto a punto los siguientes parámetros: (*28 puntos en total*)
  - Dirección de subred. (1 punto por cada enlace)
  - Máscara de subred. (1 punto por cada enlace)
  - Dirección IP de cada extremo. (1 punto por cada extremo)
- Construya la topología de red lógica de toda la red, considerando routers y switch necesarios. La topología debe incluir: (*55 puntos en total*)
  - Diagrama de red para cada subestación (5 puntos por subestación)
  - Diagrama de red de los enlaces microondas (5 puntos por enlace)
  - Considere que en el edificio de ENEL existe un Router al cual se conectan los enlaces de microondas ubicados en la azotea.
  - Considere que cada servicio equivale a un switch.

<sup>1</sup>la capacidad agregada es la suma de la tasa de transferencia upload y download. Ver tabla TDD Capacity en sección 2.1

## 2. Anexos

### 2.1. Equipos de Radio





## DATASHEET

**Deployment Flexibility**

The AF-5XHD can be used with existing airFiber slant-polarized antennas for improved noise immunity and Signal-to-Noise Ratio (SNR). It is compatible with multiple Ubiquiti airFiber X antennas offering gain of 23 to 34 dBi. The compact form factor of the AF-5XHD allows it to fit into the radio mount of airFiber X antennas, so installation requires no special tools.

**airFiber X Antenna Model Summary**

The airFiber X antennas are purpose-built with 45° slant polarity for seamless integration with the AF-5XHD. Pair the AF-5XHD with one of the following airFiber X antennas:



	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45
Freq.	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Gain	23 dBi	30 dBi	34 dBi

**RocketDisk Model Summary**

You can also pair the AF-5XHD with one of the RocketDisk antennas shown below using the included Universal Bracket or by using a kit to convert the RocketDisk to 45° slant polarity.



	RD-5G30	RD-5G34
Freq.	5 GHz	5 GHz
Gain	30 dBi	34 dBi

**Conversion Kit**

The 5 GHz RocketDisk to airFiber Antenna Conversion Kit (model AF-5G-OMT-S45) converts the RocketDisk RD-5G30 or RD-5G34 antenna for use with the AF-5XHD.



Suggested Max. TX Power	
12x	12 - 15 dBm
10x	19 - 20 dBm
8x	21 - 22 dBm
6x	23 - 24 dBm
4x	29 dBm
2x	29 dBm
1x	29 dBm

Modulation Rate	Modulation	Receive Sensitivity (dBm)							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
12x	4096QAM	-56	-53	-51	-49	-47	-44	-42	-39
10x	1024QAM	-66	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51
8x	256QAM	-72	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
6x	64QAM	-78	-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63
4x	16QAM MIMO	-84	-81	-79	-77	-75	-73	-71	-69
2x	QPSK MIMO	-88	-85	-83	-82	-81	-80	-79	-78
1x	½ Rate QPSK xRT	-90	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80



## SPECIFICATIONS

		TDD Capacity (Mbps)*								
		Channel Width								
MCS		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz	
QPSK SISO	Upload	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72	
	Download	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72	
	Aggregate	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44	
QPSK MIMO	Upload	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44	
	Download	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44	
	Aggregate	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88	
16 QAM MIMO	Upload	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88	
	Download	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88	
	Aggregate	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76	
64 QAM MIMO	Upload	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32	
	Download	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32	
	Aggregate	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64	
256 QAM MIMO	Upload	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76	
	Download	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76	
	Aggregate	92.16	194.56	291.84	389.12	476.16	563.20	727.04	875.52	
1024 QAM MIMO	Upload	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20	
	Download	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20	
	Aggregate	115.20	243.20	364.80	486.40	595.20	704.00	908.80	1,094.40	
4096 QAM MIMO	Upload	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64	
	Download	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64	
	Aggregate	138.24	291.84	437.76	583.68	714.24	844.80	1,090.56	1,313.28	

\* For 2 ms frame length



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at [ubnt.com/support/warranty](http://ubnt.com/support/warranty).  
The limited warranty requires the use of vibration to resolve disputes on an individual basis, and, where applicable, specify vibration instead of physical or class actions.  
Ubiquiti Networks Inc. All rights reserved. Ubiquiti, the Ubiquiti logo, airFiber, airMAX, airMAX Pro, airMAX Lite, airMAX Cloud, airMAX Instant, Prism, Prism+ Pocket, PrismDish, UWB, and uST are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Inc. in the United States and/or other countries. Apple and the Apple logo are trademarks of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. Android, Google, Google Play and other marks are trademarks of Google LLC. All other trademarks are the property of their respective owners.



**Hoja de Respuesta**DatosTorres de Comunicación  $h_T = 54 \text{ m}$ Edificio Head quarter  $h_H = 60 \text{ m}$ frecuencia portadora =  $5200 \text{ MHz} \approx 5,2 \times 10^9 \text{ Hz}$ Velocidad de la luz  $C = 299,79 \times 10^6 \text{ m/s}$ Potencia Máx a utilizar =  $15 \text{ dBm} \approx 10^{15} \approx 31,6$ Ancho de Banda :  $B = 100 \text{ MHz}$  (ver sección 2.1)

∴ Usar Antena de menor ganancia para evitar sobre carga

• Misma Antena en Ambos extremos

## Hoja de Respuesta

**P 1.4.1** Enlaces punto a punto

$$\text{Hg Reino} \quad a) \quad h_{Hg} = 60 \text{ m.}$$

$$d_1 = \sqrt{2 \cdot r \cdot h_{Hg}}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 299,79 \times 10^6 \text{ m/s} \cdot 60}$$

$$= 189,670 \text{ [m]}$$

$$d_{\text{max}} = 369,369 \text{ [m]}$$

$$r = 299,79 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$h_2 = 54 \text{ m.}$$

$$d_2 = \sqrt{2 \cdot r \cdot h_2}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 299,79 \times 10^6 \text{ m/s} \cdot 54}$$

$$= 179,699 \text{ [m]}$$

La distancia real entre Hg y La reina es 7720 [m].  
no hay necesidad de instalar un repetidor.

Nota: La distancia entre Headquarter de Enel y cualquier subestación es mucho menor a 369369 [m].

Potencia

$$P_r = P_t \cdot G_r \cdot G_t \cdot \lambda^2$$

$$= \frac{4\pi d^2}{4\pi d^2}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{299,79 \times 10^6}{5200 \times 10^6 \text{ Hz}} = 0,057 \text{ m}$$

$$G_r = G_t$$

No recomiendan usar la Antena con menor Ganancia la cual sería

$$AF - 5623 - S45 \quad G = 23 \text{ dB} \approx 10^{2,3} = 199,5 \text{ veces.}$$

$$P_r = \frac{31,6 \cdot (199,52)^2 \cdot (0,057)^2}{4\pi \cdot (7720)^2} = 5,457 \times 10^{-6} \text{ W}$$

$$\alpha \text{ dB} = 10 \log (5,457 \times 10^{-6})$$

$$= -52,56 \text{ dBm.}$$

## Hoja de Respuesta

b)  $d_{Hg} \cdot d_{Sta. Helena} = 4730$

$$P_r = \frac{P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2}{4\pi d^2} = 1,45 \times 10^{-5} \text{ a } dBm = 10 \log(1,45 \times 10^{-5}) = -48,38 \text{ dBm.}$$

c)  $d_{reina dd Flonide} = 9640$

$$d_T \text{ entre subestaciones} = 2 \cdot 179699 \text{ m} \\ = 359398 \text{ m}$$

$$P_r = \frac{P_t \cdot G^2 \lambda^2}{4\pi d^2} = 3,499 \times 10^{-6} \text{ a } dBm = -54,56 \text{ dBm.}$$

d)  $d_{Sta. linea Sta. Riquel} = 8390$

$$P_r = \frac{P_t \cdot G^2 \lambda^2}{4\pi d^2} = 4,62 \times 10^{-6}$$

perdida antena.  
-53,35 dBm.

**Hoja de Respuesta**

g)  $d_{\text{rayuel}} d_{\text{leffonide}} = 5450 \text{ m}$

$$P_r = \frac{P_t G^2 \lambda^2}{4\pi d^2} = 1,094 \times 10^{-5}$$

$$\text{perdida} = -49,6$$

f)  $d_{\text{rayuel}} d_{\text{superior}} = 3600 \text{ m}$

$$P_r = \frac{P_t G^2 \lambda^2}{4\pi d^2} = 2,509 \times 10^{-5}$$

$$\text{perdida} = -46,0 \text{ dBm}$$

## Hoja de Respuesta

P.  
[1.4.2]

Red: 10.20.48.0/12

Para el default gateway se  
elegira la primera IP utilizada.

[2]

	Servicio	Tipo req + default gateway	IPs disponibles	Prefijo	Máscara	Dirección default gateway	Dirección subnet gateway
Reina	SCADA	141	62	126	255.255. 255.221	10.20.48.1	10.20.48.0
Reina	RDUA	412	14	128	255.255. 255.240	10.20.48.65	10.20.48.64
Reina	Video Vigilancia	3	6	129	255.255. 255.248	10.20.48.81	10.20.48.80
Reina	Telefonia	3	6	129	255.255. 255.248	10.20.48.89	10.20.48.88
Paquet	SCADA	31	62	126	255.255. 255.224	10.20.48.97	10.20.48.96
Paquet	RDUA	11	14	128	255.255. 255.240	10.20.48.161	10.20.48.160
Paquet	Video Vigilancia	16	16	129	255.255. 255.248	10.20.48.177	10.20.48.176
Roquel	Telefonia	13	16	129	255.255. 255.248	10.20.48.185	10.20.48.184
Floredo	SCADA	29	30	127	255.255. 255.224	10.20.48.193	10.20.48.192
Florida	RDUA	14	14	128	255.255. 255.224	10.20.48.225	10.20.48.224
Florida	Video Vig	6	6	129	255.255. 255.248	10.20.48.241	10.20.48.240
Florida	Telefonia	2	2	130	255.255.255. 255.255.252	10.20.48.249	10.20.48.248
Rosa	SCADA	29	30	122	255.255.255. 255.255.241	10.20.48.253	10.20.48.252
Rosa	RDUA	41	14	128	0.0.0.240	10.20.49.29	10.20.49.28
Rosa	Video Vig	6	6	129	0.0.0.248	10.20.49.45	10.20.49.44
Rosa	Telefonia	2	2	130	0.0.0.252	10.20.49.53	10.20.49.52
Helene	SCADA	21	30	122	0.0.0.224	10.20.49.57	10.20.49.56
Helene	RDUA	11	14	128	0.0.0.240	10.20.49.89	10.20.49.88
Helene	Video Vig	3	6	129	0.0.0.248	10.20.49.105	10.20.49.104
Helene	Telefonia	2	2	130	0.0.0.252	10.20.49.113	10.20.49.112

IP: 10.20.48.0 /20

Hoja de Respuesta

$IP_{total\ referida} = IP_{table\ (cuadro\ 2)} +$

2 \* Cada servicio [8IP] + 1 default

Gateway \* Servicio [4]

3	LAN	IP total ref	IP disp	Netmask	Máscara	Dirección Subred	IP cada externo	Broadcast
	Reina.	88	126	125	255.255. 255.128	10.20.48.0	.48.1 - 48.126	.127
	Raquel	88	126	125	255.255. 255.128	10.20.48.128	.129 - 254	.255
	Florida	52	62	126	255.255. 255.192	10.20.49.0	.49.1 - 49.62	.49.63
	Sta Rosalia	52	62	126	255.255. 255.192	10.20.49.64	.65 - 126	.127
	Sta Elena	52	62	126	255.255. 255.192	10.20.49.128	.129 - 130	.131
	WAN 1	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.132	.133 - 134	.135
	WAN 2	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.136	.137 - 138	.139
	WAN 3	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.140	.141 - 142	.143
	WAN 4	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.144	.145 - 146	.147
	WAN 5	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.148	.149 - 150	.151
	WAN b	2	2	130	255.255. 255.252	10.20.49.152	.153 - 154	.155

# H) topología.

Sist. red.

R<sub>0</sub>: Router Headquarter Enel.

SW<sub>1</sub>: Servicio SCADA.

R<sub>1</sub>: Router S/E La Reina.

SW<sub>2</sub>: Servicio RDUA.

R<sub>2</sub>: Router S/E sta Paquel.

SW<sub>3</sub>: Servicio Seg.

R<sub>3</sub>: Router S/E Florida.

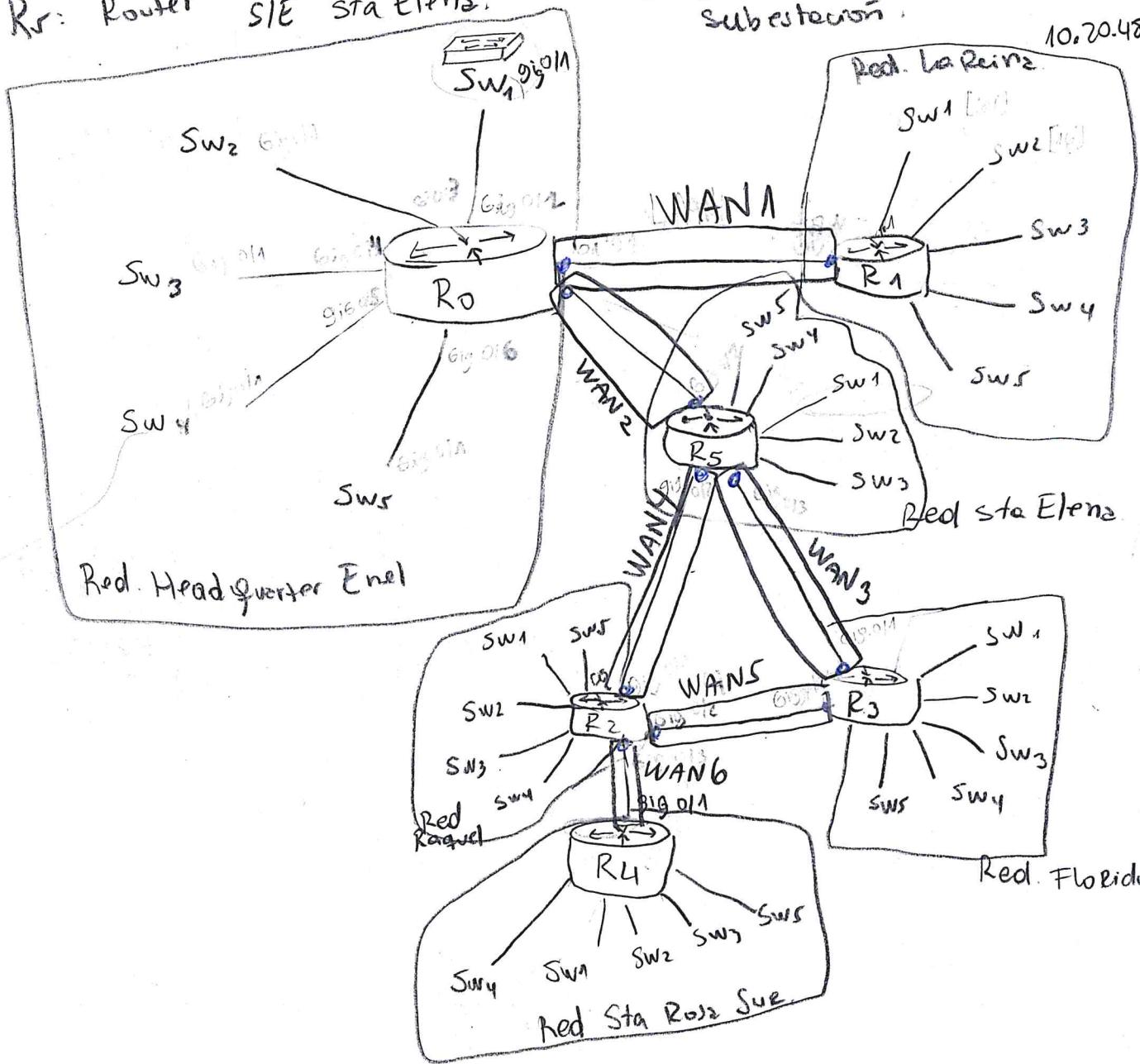
SW<sub>4</sub>: Servicio telefónica.

R<sub>4</sub>: Router S/E sta Rosa Sur.

Diagrama de red.  
subestación.

R<sub>5</sub>: Router SIE sta Elena.

10.20.48.



Servicio	IP Req. sf defect.	IP disponibl	Proyecto	Nasara	De fault	Gateday	Subred
Reina SCADA	41	62	126	255.255.192	10.20.48.1	10.20.48.0	
Reina RDNA	12	14	128	255.255.240	10.20.48.65	10.20.48.64	
Reina Vigilance	3	6	129	255.255.255.248	10.20.48.81	10.20.48.80	
Reina Telefono	3	6	129	255.255.255.248	10.20.48.99	10.20.48.88	
Daguel SCADA	31	62	126	... 992	10.20.48.129	10.20.48.128	
Daguel RDNA	11	14	128	... 240	10.20.48.193	10.20.48.192	
Daguel Vigilancia	6	6	129	... 248	10.20.48.209	10.20.48.208	
Daguel Telefono	3	6	129	... 248	10.20.48.213	10.20.48.216	
Floride SCADA	29	30	127	... 224	10.20.49.1	10.20.49.0	
Floride RDNA	14	14	128	... 240	10.20.49.33	10.20.49.32	
Floride Vigilancia	6	6	129	... 248	10.20.49.41	10.20.49.40	
Floride Telefono	2	2	130	... 252	10.20.49.45	10.20.49.44	
Fos2 SCADA	29	30	127	... 224	10.20.49.65	10.20.49.64	
Fos2 PDU	11	14	128	... 240	10.20.49.92	10.20.49.91	
Fos2 Vigilancia	6	6	129	... 248	10.20.49.105	10.20.49.104	
Fos2 Telefonos	2	2	130	... 252	10.20.49.109	10.20.49.108	
Helena	21	30	129	... 224	10.20.49.129	10.20.49.128	
Helene	11	14	128	... 240	10.20.49.161	10.20.49.160	
Helene	3	6	129	... 248	10.20.49.172	10.20.49.171	
	7	7	130	... 252	10.20.49.701	10.20.49.700	

SIE Reina	162	125	126	126
SIE Payuel	62	6	= 88	= 126
SIE Florida	30	14	= 52	= 62
SIE Rosal	30	14	= 52	= 62
SIE Helma	30	14	6	126.
		6	2	2
			= 52	= 62



Universidad Diego Portales  
Escuela de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones

Examen de Titulación - Redes de Datos y Telecomunicaciones

07 de junio de 2023

Nombre: Ricardo Caballero

RUT: 19.721.864-9

Puntaje: 173 puntos

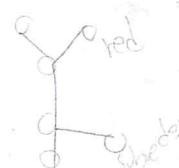
## 1. Pregunta de Desarrollo:

### 1.1. Introducción

Este examen de título tiene solo un escenario sobre el cual se realizarán una serie de preguntas. Cada una de ellas DEBE tener un desarrollo que justifique su respuesta.

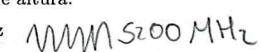
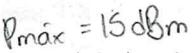
La empresa de distribución eléctrica ENEL tiene una serie de subestaciones eléctricas en distintas comunas de la región metropolitana. Cada subestación tiene varios servicios de datos que entregan la continuidad operacional a la subestación. A nivel de networking una subestación puede ser considerada como una oficina remota de ENEL y cada servicio de datos puede ser visto como una subred.

WAN



### 1.2. Consideraciones de diseño para radio enlaces

En esta sección se explican todas las consideraciones a la hora de diseñar los enlaces de radiofrecuencia. Se utilizará el equipo punto a punto (PtP) de la marca *Ubiquity* modelo *airFiber 5XHD*. El manual del equipo puede encontrarse en la sección 2.1.

- Todas las subestaciones tienen una torre de comunicaciones de 54 metros de altura.  54m
- El edificio Headquarter de ENEL tiene una altura de 60 metros. Su azotea puede ser utilizada para instalar equipos.  60m
- En su diseño considere que todas las subestaciones tienen LOS (Line of sight) a 54 metros de altura.
- La frecuencia de operación (frecuencia de la portadora) de los equipos de radio es 5200 MHz  5200 MHz
- La constante para la velocidad de la luz es de 299792458 m/s.  299792458
- La potencia máxima a utilizar es de 15 dBm (*Suggested Max. TX Power*).  P<sub>máx</sub> = 15 dBm
- Siempre utilice canales con un ancho de banda de 100 MHz (ver tabla *TDD Capacity (Mbps)* en el manual de la sección 2.1)
- Siempre utilice la antena con la menor ganancia necesaria (siempre que sus cálculos lo permitan), ya que así evita sobrecargar la torre de comunicaciones.
- Siempre utilice la misma antena en ambos extremos del enlace.  A = A

El manual de los equipos de radio enlace microondas puede ser encontrado en la sección 2.1. Este manual tiene varios términos que es importante aclarar:

- *Suggested Max. TX Power*: Es la potencia máxima sugerida. La potencia máxima que escoge depende de la tasa de modulación o *modulation rate*. Por ejemplo, si escoge un *modulation rate* de 8X podrá transmitir con una potencia máxima de 22 dBm.
- *Receive Sensitivity (dBm)*: Es la mínima potencia de la señal de radio que el equipo puede operar. Si la potencia es mas baja que este valor, no es posible establecer una comunicación exitosa.
- *TDD Capacity (Mbps)*: Esta tabla indica la capacidad en Mbps que soporta el enlace tanto de subida como bajada. Esta capacidad depende del *Modulation Coding Scheme (MCS)*. Por ejemplo, si se escoge una modulación de 16QAM MIMO y se utiliza un ancho de banda de canal de 100 MHz, podrá transmitir a una tasa máxima de 218.88 Mbps.
- En el mismo manual existe un listado de las antenas que se pueden utilizar con estos equipos de radio
  - AF-5G23-S45: antena directiva con una ganancia de 23 dBi.
  - AF-5G30-S45: antena directiva con una ganancia de 30 dBi.
  - AF-5G34-S45: antena directiva con una ganancia de 34 dBi.

La figura 1 muestra la ubicación geográfica de las subestaciones en el mapa de Santiago de Chile.



Figura 1: Ubicación de las subestaciones de ENEL utilizadas en este examen

La tabla del cuadro 1 muestra la distancia entre las distintas subestaciones.

Cuadro 1: Matriz de distancias (metros) para las subestaciones en estudio.

Nombre	S/E Santa Rosa Sur	S/E Santa Raquel	S/E Florida	S/E La Reina	S/E Santa Elena	Headquarter ENEL
S/E Santa Rosa Sur	0	3600	6250	13690	11980	15880
S/E Santa Raquel	3600	0	5450	10430	8390	12320
S/E Florida	6250	5450	0	9640	10010	14700
S/E La Reina	13690	10430	9640	0	4350	7720
S/E Santa Elena	11980	8390	10010	4350	0	4730
Headquarter ENEL	15880	12320	14700	7720	4730	0

### 1.3. Consideraciones de diseño para equipamiento de red

- El equipo de radio *airFiber 5XHD* se comporta como un switch. Por lo tanto al crear un enlace punto a punto es como que conecte dos switch.
- Para todas las subestaciones la distancia entre la sala de comunicaciones (donde está el gabinete para la instalación de equipos) y la base de la torre es de 50 metros.
- La distancia entre la azotea del edificio ENEL y el datacenter en el mismo edificio es de 200 metros (el datacenter está en el subterráneo).

Cada servicio de datos en cada subestación debe ser tratado como una subred. La siguiente lista muestra todos los servicios disponibles:

- Telefonía:** Teléfonos IP ubicados en distintas oficinas dentro de cada subestación.
- Videovigilancia de Seguridad:** Cámaras de video IP encargadas de la seguridad perimetral de la subestación .
- Red de datos para usuarios administrativos (RDUA):** Red de computadores para personal de mantenimiento y operación en terreno. Se utiliza principalmente para entregar acceso a Internet y a servidores ubicados en los *datacenters* de ENEL en Santiago de Chile.

- **Servicio de control SCADA:** Sensores y actuadores responsables de la apertura y cierre de interruptores eléctricos, medidores de corriente y voltaje.

La lista de *hosts* para cada servicio en cada subestación se muestra en la tabla del cuadro 2.

Cuadro 2: Cantidad de hosts por servicio y por subestación (sin contar default gateway)

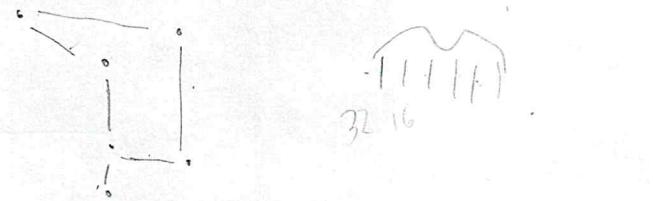
Cantidad de hosts (sin contar default gateway)	Telefonía	Videovigilancia de Seguridad	Red de datos para usuarios administrativos (RDUA)	Servicio de control SCADA
✓ S/E Santa Rosa Sur	4 1	8 5	16 10	32 28
✓ S/E Santa Raquel	8 2	8 5	16 10	64 30
✓ S/E Florida	4 1	8 5	16 13	32 28
✓ S/E La Reina	8 2	8 2	16 11	64 40
S/E Santa Elena	4 1	8 2	16 10	32 20

## 1.4. Preguntas

### 1.4.1. Diseño de la capa de transporte

1. Utilizando el equipo de red mostrado en la sección 2.1, diseñe la red de enlaces punto a punto microondas entre las siguientes subestaciones: (30 puntos en total)

- ✓ a) Headquarter ENEL y S/E La Reina
- ✓ b) Headquarter ENEL y S/E Santa Elena
- ✓ c) S/E La Reina y S/E Florida
- ✓ d) S/E Santa Elena y S/E Santa Raquel
- ✓ e) S/E Santa Raquel y S/E Florida
- ✓ f) S/E Santa Raquel y S/E Santa Rosa Sur



Considerando maximizar la tasa de transferencia (Mbps). Para cada enlace se debe calcular:

- Ganancia de antenas en ambos extremos. (2 puntos por enlace)
- Potencia de recepción en cada extremo (2 punto por enlace)
- Capacidad del enlace agregado (en Mbps)<sup>1</sup> (1 punto por enlace)

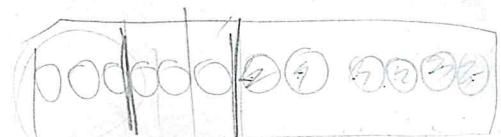


### 1.4.2. Diseño de la capa de red

Para las siguientes preguntas considere que le han entregado la red 10.20.48.0/20 para poder subdividirla.

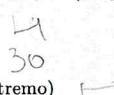
2. Calcule para cada servicio en la tabla del cuadro 2 los siguientes parámetros: (60 puntos en total)

- ✓ a) Dirección de subred. (1 punto por cada servicio)
- ✓ b) Máscara de subred. (1 punto por cada servicio)
- ✓ c) Dirección IP del *default gateway*. (1 punto por cada servicio)



3. Calcule para cada enlace punto a punto los siguientes parámetros: (28 puntos en total)

- ✓ a) Dirección de subred. (1 punto por cada enlace)
- ✓ b) Máscara de subred. (1 punto por cada enlace)
- ✓ c) Dirección IP de cada extremo. (1 punto por cada extremo)



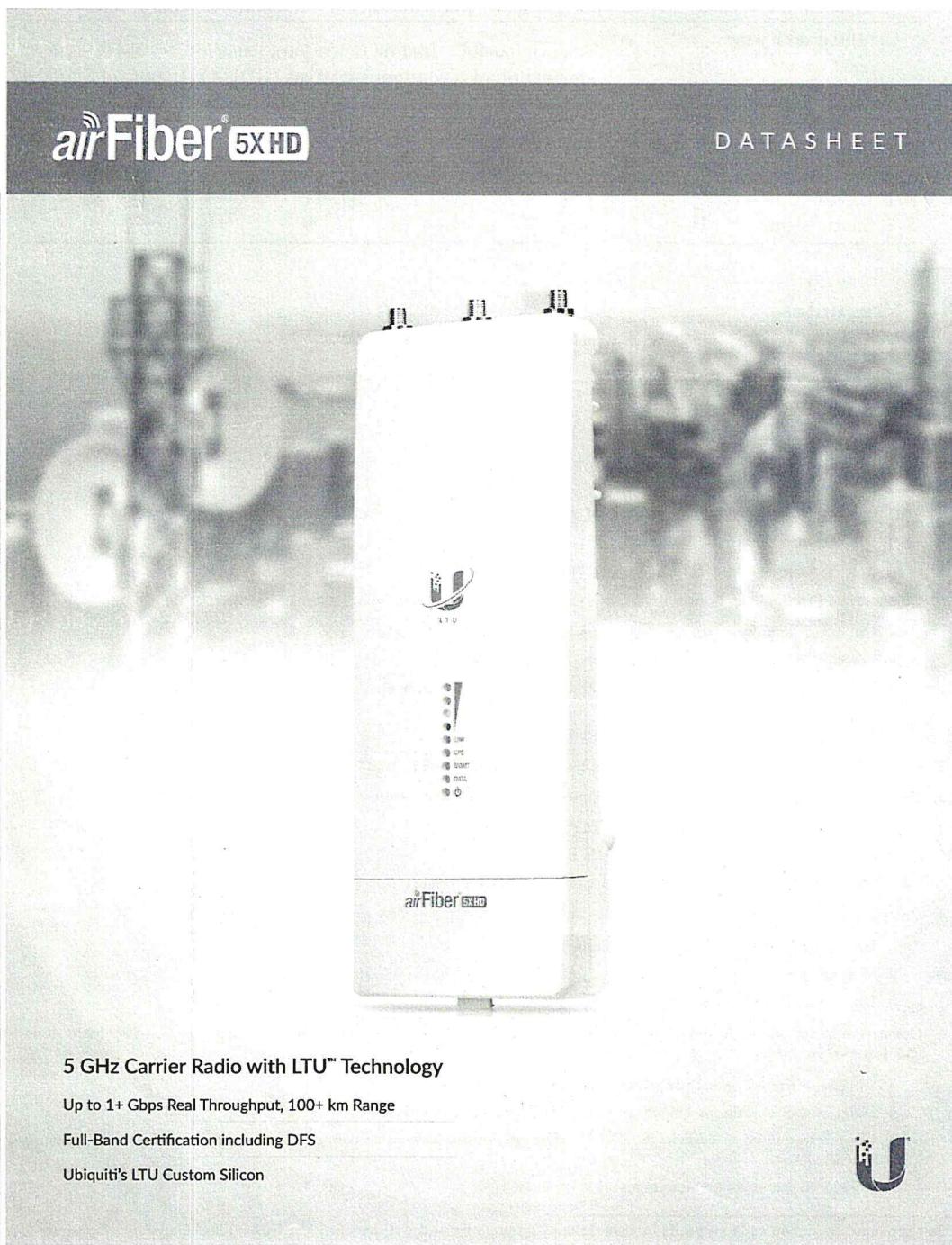
4. Construya la topología de red lógica de toda la red, considerando routers y switch necesarios. La topología debe incluir: (55 puntos en total)

- Diagrama de red para cada subestación (5 puntos por subestación)
- Diagrama de red de los enlaces microondas (5 puntos por enlace)
- Considere que en el edificio de ENEL existe un Router al cual se conectan los enlaces de microondas ubicados en la azotea.
- Considere que cada servicio equivale a un switch.

<sup>1</sup>la capacidad agregada es la suma de la tasa de transferencia upload y download. Ver tabla TDD Capacity en sección 2.1

## 2. Anexos

### 2.1. Equipos de Radio





## DATASHEET

**Deployment Flexibility**

The AF-5XHD can be used with existing airFiber slant-polarized antennas for improved noise immunity and Signal-to-Noise Ratio (SNR). It is compatible with multiple Ubiquiti airFiber X antennas offering gain of 23 to 34 dBi. The compact form factor of the AF-5XHD allows it to fit into the radio mount of airFiber X antennas, so installation requires no special tools.

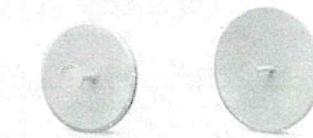
**airFiber X Antenna Model Summary**

The airFiber X antennas are purpose-built with 45° slant polarity for seamless integration with the AF-5XHD. Pair the AF-5XHD with one of the following airFiber X antennas:

	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45
Freq.	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Gain	23 dBi	30 dBi	34 dBi

**RocketDisk Model Summary**

You can also pair the AF-5XHD with one of the RocketDisk antennas shown below using the included Universal Bracket or by using a kit to convert the RocketDisk to 45° slant polarity.



	RD-5G30	RD-5G34
Freq.	5 GHz	5 GHz
Gain	30 dBi	34 dBi

**Conversion Kit**

The 5 GHz RocketDisk to airFiber Antenna Conversion Kit (model AF-5G-OMT-S45) converts the RocketDisk RD-5G30 or RD-5G34 antenna for use with the AF-5XHD.



Suggested Max. TX Power	
12x	12 - 15 dBm
10x	19 - 20 dBm
8x	21 - 22 dBm
6x	23 - 24 dBm
4x	29 dBm
2x	29 dBm
1x	29 dBm

$P_{\max}$  Sugerencia

Modulation Rate	Modulation	Receive Sensitivity (dBm)							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
12x	4096QAM	-56	-53	-51	-49	-47	-44	-42	-39
10x	1024QAM	-66	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51
8x	256QAM	-72	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
6x	64QAM	-78	-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63
4x	16QAM MIMO	-84	-81	-79	-77	-75	-73	-71	-69
2x	QPSK MIMO	-88	-85	-83	-82	-81	-80	-79	-78
1x	½ Rate QPSK xRT	-90	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80

$\frac{-30}{10}$

$mN = 10$



## SPECIFICATIONS

MCS	TDD Capacity (Mbps)*							
	Channel Width							
	10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
QPSK SISO	Upload	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44
	Download	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44
	Aggregate	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88
QPSK MIMO	Upload	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88
	Download	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88
	Aggregate	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76
16 QAM MIMO	Upload	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76
	Download	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76
	Aggregate	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52
64 QAM MIMO	Upload	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64
	Download	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64
	Aggregate	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28
256 QAM MIMO	Upload	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52
	Download	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52
	Aggregate	92.16	194.56	291.84	389.12	476.16	563.20	727.04
1024 QAM MIMO	Upload	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40
	Download	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40
	Aggregate	115.20	243.20	364.80	486.40	595.20	704.00	908.80
4096 QAM MIMO	Upload	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28
	Download	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28
	Aggregate	138.24	291.84	437.76	583.68	714.24	844.80	1,090.56
								1,313.28

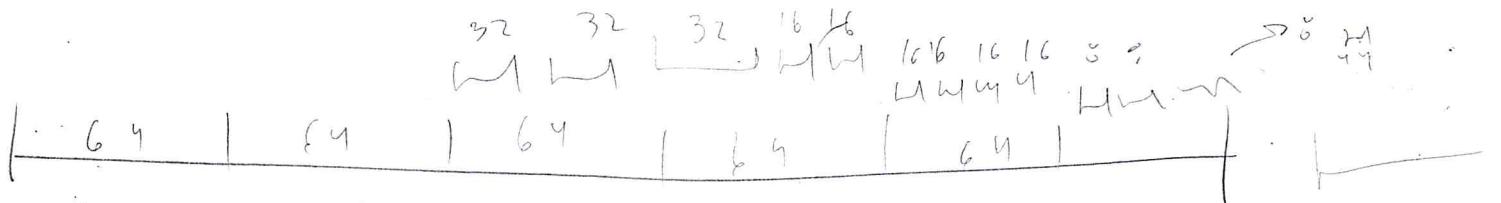
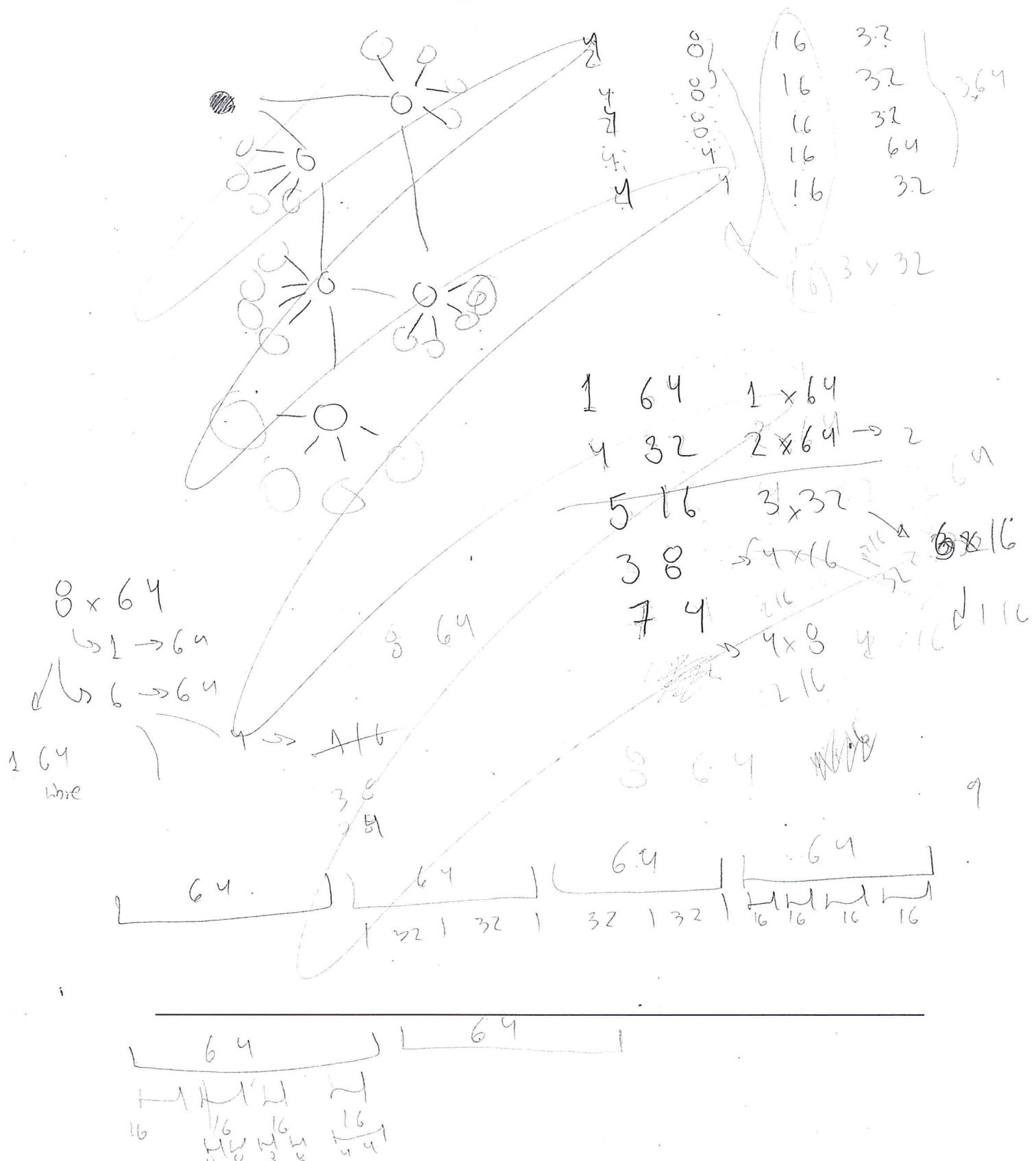
\* For 2 ms frame length



↑  
100 MHz

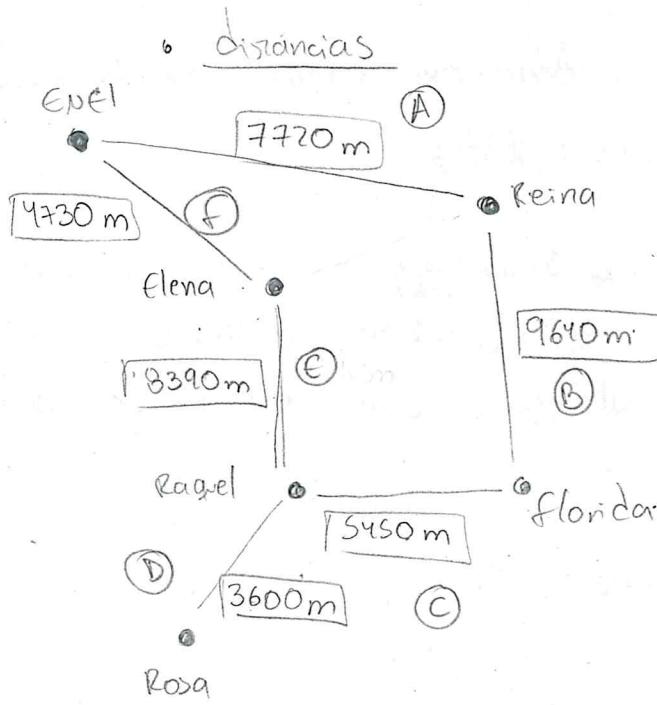
Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at [ubnt.com/support/warranty](http://ubnt.com/support/warranty).  
The limited warranty requires the use of arbitration to resolve disputes on an individual basis, and, where applicable, specifies arbitration instead of jury trials or class actions.  
©2019-2020 Ubiquiti Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airMAX, airMAX Lite, airMAX Instant, Prism, RocketDish, UniFi, and UNI are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Inc. in the United States and in other countries. Apple and the Apple logo are trademarks of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. App Store is a service mark of Apple Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.



**Hoja de Respuesta****Borrador**

Preguntas

①



•  $\lambda = \frac{299792458 \text{ m/s}}{5200000000 \text{ Hz}} \approx 0,0577 \text{ m}$

(calculando longitud de onda de la señal)

• Consideraciones

- Subexcepciones | 54m
- ENEL | 60m
- 5200 MHz
- $C = 299792458 \text{ m/s}$
- $P_{\max} = 15 \text{ dBm}$
- canales siempre de 100 MHz (tabla TDD cap)
- antena con menor ganancia
- misma antena en ambos extremos

• Consideraremos los cálculos para cada uno de los enlaces. Le asigné una letra entre A-F a cada enlace para simplificar la escritura.

$$\textcircled{A} P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \frac{\lambda^2}{(4\pi d)^2}}{m} = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot (3,33) \times 10^{-3}}{9,4 \times 10^9} = 3,54 \times 10^{-13} P_t G_t G_r$$

$$P_r = 3,54 \times 10^{-13} P_t G_t G_r$$

• calculando ganancia de antenas en veces

$$23 \text{ dB} \rightarrow 199,5$$

$$30 \text{ dB} \rightarrow 1000$$

$$34 \text{ dB} \rightarrow 2511,9$$

- como las sensibilidades las dan en dBm , se pasaran a mW con la formula:  $mW = 10^{\left(\frac{dBm}{10}\right)}$
- se calculan los mW de cada sensibilidad por modulación y se utiliza junto con la tabla de Tx Power Max y las ganancias previamente calculadas para estimar cual combinación necesita de las menores ganancias.
- Esto se hace para cada enlace.  
(no me que do tiempo...)

**Hoja de Respuesta**

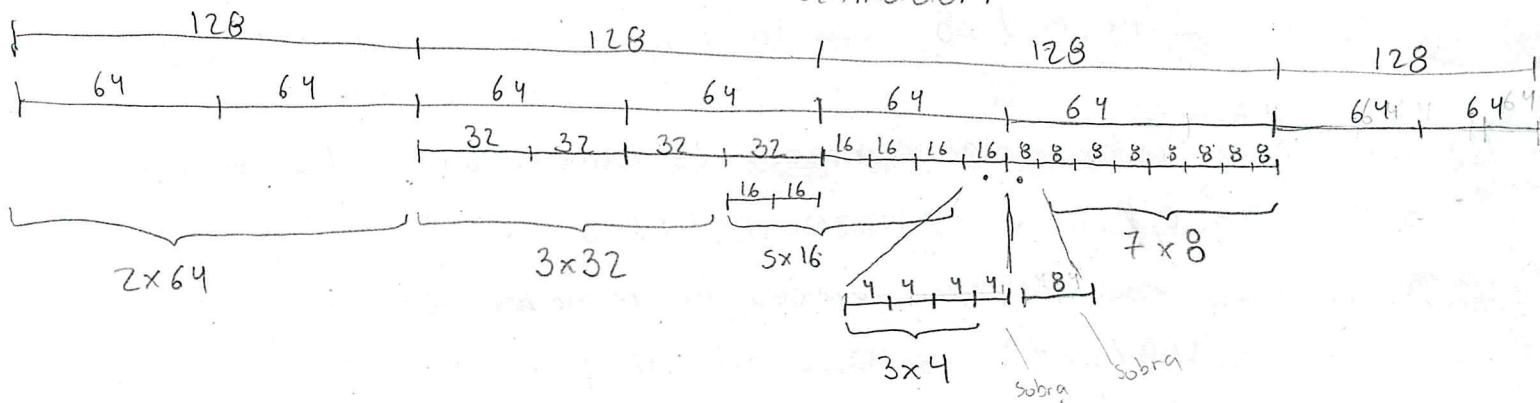
Pregunta

- 2) Tomando en consideración el cuadro 2, el número de Hosts, la existencia de Router por subred y el reservado de ZIF para la red y broadcast, se necesitan:

- ✓ - 2 Subredes de 64 IPs      - 7 Subredes de 8 IPs
- ✓ - 3 Subredes de 32 IPs      - 3 Subredes de 4 IPs
- ✓ - 5 Subredes de 16 IPs

• Se obtuvieron al sumar 3 a la cantidad de Host (1 gateway, 1 broadcast, 1 router, 1 red, 1 broadcast)

- Con el siguiente dibujo trazare de simplificar la visualización de como subdividir la red; (Aproximación)



## Hoja de Respuesta

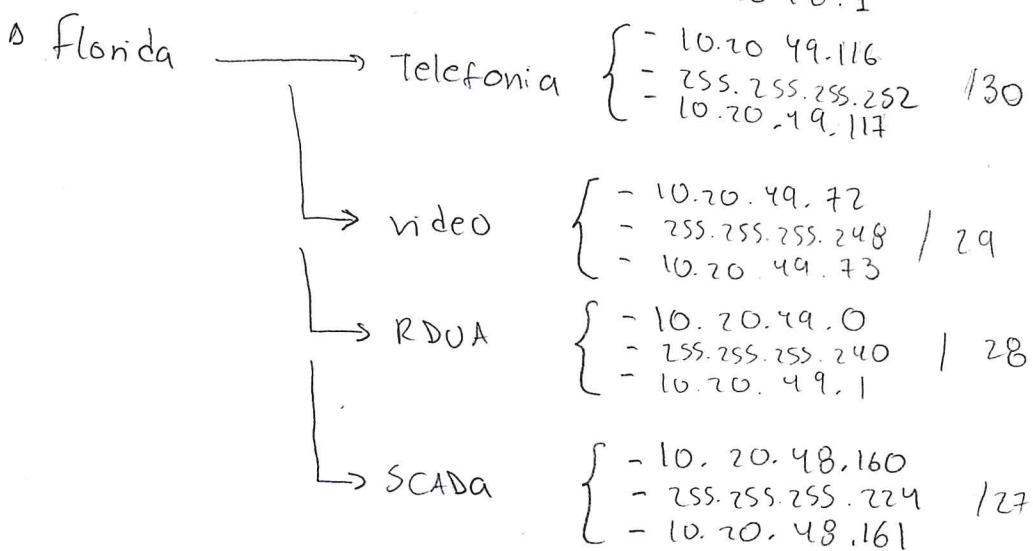
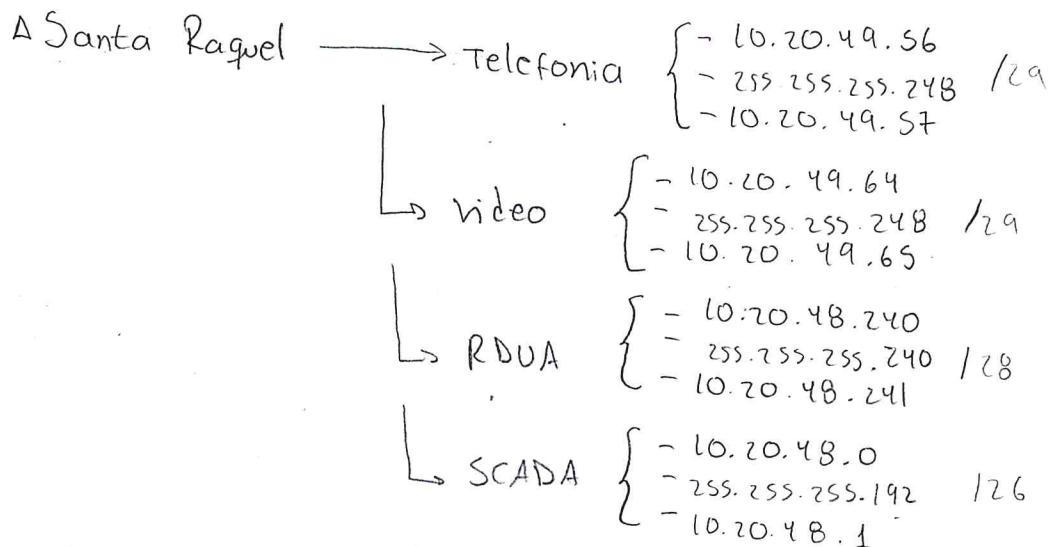
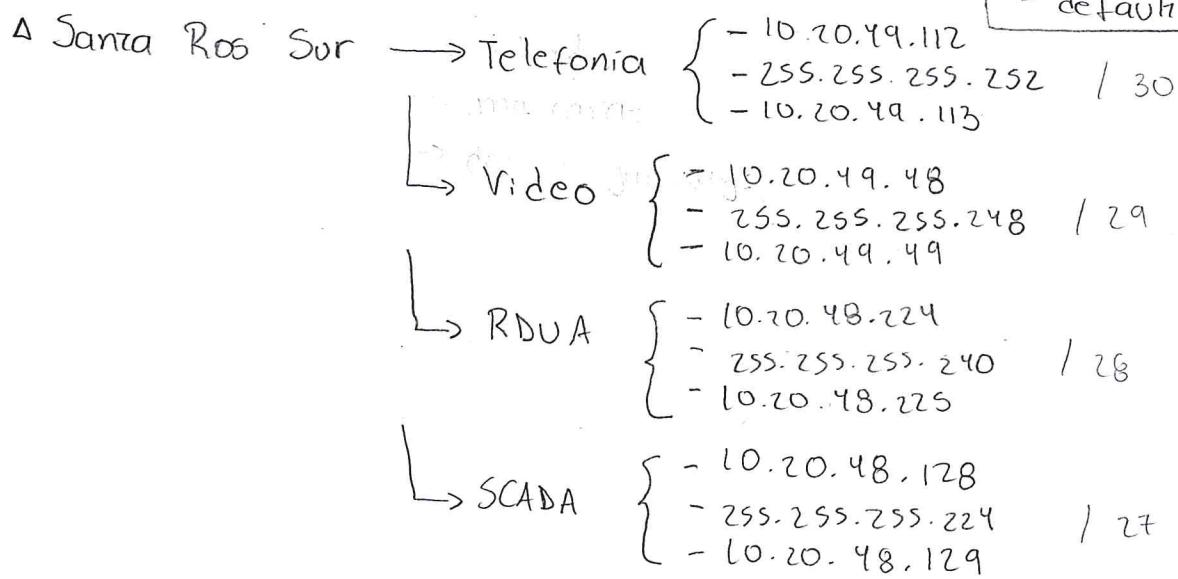
- Como no se especifica específicamente que la subdivisión debe ser eficiente, por conveniencia se subdividirá la red en subredes de tamaño 128 (direcciones)
  - La red 10.20.48.0 /20 cuenta con 12 bits 'libres'
  - Para crear subredes de tamaño 128 se necesitan 7 bits, lo que deja 5 bits libres para la creación de subredes. Esto dará un total de 32 subredes de tamaño 128, y de las cuales solo se usarán 3. (Se puede apreciar en el dibujo)
  - Las IP para estas 3 subredes serán:
    - ① 10.20.48.0 /25 → la primera se dividirá en 2 de 64
    - ② 10.20.48.128 /25 → la segunda se dividirá en 4 de 32
    - ③ 10.20.49.0 /25 → la tercera se dividirá en 8 de 16
- ① Dará como resultado las subredes de tamaño 64: (2 subredes)  
- 10.20.48.0 /26 ✓. - 10.20.48.64 /26 ✓.
- ② Dará como resultado las subredes de tamaño 32: (4 subredes)  
- 10.20.48.128 /27 ✓. - 10.20.48.192 /27 ✓.  
- 10.20.48.160 /27 ✓. - 10.20.48.224 /27 - divide
- ③ Dará como resultado las subredes de tamaño 16: (8 subredes)  
- 10.20.49.0 /28 ✓. - 10.20.49.64 /28 - divide  
- 10.20.49.16 /28 ✓. - 10.20.49.80 /28 - divide  
- 10.20.49.32 /28 ✓. - 10.20.49.96 /28 - divide  
- 10.20.49.48 /28 - divide - 10.20.49.112 /28 - divide

**Hoja de Respuesta**

- la subred de tamaño 32:  $10.20.48.224/27$  se dividirá en 2 subredes de tamaño 16:
  - $10.20.48.224/28$  ✓ -  $10.20.48.240/28$  ✓.
- las subredes de tamaño 16:  $\begin{pmatrix} 10.20.49.48/28 \\ 10.20.49.64/28 \\ 10.20.49.80/28 \\ 10.20.49.96/28 \end{pmatrix}$  se dividirán en subredes de tamaño 8:
  - $10.20.49.48/29$  ✓ -  $10.20.49.80/29$  ✓
  - $10.20.49.56/29$  ✓ -  $10.20.49.88/29$  ✓
  - $10.20.49.64/29$  ✓ -  $10.20.49.96/29$  ✓
  - $10.20.49.72/29$  ✓ - sobra
- la subred tamaño 16:  $10.20.49.112/28$  se dividirá en 4 subredes de tamaño 4:
  - $10.20.49.112/30$  ✓
  - $10.20.49.116/30$  ✓
  - $10.20.49.120/30$  ✓
  - $10.20.49.124/30$  - sobra

Se Usará:  
 Esquema general subred  
 - Dirección subred  
 - máscara subred  
 - default gateway

- Finalmente tenemos que: (Asignación de IPs)



Δ La Reina → Telefonía

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.80 \\ = 255.255.255.248 /29 \\ = 10.20.49.81 \end{array} \right.$$

↳ video

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.88 \\ = 255.255.255.248 /29 \\ = 10.20.49.89 \end{array} \right.$$

↳ RDU A

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.16 \\ = 255.255.255.240 /28 \\ = 10.20.49.17 \end{array} \right.$$

↳ SCADA

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.48.64 \\ = 255.255.255.192 /26 \\ = 10.20.48.65 \end{array} \right.$$

Δ Sama Elena → Telefonía

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.120 \\ = 255.255.255.252 /30 \\ = 10.20.49.121 \end{array} \right.$$

↳ video

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.96 \\ = 255.255.255.248 /29 \\ = 10.20.49.97 \end{array} \right.$$

↳ RDU A

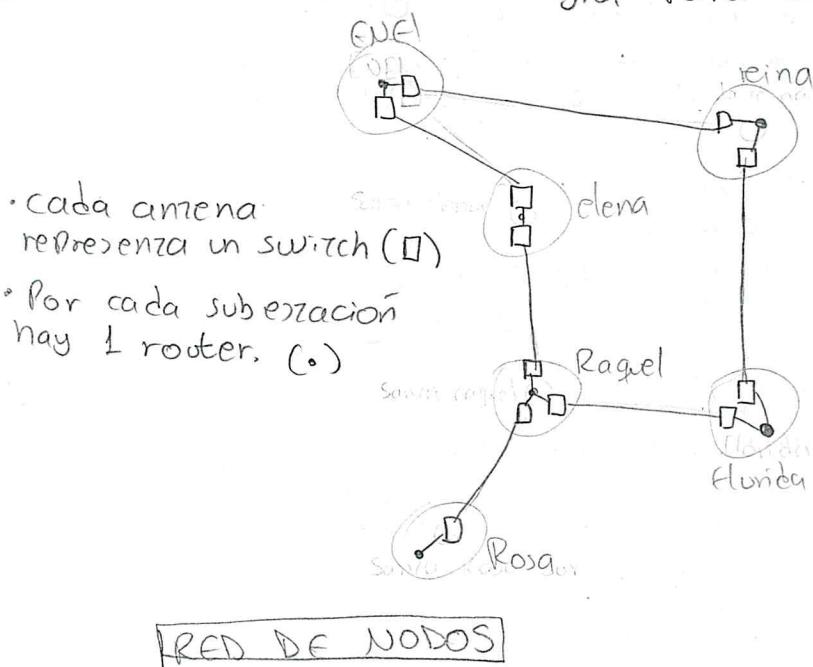
$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.49.32 \\ = 255.255.255.240 /28 \\ = 10.20.49.33 \end{array} \right.$$

↳ SCADA

$$\left\{ \begin{array}{l} = 10.20.48.192 \\ = 255.255.255.224 /27 \\ = 10.20.48.193 \end{array} \right.$$

Pregunta

3) Considerando la topología para los enlaces Punto a Punto



• Como se menciona en las consideraciones de red que los equipos de radio se componen como switch, los enlaces Punto a Punto son una unión de 2 switches. Cogiendo una de las redes de tamaño 128 que sobraron y en base a ella dividir en subredes para cada enlace entre subestaciones:

Subred: 10.20.48.128 /25

dirección escogida.

10.20.48.128 /25

- En la práctica podría ser eficiente generar las subredes más grande posibles. Pero como ahora no prioriza ni la eficiencia absoluta ni el tiempo.
- Se dividirá la subred en 32 subredes de tamaño 4. Usaremos las 6 primeras (6 enlaces)

- 10.20.48.128 /30 ✓ → 10.20.48.140 /30 ✓
- 10.20.48.132 /30 ✓ → 10.20.48.144 /30 ✓
- 10.20.48.136 /30 ✓ → 10.20.48.148 /30

No se consideran IP para los switches  
(son antenas)

- Respondiendo a la pregunta, por enlace:

Δ ENEL — La Reina : Subred: 10.20.48.128  
máscara subred: 255.255.255.252 /30  
direcciones IP extremo: - 10.20.48.129  
- 10.20.48.130

Δ La Reina — La Florida : Subred: 10.20.48.132  
máscara subred: 255.255.255.252 /30  
direcciones IP extremo: - 10.20.48.133  
- 10.20.48.134

Δ La Florida — Raquel : Subred: 10.20.48.36  
máscara subred: 255.255.255.252 /30  
direcciones IP extremo: - 10.20.48.37  
- 10.20.48.38

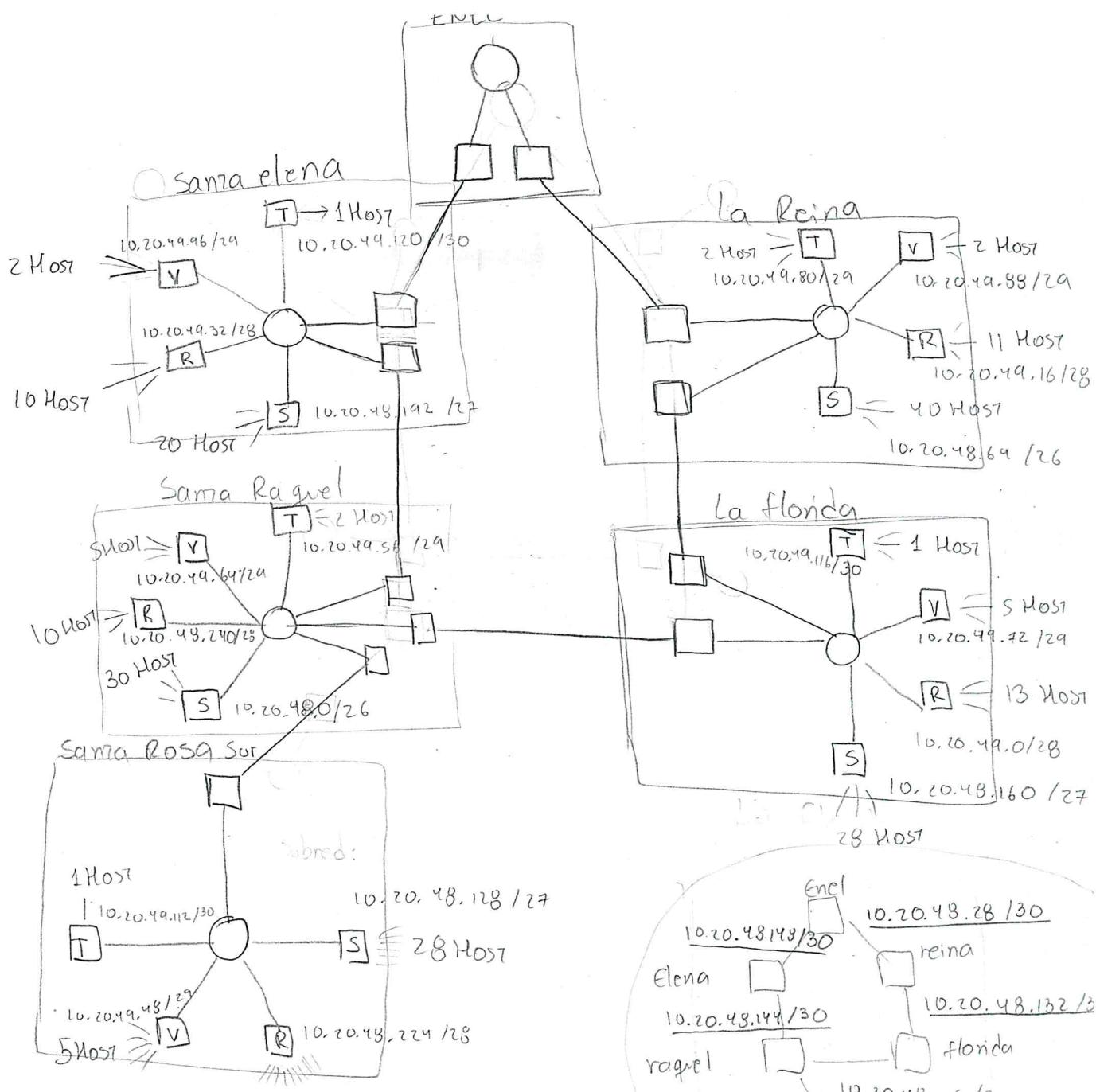
Δ Raquel — Santa Elena : Subred: 10.20.48.140  
máscara subred: 255.255.255.252 /30  
direcciones IP extremo: - 10.20.48.141  
- 10.20.48.142

Δ Raquel — Santa Elena : Subred: 10.20.48.144  
máscara: 255.255.255.252 /30  
direcciones IP extremo - 10.20.48.145  
- 10.20.48.146

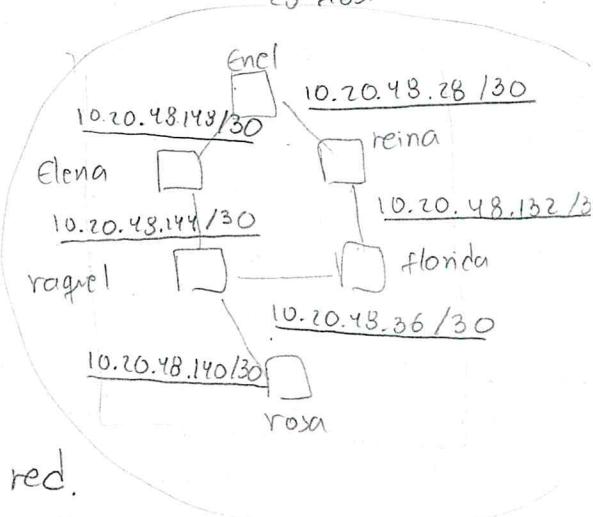
Δ Santa Elena — ENEL : Subred: 10.20.48.148  
máscara: 255.255.255.252 /30  
direcciones: - 10.20.48.149

Pregunta

④



- Esta sería la topología de red de toda la red. Los símbolos  $\square$  son switches y los símbolos  $\circ$  son routers.
- Debido a que eran demasiados Host, simplemente especifique la cantidad seguida de una conexión  $\leq$ .
- Las letras en cada switch representan la inicial del servicio por subestación.







Universidad Diego Portales  
Escuela de Ingeniería en Informática y Telecomunicaciones

Examen de Titulación - Redes de Datos y Telecomunicaciones

07 de junio de 2023

Nombre: Felipe Espinoza

RUT: 19672248-3

Puntaje: 173 puntos

## 1. Pregunta de Desarrollo:

### 1.1. Introducción

Este examen de título tiene solo un escenario sobre el cual se realizarán una serie de preguntas. Cada una de ellas DEBE tener un desarrollo que justifique su respuesta.

La empresa de distribución eléctrica ENEL tiene una serie de subestaciones eléctricas en distintas comunas de la región metropolitana. Cada subestación tiene varios servicios de datos que entregan la continuidad operacional a la subestación. A nivel de *networking* una subestación puede ser considerada como una oficina remota de ENEL y cada servicio de datos puede ser visto como una subred.

### 1.2. Consideraciones de diseño para radio enlaces

En esta sección se explican todas las consideraciones a la hora de diseñar los enlaces de radiofrecuencia. Se utilizará el equipo punto a punto (PtP) de la marca Ubiquity modelo airFiber 5XHD. El manual del equipo puede encontrarse en la sección 2.1.

- Todas las subestaciones tienen una torre de comunicaciones de 54 metros de altura.
- El edificio Headquarter de ENEL tiene una altura de 60 metros. Su azotea puede ser utilizada para instalar equipos.
- En su diseño considere que todas las subestaciones tienen LOS (Line of sight) a 54 metros de altura.
- La frecuencia de operación (frecuencia de la portadora) de los equipos de radio es 5200 MHz.
- La constante para la velocidad de la luz es de 299792458 m/s.
- La potencia máxima a utilizar es de 15 dBm (Suggested Max. TX Power).
- Siempre utilice canales con un ancho de banda de 100 MHz (ver tabla TDD Capacity (Mbps) en el manual de la sección 2.1)
- Siempre utilice la antena con la menor ganancia necesaria (siempre que sus cálculos lo permitan), ya que así evita sobrecargar la torre de comunicaciones.
- Siempre utilice la misma antena en ambos extremos del enlace.

El manual de los equipos de radio enlace microondas puede ser encontrado en la sección 2.1. Este manual tiene varios términos que es importante aclarar:

- Suggested Max. TX Power: Es la potencia máxima sugerida. La potencia máxima que escoge depende de la tasa de modulación o *modulation rate*. Por ejemplo, si escoge un *modulation rate* de 8X podrá transmitir con una potencia máxima de 22 dBm.
- Receive Sensitivity (dBm): Es la mínima potencia de la señal de radio que el equipo puede operar. Si la potencia es más baja que este valor, no es posible establecer una comunicación exitosa.
- TDD Capacity (Mbps): Esta tabla indica la capacidad en Mbps que soporta el enlace tanto de subida como bajada. Esta capacidad depende del *Modulation Coding Scheme (MCS)*. Por ejemplo, si se escoge una modulación de 16QAM MIMO y se utiliza un ancho de banda de canal de 100 MHz, podrá transmitir a una tasa máxima de 218,88 Mbps.
- En el mismo manual existe un listado de las antenas que se pueden utilizar con estos equipos de radio
  - AF-5G23-S45: antena directiva con una ganancia de 23 dBi.
  - AF-5G30-S45: antena directiva con una ganancia de 30 dBi.
  - AF-5G34-S45: antena directiva con una ganancia de 34 dBi.

La figura 1 muestra la ubicación geográfica de las subestaciones en el mapa de Santiago de Chile.

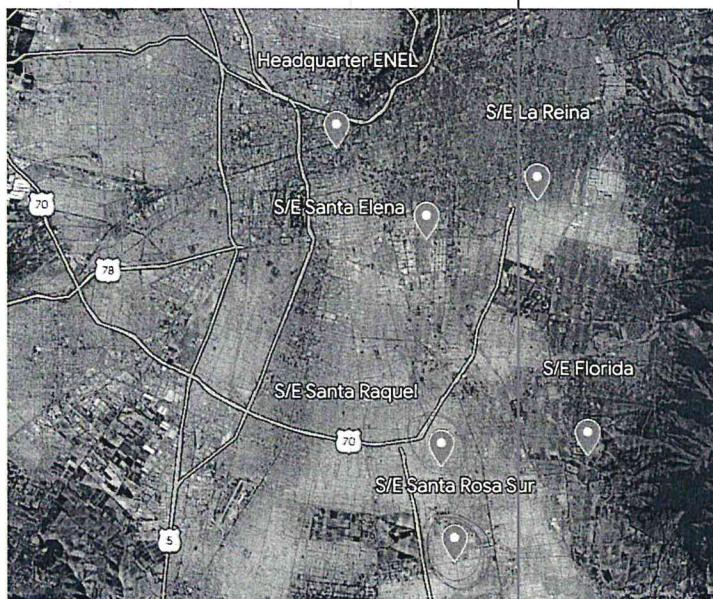


Figura 1: Ubicación de las subestaciones de ENEL utilizadas en este examen

La tabla del cuadro 1 muestra la distancia entre las distintas subestaciones.

Cuadro 1: Matriz de distancias (metros) para las subestaciones en estudio.

Nombre	S/E Santa Rosa Sur	S/E Santa Raquel	S/E Florida	S/E La Reina	S/E Santa Elena	Headquarter ENEL
S/E Santa Rosa Sur	0	3600	6250	13690	11980	15880
S/E Santa Raquel	3600	0	5450	10430	8390	12320
S/E Florida	6250	5450	0	9640	10010	14700
S/E La Reina	13690	10430	9640	0	4350	7720
S/E Santa Elena	11980	8390	10010	4350	0	4730
Headquarter ENEL	15880	12320	14700	7720	4730	0

### 1.3. Consideraciones de diseño para equipamiento de red

- El equipo de radio airFiber 5XHD se comporta como un switch. Por lo tanto al crear un enlace punto a punto es como que conecte dos switch.
- Para todas las subestaciones la distancia entre la sala de comunicaciones (donde está el gabinete para la instalación de equipos) y la base de la torre es de 50 metros.
- La distancia entre la azotea del edificio ENEL y el datacenter en el mismo edificio es de 200 metros (el datacenter está en el subterráneo).

Cada servicio de datos en cada subestación debe ser tratado como una subred. La siguiente lista muestra todos los servicios disponibles:

- Telefonía:** Teléfonos IP ubicados en distintas oficinas dentro de cada subestación.
- Videovigilancia de Seguridad:** Cámaras de video IP encargadas de la seguridad perimetral de la subestación .
- Red de datos para usuarios administrativos (RDUA):** Red de computadores para personal de mantenimiento y operación en terreno. Se utiliza principalmente para entregar acceso a Internet y a servidores ubicados en los *datacenters* de ENEL en Santiago de Chile.

- **Servicio de control SCADA:** Sensores y actuadores responsables de la apertura y cierre de interruptores eléctricos. medidores de corriente y voltaje.

La lista de *hosts* para cada servicio en cada subestación se muestra en la tabla del cuadro 2.

Cuadro 2: Cantidad de hosts por servicio y por subestación (sin contar default gateway)

Cantidad de hosts (sin contar default gateway)	Telefonía	Videovigilancia de Seguridad	Red de datos para usuarios administrativos (RDUA)	Servicio de control SCADA
S/E Santa Rosa Sur	1	5	10	28
S/E Santa Raquel	2	5	10	30
S/E Florida	1	5	13	28
S/E La Reina	2	2	11	40
S/E Santa Elena	1	2	10	20

$$\begin{aligned}
 & 44 + 1 = 45 \\
 & 47 + 1 = 48 \\
 & 47 + 1 = 48 \\
 & 55 + 1 = 56 \\
 & 33 + 1 = 34
 \end{aligned}$$

## 1.4. Preguntas

### 1.4.1. Diseño de la capa de transporte

- Utilizando el equipo de red mostrado en la sección 2.1, diseñe la red de enlaces punto a punto microondas entre las siguientes subestaciones: (30 puntos en total).

- a) Headquarter ENEL y S/E La Reina
- b) Headquarter ENEL y S/E Santa Elena
- c) S/E La Reina y S/E Florida
- d) S/E Santa Elena y S/E Santa Raquel
- e) S/E Santa Raquel y S/E Florida
- f) S/E Santa Raquel y S/E Santa Rosa Sur

Considerando maximizar la tasa de transferencia (Mbps). Para cada enlace se debe calcular:

- Ganancia de antenas en ambos extremos. (2 puntos por enlace)
- Potencia de recepción en cada extremo (2 punto por enlace)
- Capacidad del enlace agregado (en Mbps)<sup>1</sup> (1 punto por enlace)

### 1.4.2. Diseño de la capa de red

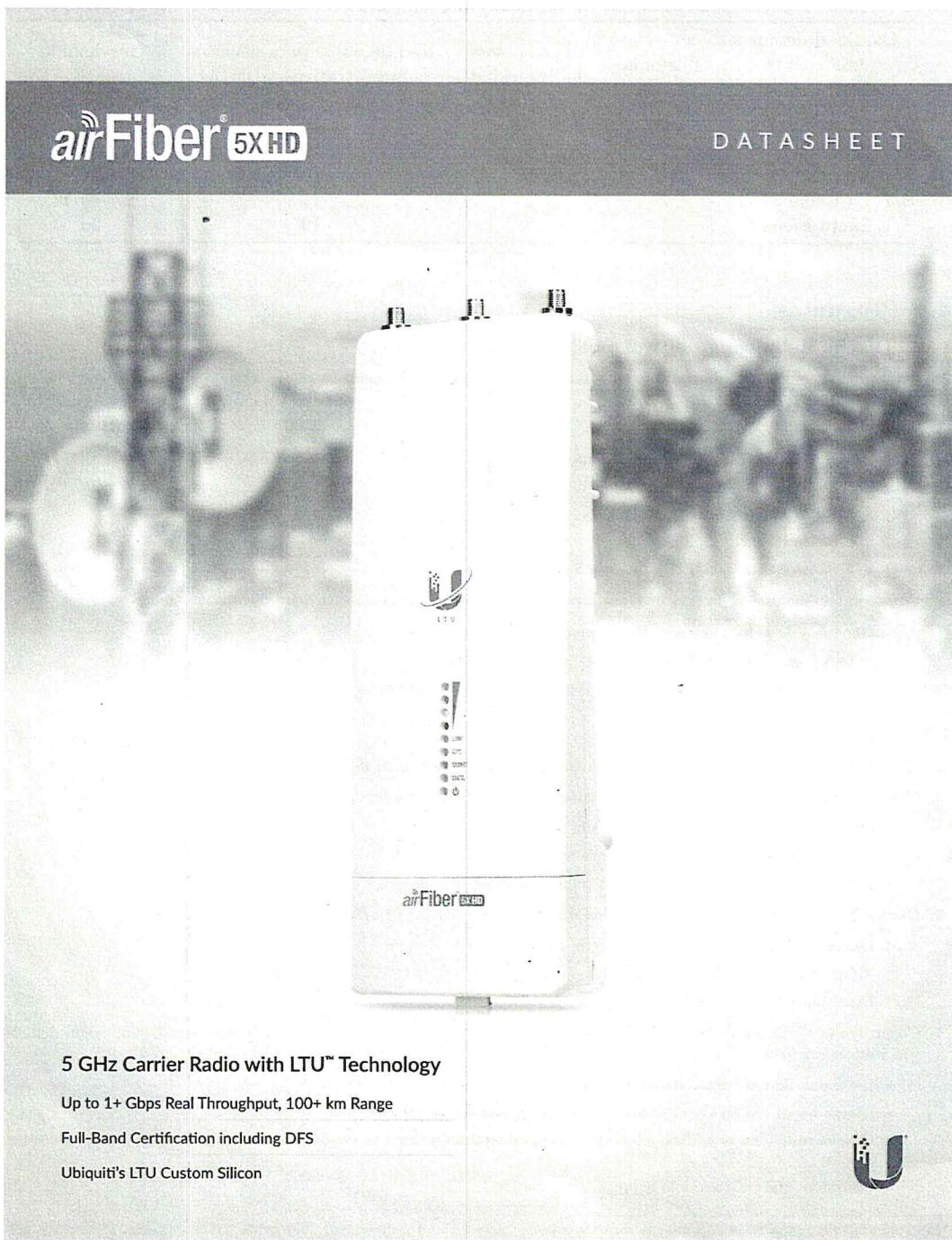
Para las siguientes preguntas considere que le han entregado la red 10.20.48.0/20 para poder subdividirla.

- Calcule para cada servicio en la tabla del cuadro 2 los siguientes parámetros: (60 puntos en total)
  - Dirección de subred. (1 punto por cada servicio)
  - Máscara de subred. (1 punto por cada servicio)
  - Dirección IP del *default gateway*. (1 punto por cada servicio)
- Calcule para cada enlace punto a punto los siguientes parámetros: (28 puntos en total)
  - Dirección de subred. (1 punto por cada enlace)
  - Máscara de subred. (1 punto por cada enlace)
  - Dirección IP de cada extremo. (1 punto por cada extremo)
- Construya la topología de red lógica de toda la red, considerando routers y switch necesarios. La topología debe incluir: (55 puntos en total)
  - Diagrama de red para cada subestación (5 puntos por subestación)
  - Diagrama de red de los enlaces microondas (5 puntos por enlace)
  - Considera que en el edificio de ENEL existe un Router al cual se conectan los enlaces de microondas ubicados en la azotea.
  - Considera que cada servicio equivale a un switch.

<sup>1</sup>la capacidad agregada es la suma de la tasa de transferencia upload y download. Ver tabla TDD Capacity en sección 2.1

## 2. Anexos

### 2.1. Equipos de Radio





## DATASHEET

**Deployment Flexibility**

The AF-5XHD can be used with existing airFiber slant-polarized antennas for improved noise immunity and Signal-to-Noise Ratio (SNR). It is compatible with multiple Ubiquiti airFiber X antennas offering gain of 23 to 34 dBi. The compact form factor of the AF-5XHD allows it to fit into the radio mount of airFiber X antennas, so installation requires no special tools.

**airFiber X Antenna Model Summary**

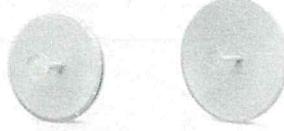
The airFiber X antennas are purpose-built with 45° slant polarity for seamless integration with the AF-5XHD. Pair the AF-5XHD with one of the following airFiber X antennas:



	AF-5G23-S45	AF-5G30-S45	AF-5G34-S45
Freq.	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Gain	23 dBi	30 dBi	34 dBi

**RocketDish Model Summary**

You can also pair the AF-5XHD with one of the RocketDish antennas shown below using the included Universal Bracket or by using a kit to convert the RocketDish to 45° slant polarity.



	RD-5G30	RD-5G34
Freq.	5 GHz	5 GHz
Gain	30 dBi	34 dBi

**Conversion Kit**

The 5 GHz RocketDish to airFiber Antenna Conversion Kit (model AF-5G-OMT-S45) converts the RocketDish RD-5G30 or RD-5G34 antenna for use with the AF-5XHD.



Suggested Max. TX Power	
12x	12 - 15 dBm
10x	19 - 20 dBm
8x	21 - 22 dBm
6x	23 - 24 dBm
4x	29 dBm
2x	29 dBm
1x	29 dBm

Modulation Rate	Modulation	Sensitivity							
		10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz
12x	4096QAM	-56	-53	-51	-49	-47	-44	-42	-39
10x	1024QAM	-66	-63	-61	-59	-57	-55	-53	-51
8x	256QAM	-72	-69	-67	-65	-63	-61	-59	-57
6x	64QAM	-78	-75	-73	-71	-69	-67	-65	-63
4x	16QAM MIMO	-84	-81	-79	-77	-75	-73	-71	-69
2x	QPSK MIMO	-88	-85	-83	-82	-81	-80	-79	-78
1x	½ Rate QPSK xRT	-90	-87	-85	-84	-83	-82	-81	-80

airFiber<sup>5X HD</sup>

## SPECIFICATIONS

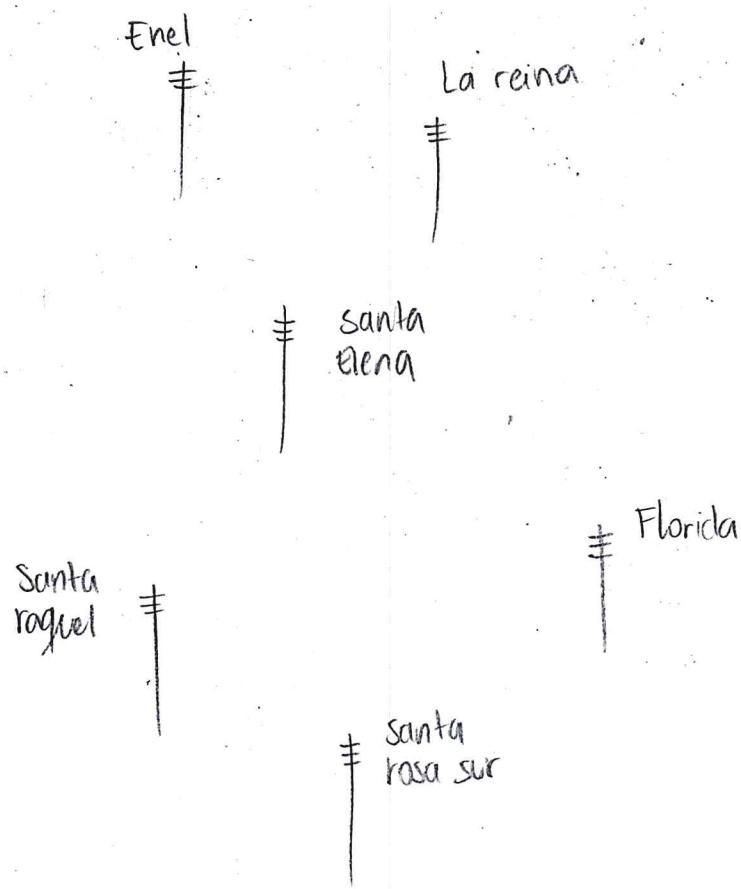
MCS	TDD Capacity (Mbps)*								
	Channel Width								
	10 MHz	20 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	100 MHz	
QPSK SISO	Upload	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72
	Download	5.76	12.16	18.24	24.32	29.76	35.20	45.44	54.72
	Aggregate	<b>11.52</b>	<b>24.32</b>	<b>36.48</b>	<b>48.64</b>	<b>59.52</b>	<b>70.40</b>	<b>90.88</b>	<b>109.44</b>
QPSK MIMO	Upload	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44
	Download	11.52	24.32	36.48	48.64	59.52	70.40	90.88	109.44
	Aggregate	<b>23.04</b>	<b>48.64</b>	<b>72.96</b>	<b>97.28</b>	<b>119.04</b>	<b>140.80</b>	<b>181.76</b>	<b>218.88</b>
16 QAM MIMO	Upload	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88
	Download	23.04	48.64	72.96	97.28	119.04	140.80	181.76	218.88
	Aggregate	<b>46.08</b>	<b>97.28</b>	<b>145.92</b>	<b>194.56</b>	<b>238.08</b>	<b>281.60</b>	<b>363.52</b>	<b>437.76</b>
64 QAM MIMO	Upload	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32
	Download	34.56	72.96	109.44	145.92	178.56	211.20	272.64	328.32
	Aggregate	<b>69.12</b>	<b>145.92</b>	<b>218.88</b>	<b>291.84</b>	<b>357.12</b>	<b>422.40</b>	<b>545.28</b>	<b>656.64</b>
256 QAM MIMO	Upload	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76
	Download	46.08	97.28	145.92	194.56	238.08	281.60	363.52	437.76
	Aggregate	<b>92.16</b>	<b>194.56</b>	<b>291.84</b>	<b>389.12</b>	<b>476.16</b>	<b>563.20</b>	<b>727.04</b>	<b>875.52</b>
1024 QAM MIMO	Upload	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20
	Download	57.60	121.60	182.40	243.20	297.60	352.00	454.40	547.20
	Aggregate	<b>115.20</b>	<b>243.20</b>	<b>364.80</b>	<b>486.40</b>	<b>595.20</b>	<b>704.00</b>	<b>908.80</b>	<b>1,094.40</b>
4096 QAM MIMO	Upload	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64
	Download	69.12	145.92	218.88	291.84	357.12	422.40	545.28	656.64
	Aggregate	<b>138.24</b>	<b>291.84</b>	<b>437.76</b>	<b>583.68</b>	<b>714.24</b>	<b>844.80</b>	<b>1,090.56</b>	<b>1,313.28</b>

\* For 2 ms frame length

Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at [ubnt.com/support/warranty](#).  
 The limited warranty requires the use of vibration to resolve disputes on an individual basis, and, where applicable, specifically vibration instead of jury trials or class actions.  
 © 2019-2020 Ubiquiti Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti logo, the Ubiquiti beam logo, airFiber, airMAX, airOS, AmpliFi, CloudRadar, Prism, Rocket, RocketDish, UniFi and iFi are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Inc. in the United States and in other countries. Apple and the Apple logo are trademarks of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. Android, Google, Google Play, the Google Play logo and other marks are trademarks of Google LLC. Other trademarks are the property of their respective owners.



## Hoja de Respuesta



$$h_{\text{subestaciones}} = 54 \text{ [m]}$$

$$h_{\text{enel}} = 60 \text{ [m]}$$

$$\text{LOS a } 54 \text{ [m]}$$

$$f = 5200 \text{ [MHz]}$$

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{299792458}{5,2 \times 10^9} \text{ [m]} \Rightarrow \boxed{\lambda = 0,057} \\ \lambda^2 = 3,32 \times 10^{-3}$$

$$P_{\text{prox}} = 15 \text{ dBm} \rightarrow 0,031 \text{ [W]}$$

$$P_{\text{rmin}} = -39 \text{ dBm} = 1,2 \times 10^{-7} \text{ [W]}$$

## Hoja de Respuesta

① Enel - Santa rosa sur

$$\frac{P_{200}}{(P_{200})} 1,2 \times 10^{-7} \leq \frac{0,031 \cdot 34 \cdot 34 \cdot 3,32 \times 10}{16 \pi^2 (15880)^2}$$

no cumple con  
la mínima potencia.

$$1,2 \times 10^{-7} \leq 2,9 \times 10^{-12} \times$$

② Enel - Florida

$$\frac{P_{200}}{(P_{200})} 1,2 \times 10^{-7} \leq \frac{0,031 \cdot 34 \cdot 34 \cdot 3,32 \times 10}{16 \pi^2 (14700)^2}$$

**Hoja de Respuesta**

## Hoja de Respuesta

---

## Hoja de Respuesta

1.4.2

10.20.48.0 /20

La reina,

$$2^h - 2 \geq 56 \text{ hosts}$$

$$2^b = 64, 6 \text{ bits de hosts, } 64 \text{ saltos de red}$$

Subred 10.20.48.0 /26

$$\left. \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{IP: } 10.20.48.1 \\ \text{Última IP: } 10.20.48.62 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{dirección: } 10.20.48.63 \\ \text{broadcast} \end{array} \right\}$$

máscara  
255 255 255 . 192

Florida,

$$2^h - 2 \geq 48 \text{ hosts}$$

$$2^b = 64, 6 \text{ bits hosts, } 64 \text{ saltos de red}$$

Subred 10.20.48.64 /26

$$\left. \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{IP: } 10.20.48.65 \\ \text{Última IP: } 10.20.48.126 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{dirección: } 10.20.48.127 \\ \text{broadcast} \end{array} \right\}$$

máscara  
255 255 255 . 192

**Hoja de Respuesta**Santa raquel

$$2^{h-2} \geq 48 \text{ hosts}$$

 $2^6 = 64$ , 6 bits hosts, 64 saltos de red

subred 10.20.48.128/26

máscara

 $\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 192 \end{array}$ 
 $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{IP: } 10.20.48.129 \\ \text{Última IP: } 10.20.48.190 \\ \text{dirección: } 10.20.48.191 \\ \text{broadcast} \end{array} \right.$ 
Santa rosa sur

$$2^{h-2} \geq 45$$

 $2^6 = 64$ , 6 bits hosts, 64 saltos de red

subred 10.20.48.192/26

máscara

 $\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 192 \end{array}$ 
 $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{IP: } 10.20.48.193 \\ \text{Última IP: } 10.20.48.254 \\ \text{dirección: } 10.20.48.255 \\ \text{broadcast} \end{array} \right.$ 
Santa Elena

$$2^{h-2} \geq 34$$

 $2^6 = 64$ , 6 bits, 64 saltos red

subred 10.20.49.0/26

máscara

 $\begin{array}{ccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 255 & 192 \end{array}$ 
 $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{IP: } 10.20.49.1 \\ \text{Última IP: } 10.20.49.62 \end{array} \right.$ 
 $\text{dirección: } 10.20.49.63$   
**broadcast**

## La reina división por servicio

Scada

Default Gateway: 10.20.48.1/26

$$2^{h-2} \geq 48$$

$$2^6 = 64, 5 \text{ bits hosts}, 64 \text{ saltos de red}$$

subred 10.20.48.2/26

1 IP: 10.20.48.3  
Última ip: 10.20.48.64  
dirección broadcast: 10.20.48.65

máscara

111111.111111.111111.1000000  
255 255 255 192

## RDUA

$$2^{h-2} \geq 11$$

$$2^4 = 16, 4 \text{ bits hosts}, 16 \text{ saltos de red}$$

subred 10.20.48.66/28

1 IP: 10.20.48.67  
Última ip: 10.20.48.80  
dirección broadcast: 10.20.48.81

111111.111111.111111.1111000  
255 255 255 240

## seguidad

$$2^{h-2} \geq 2, 2 \text{ bits hosts}, 4 \text{ saltos}$$

111111.111111.111111.111100  
255 255 255 252

subred 10.20.48.82/30

1 IP: 10.20.48.83  
Última ip: 10.20.48.84  
dirección broadcast: 10.20.48.85

## telefonía

$$2^{h-2} \geq 2, 2 \text{ bits hosts}, 4 \text{ saltos}$$

111111.111111.111111.111100  
255 255 255 252

subred 10.20.48.86/30

1 IP: 10.20.48.87  
Última ip: 10.20.48.88

dirección broadcast: 10.20.48.89

Florida dusún por suyo

Default Gateway : 10.20.48.65 / 26.

Scada ..

RDWAJ

KWY  
 $2^4 - 2 \geq 13$ , 4 bits hosts, 16 switches need 9 255 255 255 255  
subred 10.20.48.98/28 {  
    1° IP: 10.20.48.99  
    Ultima ip: 10.20.48.112  
    direction: 10.20.48.113  
    broadcast

Seguridad,

telefónica

telefonía

2 bits hosts; 4 salidas red } 1111.1111.1111.1000  
255 255 255 252

Subred 10.20.48.122/30 {  
    1º IP: 10.20.48.123  
    Última: 10.20.48.124  
    IP  
    dirección: 10.20.48.125  
    broadcast

SANTA RAQUEL division por servicio

Default Gateway : 10.20.48.129/26

SCADA

$2^5 - 2 \geq 30$ , 5 bits hosts, 32 salidas red }  
 Subred 10.20.48.130/24      {  
 IIP : 10.20.48.131  
 VIP : 10.20.48.160  
 DB : 10.20.48.161

RDUAS

$2^4 - 2 \geq 6$ , 4 bits hosts, 16 salidas red }  
 Subred 10.20.48.162/28      {  
 IIP : 10.20.48.163  
 VIP : 10.20.48.176  
 DB : 10.20.48.177

Seguridad

$2^3 - 2 \geq 5$ , 3 bits host, 8 salidas red }  
 Subred 10.20.48.178/29      {  
 IIP : 10.20.48.179  
 VIP : 10.20.48.184  
 DB : 10.20.48.185

Telefonía

$2^2 - 2 \geq 2$ , 2 bits host, 4 salidas }  
 Subred 10.20.48.186/30      {  
 IIP : 10.20.48.187  
 VIP : 10.20.48.188  
 DB : 10.20.48.189

SANTA ROSA sur division por servicio

Default gateway : 10.20.48.193/26

SCADA } 5 bits hosts, 32 salidas

Subred 10.20.48.194/24      {  
 IIP : 10.20.48.195  
 VIP : 10.20.48.224  
 DB : 10.20.48.225

RDUA) 4 bits hosts, 16 saltos red

Subred 10.20.48.226 /28 {  
    IIP : 10.20.48.227  
    VIP : 10.20.48.240  
    DB : 10.20.48.241

seguridad) 3 bits, 8 saltos red

Subred 10.20.48.242 /29 {  
    IIP : 10.20.48.243  
    VIP : 10.20.48.248  
    DB : 10.20.48.249

telefono) 2 bits hosts, 4 saltos

Subred 10.20.48.250 /30 {  
    IIP : 10.20.48.251  
    VIP : 10.20.48.252  
    DB : 10.20.48.253

Santa Elena division por servicio

Default gateway : 10.20.49.1

SCADA) 5 bits, 32 saltos

Subred 10.20.49.2 /27 {  
    IIP : 10.20.49.3  
    VIP : 10.20.49.32  
    DB : 10.20.49.33

RDUA) 4 bits hosts, 16 saltos

Subred 10.20.49.34 /28 {  
    IIP : 10.20.49.35  
    VIP : 10.20.49.48  
    DB : 10.20.49.49

seguridad) 2 bits, 4 saltos red

Subred 10.20.49.50 /30 {  
    IIP : 10.20.49.51  
    VIP : 10.20.49.52  
    DB : 10.20.49.53

Teléfono) 2 bits 4 saltos

Subred 10.20.49.54 /30 {  
    IIP : 10.20.49.55  
    VIP : 10.20.49.56  
    DB : 10.20.49.57

Reina 10.20.48.0/26

SCDA 10.20.48.2/26

10.20.48.1/26

RRA 10.20.48.66/28

RRA 10.20.48.66/28

S1

seguridad 10.20.48.82/30

S2

seguridad 10.20.48.36/30

S3

seguridad 10.20.48.64/26

S4

seguridad 10.20.48.66/27

S5

seguridad 10.20.48.98/28

S6

seguridad 10.20.48.114/28

seguridad

seguridad

seguridad

S7

seguridad

seguridad

S8

seguridad

S9

seguridad

S10

seguridad

seguridad

S11

seguridad

S12

seguridad

S13

seguridad

S14

seguridad

S15

seguridad

S16

seguridad

S17

seguridad

S18

seguridad

S19

seguridad

S20

seguridad

S21

seguridad

S22

seguridad

S23

seguridad

S24

seguridad

S25

seguridad

S26

seguridad

S27

seguridad

S28

seguridad

S29

seguridad

S30

seguridad

S31

seguridad

S32

seguridad

S33

seguridad

S34

seguridad

S35

seguridad

S36

seguridad

S37

seguridad

S38

seguridad

S39

seguridad

S40

seguridad

S41

seguridad

S42

seguridad

S43

seguridad

S44

seguridad

S45

seguridad

S46

seguridad

S47

seguridad

S48

seguridad

S49

seguridad

S50

seguridad

S51

seguridad

S52

seguridad

S53

seguridad

S54

seguridad

S55

seguridad

S56

seguridad

S57

seguridad

S58

seguridad

S59

seguridad

S60

seguridad

S61

seguridad

S62

seguridad

S63

seguridad

S64

seguridad

S65

seguridad

S66

seguridad

S67

seguridad

S68

seguridad

S69

seguridad

S70

seguridad

S71

seguridad

S72

seguridad

S73

seguridad

S74

seguridad

S75

seguridad

S76

seguridad

S77

seguridad

S78

seguridad

S79

seguridad

S80

seguridad

S81

seguridad

S82

seguridad

S83

seguridad

S84

seguridad

S85

seguridad

S86

seguridad

S87

seguridad

S88

seguridad

S89

seguridad

S90

seguridad

S91

seguridad

S92

seguridad

S93

seguridad

S94

seguridad

S95

seguridad

S96

seguridad

S97

seguridad

S98

seguridad

S99

seguridad

S100

seguridad

S101

seguridad

S102

seguridad

S103

seguridad

S104

seguridad

S105

seguridad

S106

seguridad

S107

seguridad

S108

seguridad

S109

seguridad

S110

seguridad

S111

seguridad

S112

seguridad

S113

seguridad

S114

seguridad

S115

seguridad

S116

seguridad

S117

seguridad

S118

seguridad

S119

seguridad

S120

seguridad

S121

seguridad

S122

seguridad

S123

seguridad

S124

seguridad

S125

seguridad

S126

seguridad

S127

seguridad

S128

seguridad

S129

seguridad

S130

seguridad

S131

seguridad

S132

seguridad

S133

seguridad

S134

seguridad

S135

seguridad

S136

seguridad

S137

seguridad

S138

seguridad

S139

seguridad

S140

seguridad

S141

seguridad

S142

seguridad

S143

seguridad

S144

seguridad

S145

seguridad

S146

seguridad

S147

seguridad

S148

seguridad

S149

seguridad

S150

seguridad

S151

seguridad

S152

seguridad

S153

seguridad

S154

seguridad

S155