

TREBALL FINAL DE CARRERA

ENGINYERIA TÈCNICA DE TELECOMUNICACIÓ,
ESPECIALITAT TELEMÀTICA

**DESENVOLUPAMENT D'UNA XARXA TELEMÀTICA PER
PROVEIR EL MUNICIPI DE BEGUR D'ACCÉS A INTERNET**

Alumne: David Fernández Sierra
Consultor: Antoni Morell Pérez
Data: 10/01/2013

A en Pepe, per la seva valuosa ajuda en els moments en què no veia la llum; a en JoseR, per la col·laboració comuna durant tots aquests anys; a la Berta, per les seves correccions; a la Carolina, per fer-me entendre els mapes; a l'Antoni per ajudar-me a tirar endavant aquest projecte; i a la meva família, pel seu suport.

També, molt especialment, a la meva parella, la Cristina, per tota la paciència incondicional i per haver-me animat sempre, durant tots aquests anys de carrera.

ÍNDEX GENERAL

ÍNDEX GENERAL	3
ÍNDEX D'IMATGES	4
ÍNDEX DE TAULES	5
1. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE	6
1.1. CARACTERÍSTIQUES DEL MUNICIPI	6
1.2. PRECEDENTS	7
1.3. PARTICIPANTS	8
1.4. USOS I SERVEIS	8
2. ESTUDI DE VIABILITAT	10
2.1. AMBIENTAL	10
2.2. GEOGRÀFICA	10
2.3. LEGISLATIVES DE LES TELECOMUNICACIONS	10
2.4. ECONÒMICA	10
3. DEFINICIÓ DE REQUERIMENTS	11
3.1. NORMATIVA LEGAL VIGENT	11
3.2. CONCLUSIONS	12
3.2. ESPECTRE RADIOELÈCTRIC	14
3.3. LEGISLACIÓ SOBRE SOSTENIBILITAT AMBIENTAL	14
4. ESCENARI DEL PROJECTE	15
4.1. PLANIFICACIÓ I COMENTARIS	18
5. DISSENY DE XARXA	19
5.1. AMPLE DE BANDA NECESSARI	19
5.2. TECNOLOGIES SENSE FILS APLICABLES	21
5.3. TOPOLOGIA DE LA XARXA	22
5.4. CENTRA DE PROCESSAMENT DE DADES (CPD) AJUNTAMENT	25
5.5. PROVEÏDORS D'INTERNET	27
5.6. EQUIPAMENT WIMAX I WIFI	28
5.7. DISSENY DE LA XARXA WIMAX	34
5.7.1. Xarxa Nord	40
5.7.2. Xarxa Sud	43
5.7.3. Xarxa Punt a Punt	49
5.8. DISSENY DE LA XARXA WIFI	51
5.8.1. WiFi Ajuntament	52
5.8.2. WiFi Sa Tuna	53
5.8.3. WiFi Sa Riera	54
5.9. DISSENY DEL SERVIDOR	54
5.9.1. Servei DNS	55
5.9.2. Servei PROXY	55
5.9.3. Servei WEB	55
5.9.4. Servei RADIUS	55
5.9.5. Servei DHCP	56
5.10. DISSENY IP	56
5.11. DISSENY VLAN	57
6. SEGURETAT I GESTIÓ D'USUARIS	58
7. MEMÒRIA ECONÒMICA	59
8. DESPLEGAMENT	60
9. PLA DE NEGOCI	61
10. CONCLUSIONS	62
ANNEXOS	63

ÍNDEX D'IMATGES

<i>Imatge 1. Vista del municipi de Begur</i>	6
<i>Imatge 2. Usos del sol realitzat amb ArcMap</i>	15
<i>Imatge 3. Topografia del terreny del municipi de Begur</i>	16
<i>Imatge 4. Ubicació BS Nord</i>	17
<i>Imatge 5. Ubicació BS Sud</i>	17
<i>Imatge 6. Diagrama de Gantt</i>	18
<i>Imatge 7. Disseny de la xarxa telemàtica</i>	24
<i>Imatge 8. Disseny del CPD</i>	25
<i>Imatge 9. D-Link DFL-1600</i>	26
<i>Imatge 10. D-Link DGS-1210-28P</i>	26
<i>Imatge 11. Fujitsu PRIMERGY RX200 S7P</i>	27
<i>Imatge 12. Patró antena 60°</i>	29
<i>Imatge 13. Patró antena 90°</i>	29
<i>Imatge 14. Equipament ODU IDU</i>	30
<i>Imatge 15. Escenari i Esquema d'instal·lació d'antenes PtP</i>	33
<i>Imatge 16. Antena tipus panell</i>	33
<i>Imatge 17. Estacions base PmP, PtP i subscriptores WiMAX. Amb alçades.</i>	35
<i>Imatge 18. Els radioenllaços entre les BS Sud i Nord. Amb mapa de camins i urbanitzacions.</i>	35
<i>Imatge 19. Estació BS Sud</i>	38
<i>Imatge 20. Estació BS Nord</i>	38
<i>Imatge 21. Cobertura d'estació base Sud i base Nord.</i>	39
<i>Imatge 22. Disseny de la xarxa</i>	40
<i>Imatge 23. Cobertura d'estació base Nord.</i>	41
<i>Imatge 24. Enllaç entre antena Omnidireccional BS Nord i CPE Sa Riera</i>	42
<i>Imatge 25. Enllaç entre antena Omnidireccional BS Nord i CPE Sa Tuna</i>	43
<i>Imatge 26. Cobertura d'estació base Sud-oest i antena repetidora</i>	43
<i>Imatge 27. Cobertura d'estació base Sud-oest, nucli de Begur</i>	44
<i>Imatge 28. Radio enllaç BS Sud – ARBA-RPT-50</i>	46
<i>Imatge 29. Radio enllaç ARBA-RPT-50 – Unitat receptora a la població d'Esclanyà</i>	46
<i>Imatge 30. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora a la Polígon d'Esclanyà</i>	46
<i>Imatge 31. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora a la Aigua Blava</i>	47
<i>Imatge 32. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur</i>	48
<i>Imatge 33. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur</i>	48
<i>Imatge 34. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur</i>	48
<i>Imatge 36. Radio enllaç RB Ajuntament – BU Sud</i>	49
<i>Imatge 37. Radio enllaç RB Sud – BS Nord</i>	50
<i>Imatge 38. Radio enllaç RB Sud – BU Escola</i>	51
<i>Imatge 39. Connexió entre CPE WiMAX i WiFi</i>	51
<i>Imatge 40. Cobertura WiFi al nucli de Begur</i>	52
<i>Imatge 41. Cobertura WiFi a la zona de Sa Tuna</i>	53
<i>Imatge 42. Cobertura WiFi a la zona de Sa Riera</i>	54

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Notes UN	14
Taula 2. Tant per cent edats	19
Taula 3. Població per edats	19
Taula 4. Tant per cent aflluència de turistes	20
Taula 5. Extensions més conegudes de la 802.11	21
Taula 6. Extensions més conegudes de la 802.16	21
Taula 7. Detall BreezeACCES VL-BS.....	28
Taula 8. Model antenes	28
Taula 9. Detall de BreezeACCES VL SU-54-BD	29
Taula 10. Valors de sensibilitat SU-54-BD.....	30
Taula 11. MIR BreezeACCES SU-54-BD	30
Taula 12. Detall de BreezeNET B300-5X	31
Taula 13. Detall de BreezeNET B100	31
Taula 14. Detall de BreezeNET B28	32
Taula 15. Valors de sensibilitat B100 i B28	32
Taula 16. MIR de BreezeNET B100	32
Taula 17. Detall de ARBA-RPT-50	33
Taula 18. Sensibilitats per modulació ARBA-RPT-50	33
Taula 19. Detall DWL-2700AP	34
Taula 20. Resum de tot el maquinari WiMAX	37
Taula 21. Configuració BS-Nord	41
Taula 22. Configuració CPE Sa Riuera	42
Taula 23. Configuració CPE Sa Tuna.....	42
Taula 24. Configuració BS-Sud	44
Taula 25. Configuració repetidor WiMAX.....	45
Taula 26. Configuració BR Ajuntament - BU BS Sud	49
Taula 27. Configuració BR Nord - BU BS Sud.....	50
Taula 28. Configuració BR Escola - BU BS Sud.....	50
Taula 29. Localització punt WiFi nucli de Begur	53
Taula 30. Localització punt WiFi Sa Tuna	54
Taula 31. Localització punt WiFi Sa Riera	54
Taula 32. Adreçament IP intern i adreçament visible.....	56
Taula 33. Disseny VLAN.....	57
Taula 34. Connexions màximes VLAN-Subnetting.....	57
Taula 35. Desglossament de preus	59
Taula 36. Costos complementaris	60
Taula 37. Costos d'instal·lació, manteniment i despeses	60
Taula 38. Cost del equipament residencial	60
Taula 39. Preus usuari.....	61
Taula 40. Descomptes a usuaris	61
Taula 41. Simulació	61

Coordenades: 41° 57' 22" N, 3° 12' 31" E

Població: 4.258 (4.209 hab. segons l'Idescat 2011)

Entitats de població: 8

(Aiguablava, Aiguafreda, Begur, Esclanyà, El Racó, Fornells, Sa Tuna, Sa Riera)

Gentilici: beguerenc, beguerenca

Alcalde: Joan Català Pagès.

El terme municipal de Begur està format per un conjunt de turons anomenat Massís de Begur, i per platges i cales que estan a escassos 1-2km aproximadament del nucli. Una característica típica de poblacions costaneres com Begur és el gran volum d'urbanitzacions i carrers petits. Una altra observació important és que el nucli es troba a 200m sobre el mar, (per conèixer aquest punt, vg. l'apartat 4 del Escenari del projecte p. 14).

1.2. Precedents

Atès que les noves tecnologies es troben actualment presents en tots els àmbits de la nostra vida, i que ens han creat uns usos i unes necessitats, pensem que el municipi de Begur no pot quedar-se enrere en la implantació d'una solució a l'altura del seu reclam turístic. Per aquest motiu, en aquest projecte ens plantegem dotar aquest municipi d'una xarxa telemàtica integral, escalable i de qualitat per oferir el servei d'Internet a tots els seus habitants.

Es presentarà un projecte d'instal·lació telemàtica a l'Ajuntament de Begur, tenint present tant la conjuntura econòmica actual com l'impacte ambiental i visual que podria suposar pel municipi (per la seva singularitat). També intentarem que el proveïment del servei sigui fàcil i assequible per als habitants i turistes. Creiem que la implantació d'aquesta infraestructura proporcionarà un valor afegit al municipi i un tret característic diferenciador. Per tant, en el projecte s'inclourà una estimació de costos de desenvolupament i els requeriments d'infraestructura.

El projecte es realitzarà a partir de l'anàlisi de les particularitats geogràfiques i estadístiques del municipi, de la població resident i de la turística de Begur. D'una banda, per fer un càlcul aproximat del nombre de turistes que acull el municipi, s'ha realitzat un estudi que es presenta en l'apartat 5 sobre el Disseny de la Xarxa, p. 17.

D'altra banda, també cal tenir present que el municipi de Begur està ubicat en una zona geogràfica complexa. Aquest fet comporta de manera implícita una dificultat per a la implantació de la solució. Per demostrar-ho, s'ha fet un estudi sobre el terreny que es troba explicat a l'apartat 4 (Escenari del projecte), p. 14.

El projecte donarà principalment cobertura al nucli, a les platges principals (Sa Riera i Sa Tuna) i a la població d'Esclanyà i el Polígon Industrial d'Esclanyà.

La solució que es proposarà es basarà en un centre de dades (CPD) que farà d'enllaç troncal de les comunicacions i que s'ubicarà a l'Ajuntament. També es faran servir enllaços punt a punt (PtP) i punt – multipunt (PmP), amb tecnologia sense fils *WiMAX* per connectar les entitats i el nucli. A més, es donarà cobertura *WiFi* a les platges i zones on hi ha major nombre d'usuaris.

1.3. Participants

Els participants en el projecte seran l'Ajuntament de Begur com a contractant i DavFerSi Solucions Telemàtiques SL com a contractat.

1.4. Usos i serveis

Serveis:

- Accés a Internet a tots els carrers, places, parcs i altres.
- Accés a Internet a l'escola Dr. Arruga.
- Accés a Internet a tots els serveis municipals, la biblioteca, el consistori, el CAP, la comissaria, etc.
- Accés limitat a Internet per als turistes i visitants del municipi.
- Accés limitat a Internet a les llars.
- Es facilitarà un ample de banda mínim per oferir un servei de qualitat i un de màxim per tal de no saturar la xarxa amb possibles descàrregues de xarxes P2P. Els serveis municipals abans esmentats també tindran més ample de banda.

Usos:

- Control d'accessos a la població, aparcaments de pagament per mitjà de terminals connectats a la xarxa *WiFi*.
- Vídeo - vigilància de punts molt concorreguts i seguretat preventiva a les platges, evitant en tot cas una violació de la privacitat i intimitat de les persones.

- Gestió i comunicació d'incidències a Protecció Civil.
- Gestió eficient de l'energia *Smart Energy Grid*¹ i apropament al concepte de *SmartCity*². En relació al concepte de ciutat intel·ligent es poden obtenir molts usos aprofitant la xarxa telemàtica integral. N'esmentaré només alguns exemples:
 - o Aplicació per *Smartphones*³ amb les dades importants del municipi com la previsió meteorològica, l'agenda cultural i els esdeveniments de tot tipus que siguin d'interès.
 - o Gestió des del telèfon mòbil de la plaça d'aparcament. Atès que a les poblacions costaneres, els aparcaments són de l'anomenada zona blava, es podria veure el temps que resta per treure el cotxe o fins i tot tornar a pagar telemàticament més temps sense moure's de la platja.
 - o Reserves en restaurants.
 - o Lloguer de bicicletes per moure's pel municipi i per poder aprofitar els camins de ronda.
 - o Connexió a Internet per mitjà de *Smartphones*, *Smarttablets*, ordinadors portàtils i altres.

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid

² http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city

³ <http://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone>

2. Estudi de viabilitat

Per determinar la viabilitat del projecte, cal, doncs, una aproximació des de diversos punts: la viabilitat ambiental, la geogràfica, la legislativa de les comunicacions i l'econòmica.

2.1. Ambiental

Per la part ambiental, es treballarà tenint en compte les recomanacions del Decret 114/1988⁴, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental, i la Llei 12/2006⁵, de 27 de juliol, de mesures en matèria de medi ambient.

2.2. Geogràfica

Cal fer un estudi en profunditat de l'orografia del terreny per poder aconseguir el propòsit del projecte, és a dir, arribar integralment a tot el municipi. Per aquest punt, es treballarà amb programari SIG⁶ i amb cartografia molt precisa. També comptarem amb altres eines, com el web www.icc.cat, i l'assessorament puntual d'una geògrafa especialitzada en sistemes SIG.

2.3. Legislatives de les telecomunicacions

Cal revisar les normatives, directives i regulacions relacionades amb les telecomunicacions que trobarem a la Llei 32/2003⁷, del 3 de novembre, general de telecomunicacions.

2.4. Econòmica

En la conjuntura econòmica que vivim, es buscarà el màxim equilibri per poder oferir un servei de qualitat amb un cost econòmic raonable.

Es podria valorar la possibilitat de fer pagar el servei ofert a un preu raonable. Es podrien buscar diferents fórmules, com ara cobrar un cost mensual als veïns per un determinat servei.

⁴ http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/decrets/decret_114_1988.htm

⁵ <http://www.gencat.cat/diari/4690/06206075.htm>

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system

⁷ <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20253>

3. Definició de requeriments

3.1. Normativa legal vigent

La [Llei 32/2003, del 3 de novembre, general de telecomunicaciones](#)⁸, que estableix les prestacions del servei de telecomunicacions, és el marc legal del projecte.

Aquesta Llei és la norma que regula el sector de les telecomunicacions, com a títol competencial exclusiu de l'Estat a l'empara de l'article 149.1.21 CE⁹.

En aquest sentit, tant la Llei com els reglaments que la desenvolupen, fixen el marc normatiu al qual ens haurem de remetre per a la consecució de les xarxes municipals sense fils, que resten sotmeses als criteris del regulador, la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT).

Respecte als aspectes tècnics i reguladors de l'espectre radioelèctric de la xarxa sense fils, cal referir-se al Reial decret 863/2008¹⁰. Aquesta norma estableix els procediments i requisits per sol·licitar l'ús del domini públic radioelèctric i per a l'autorització de les instal·lacions de les infraestructures corresponents a aquest ús, com serien les estacions i antenes de radiocomunicació. En relació amb aquest tema, els usos de les bandes, subbandes, canals i freqüències de l'espectre radioelèctric els fixa el *Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias* (CNAF) i s'han d'interpretar d'acord amb les *Notas de Utilización Nacional* (Notas UN) per l'ús en territori espanyol.

Quant al desenvolupament de la xarxa sense fils, un dels punts de l'èxit de les tecnologies sense fils utilitzades pel sector públic rau en el fet que les tecnologies emprades utilitzen les bandes de l'espectre radioelèctric que en permeten un "ús comú". Això fa que qualsevol entitat jurídica o persona física pugui utilitzar lliurement les freqüències designades reglamentàriament com d'ús comú. No obstant això, aquest ús comú no està exempt d'obligacions, atès que s'hauran de respectar uns criteris tècnics i de serveis establerts per a cada freqüència mitjançant les Notas UN, per més informació vg. Apartat 3.2 Espectre Radioelèctric, p. 13 .

⁸ <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20253>

⁹ <http://www.boe.es/boe/dias/1996/12/17/pdfs/T00046-00050.pdf>

¹⁰ <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-9855>

Xarxes en règim d'autoprestació

El règim d'autoprestació es caracteritza com un règim exempt de les obligacions d'obtenció de títols que habiliten per a l'accés als mercats d'explotació de xarxes i de prestació de serveis. És a dir, qui explota una xarxa i/o presta un servei de comunicacions electròniques en règim d'autoprestació, no està obligat a practicar la notificació fefaent a la CMT, a què es refereix l'article 6.2 de la Llei 32/2003.

Xarxes públiques de comunicacions electròniques

Com hem indicat anteriorment, en cas que la xarxa estigui disponible *al públic en general*, parlem de xarxes públiques, cosa que implica que l'administració local intervé en el mercat com a operador amb l'objectiu d'explotar una xarxa pública de comunicacions electròniques i/o prestar un servei de comunicacions electròniques disponible al públic.

En aquest cas, l'Ajuntament s'haurà de constituir com a operador mitjançant la notificació a la CMT de l'article 6.2 de la Llei, i haurà de respectar les condicions de l'article 8.4 (principis de neutralitat, transparència i no discriminació i separació de comptes), així com les previsions generals establertes en la Llei i el RD 424/2005¹¹.

Cal analitzar els supòsits que legalment es recullen i que comporten que l'administració local hagi d'assumir la condició d'operador de telecomunicacions.

3.2. Conclusions

Com a qüestió prèvia a la determinació de les activitats vinculades a l'explotació de la xarxa i a la prestació de serveis de telecomunicacions, cal que l'Ajuntament tingui en compte algunes qüestions relacionades amb l'entorn de mercat de la xarxa o del servei. La normativa de la Llei 32/2003 fa especial èmfasi en el dret de la competència. Hi ha 2 supòsits:

Zones sense competència

Les zones sense competència són àmbits on l'administració pot intervenir sense considerar inicialment els aspectes de la lliure competència, atès que cap operador privat hi està prestant els serveis. En aquests casos, cal reconèixer la competència municipal per

¹¹ <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-6970>

intervenir en tots aquells assumptes que són d'interès local (art. 25.3 LRBRL¹²) i que fonamenten el títol d'intervenció en la prestació del servei d'accés a Internet per a la població.

Zones amb competència

Les zones amb competència són aquelles zones on la intervenció de l'administració es produeix en concurrència amb altres operadors que proveeixen els serveis oferts per l'administració. En principi, en situacions de mercat amb competència, i per a la prestació de serveis d'accés a Internet, l'administració pública actuaria com un operador més, assegurant que no distorsiona la competència.

En el cas que el servei prestat a través de les xarxes sense fils no es pogués equiparar en contingut o qualitat amb un servei igual (el de l'ADSL, per exemple), es podria considerar que no hi ha una competència efectiva en l'àmbit del servei. Així es determina en la Resolució de 22 de febrer de 2007 (Ajuntament d'Anglès), quan la CMT fa una anàlisi dels serveis que presta la xarxa sense fils de titularitat municipal:

... La diferenciación del producto del Ayuntamiento respecto a la competencia se resume en:

- Una velocidad de navegación apreciablemente inferior.*
- Un precio significativamente más bajo, inferior incluso al que aplican el resto de operadores para el acceso a Internet por banda estrecha (RTC) cuya velocidad es de 64 Kb6.*
- El producto ADSL se paquetiza junto con las llamadas nacionales (ADSL + llamadas nacionales gratuitas). Por otra parte, el WiFi presenta una serie de características funcionales diferentes del ADSL como:*
 - El sistema puede fácilmente bloquearse por interferencias en la red.*
 - La capacidad del servicio está muy limitada por la distancia entre la antena receptora y los nodos y los sistemas de seguridad establecidos. Debe concluirse que la oferta de servicio presentada por el Ayuntamiento de Anglés resulta adecuada al ampliar la gama de servicios a disposición del público, no distorsiona la competencia y no puede considerarse una práctica de competencia desleal sino que constituye una oferta más, basada en una nueva infraestructura.*

Per tant, atès que al municipi de Begur hi ha cobertura d'operadors ADSL (com Movistar i Jazztel), oferirem un servei que NO afecti la competència, de manera semblant al que es va fer a l'Ajuntament d'Anglès. S'ha determinat que es proporcionarà un ample de banda de

¹² http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l7-1985.t2.html#a25

256 Kbps / usuari gratuït. D'altra banda, s'oferirà un servei amb més ample de banda sota pagament d'unes mensualitats i el cost de l'adquisició del maquinari (per conèixer aquest punt, vg. l'apartat 9 del Pla de negoci, p. 60).

3.2. Espectre Radioelèctric

L'ús a Espanya de les bandes ISM de freqüència utilitzades seran normes UN:

Taula 1. Notes UN

	UN-85	UN-128		UN-143
Banda	2400-2483,5 Mhz	5150-5350 Mhz	5470-5725 Mhz	5725-5875 Mhz
Potència	100mW PIRE	30-200mW *	Fins a 1W PIRE ¹³	Fins a 4W PIRE
Àmbit d'ús	Aplicacions interiors i exteriors de curt abast	Només aplicacions interiors	Aplicacions interiors i exteriors	Aplicacions exteriors de llarg abast. ECC (06)04 BFWA

Font: <http://www.minetur.gob.es/telecomunicaciones/espectro/cnaf/notasun2010.pdf>

Es farà servir la nota UN-143, banda 5,725 – 5,875 Ghz ja que ens permet arribar a zones més llunyanes i de difícil accés. A més, és de banda lliure i, per tant, no hi ha cap cost associat a cap llicència.

3.3. Legislació sobre sostenibilitat ambiental

Les eines fonamentals en l'avaluació de l'impacte ambiental a Catalunya per a projectes d'obres i instal·lacions són el Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació de l'impacte ambiental, i la Llei 12/2006¹⁴, de 27 de juliol, de mesures en matèria de medi ambient.

¹³ En funció de si hi ha control de potència TPC i/o selecció dinàmica de freqüència DFS.

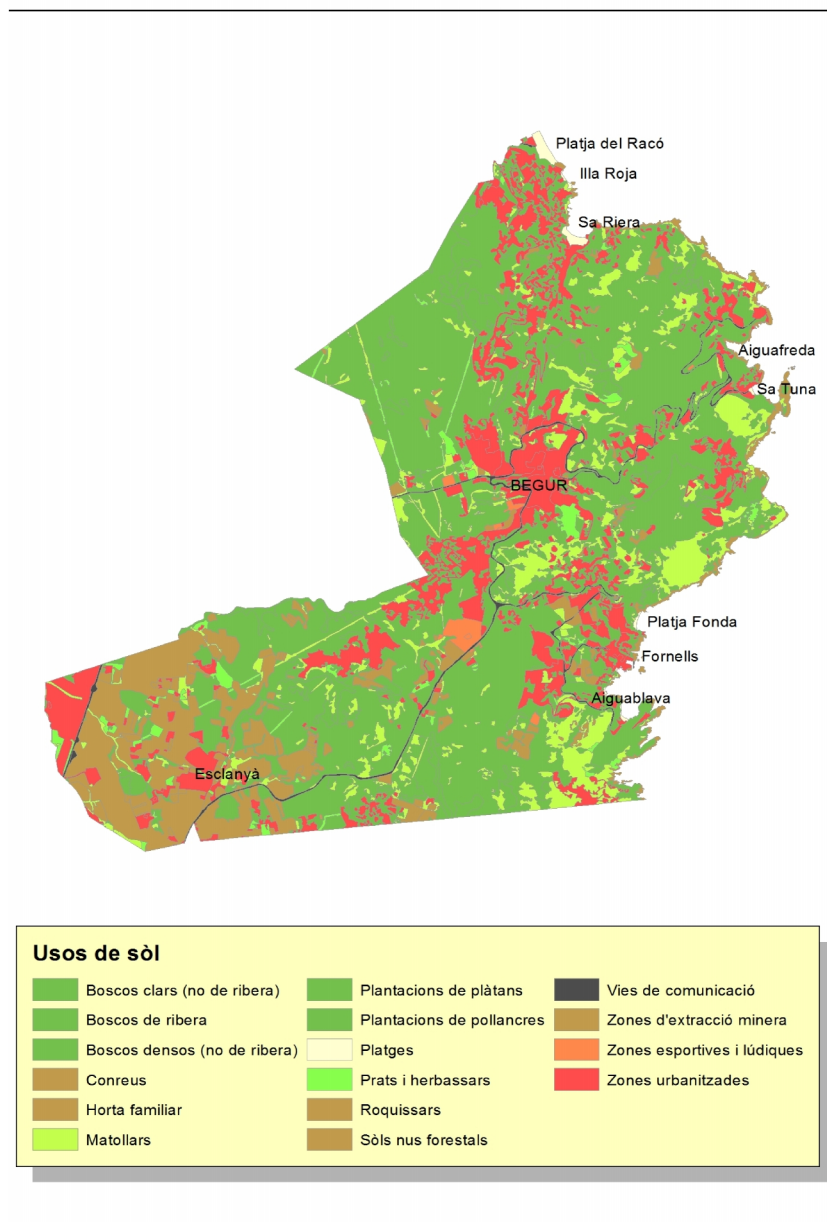
¹⁴ <http://www.gencat.cat/diari/4690/06206075.htm>

4. Escenari del projecte

Per determinar l'escenari del projecte partirem de la geografia del paisatge del municipi de Begur. Per fer-ho, s'ha realitzat un mapa topogràfic amb el paquet d'aplicacions SIG com Esri ArcGis¹⁵ amb l'extensió ArcMap i un estudi sobre el terreny amb eines GPS¹⁶.

ArcMap és útil per obtenir una visió del municipi en 2D amb una llegenda associada per determinar on són els habitatges, les platges, els equipaments, etc. En el mapa següent, cal destacar les zones vermelles que són les urbanitzacions i platges. A continuació es pot veure aquest mapa:

Imatge 2. Usos del sol realitzat amb ArcMap

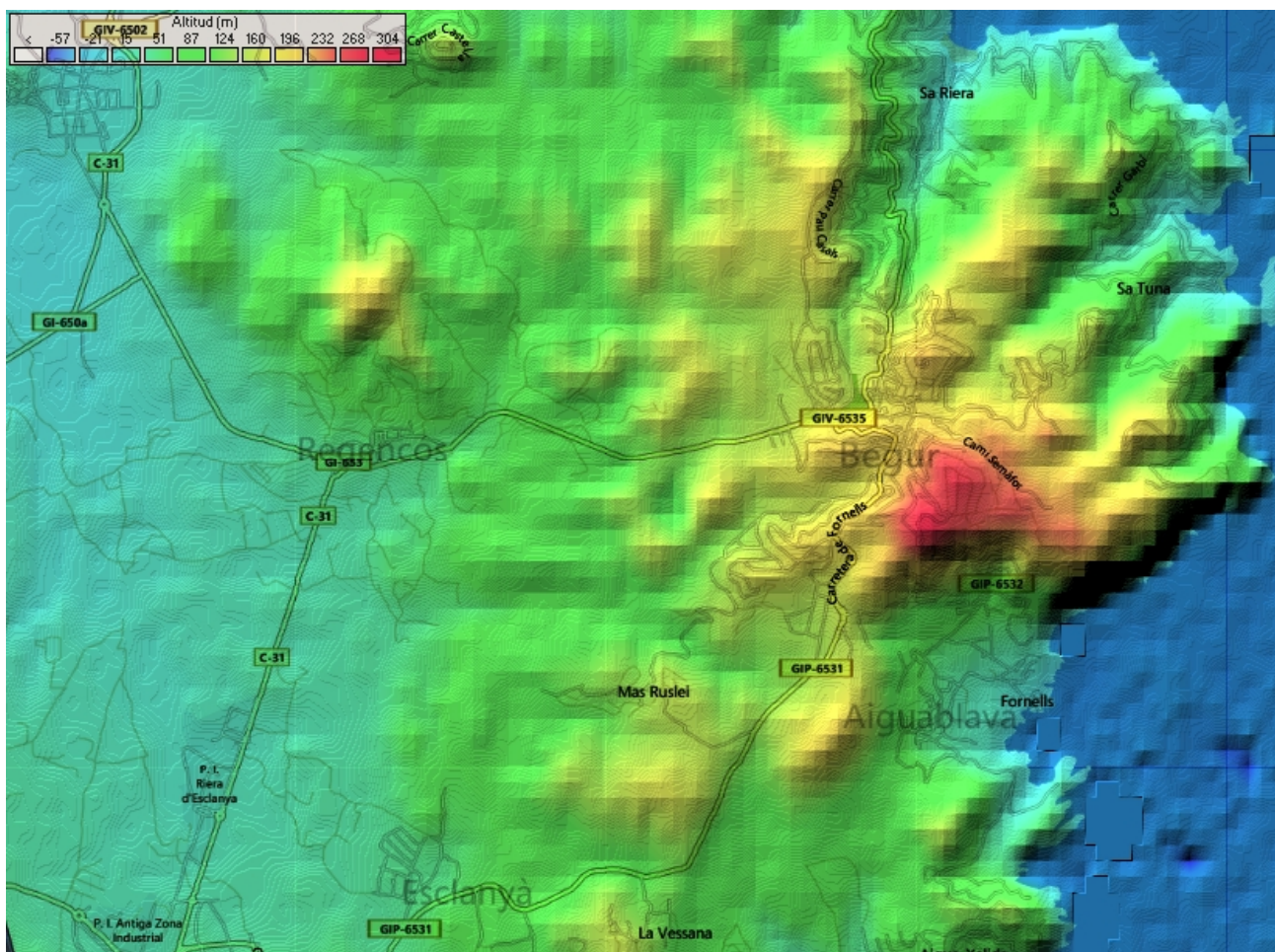


¹⁵ <http://www.esri.com/software/arcgis>

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

A partir d'un estudi sobre el terreny, s'han identificat una sèrie de dificultats en la implantació de la solució. A continuació s'ha fet resum d'alguns d'aquests problemes:

- El nucli de la població es troba situat a 200m sobre el nivell del mar, i delimita a l'oest amb un massís que arriba a uns 300m sobre el nivell del mar (100m més respecte al nucli).
- El punt més alt del municipi està ocupat per un castell. Aquest fet fa que no es pugui posar cap infraestructura que tingui un impacte visual negatiu.
- Hi ha zones on els habitatges estan molt dispersos i, en gran part, deshabitats durant l'època que no és estiu.
- Les urbanitzacions i les platges més importants del municipi es troben enmig de valls amb uns desnivells considerables. Això provoca una sèrie de dificultats per fer arribar el senyal.



Imatge 3. Topografia del terreny del municipi de Begur

Per tot això, es conclou que:

Atès que hi ha zones que es troben deshabitades la major part del temps i que el cost que suposaria fer una cobertura integral del municipi seria molt elevat, no es donarà cobertura

completa a tot el municipi sinó només a les zones més importants, com ara platges i urbanitzacions amb un alt índex d'habitatges i hotels amb un índex elevat d'usuaris potencials. Tanmateix, com que moltes zones tindran visió directe de les antenes WiMAX i, per tant, tindran cobertura, serà necessari un maquinari d'usuari adequat per obtenir accés a la xarxa, i per això es proposarà una sèrie d'equipaments d'ús domèstic. A d'altres zones on no es tingui visió directe, com a les platges, es donarà accés per mitjà de la xarxa WiFi.

Com que s'han localitzat 2 ubicacions on ja hi ha infraestructura de comunicacions per telefonia mòbil i televisió, s'aprofitarà aquesta instal·lació per a les antenes que donaran el servei que proposa aquest projecte, amb un estalvi de costos, atès que la infraestructura ja existeix.



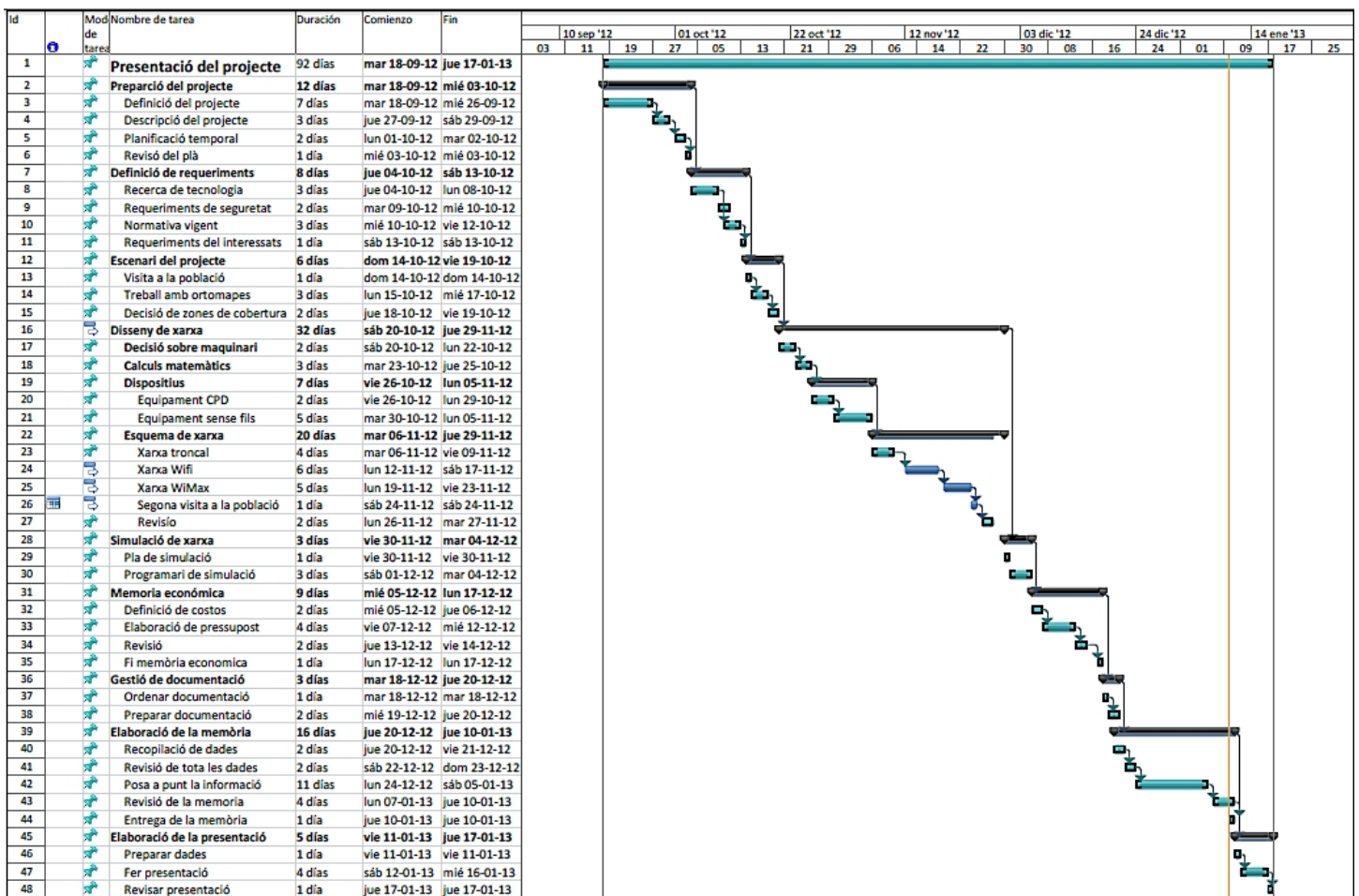
Imatge 5. Ubicació BS Sud
Coordenades: 41°56'53" 3°12'29"



Imatge 4. Ubicació BS Nord
Coordenades: 41° 57'44.6" 3°12'54.5"

4.1. Planificació i comentaris

Inicialment es va crear una planificació per tenir una visió general de les tasques a realitzar en el projecte. Un cop finalitzat s'ha vist que hi ha hagut forces desviacions de la planificació inicial, sobretot en el disseny de la xarxa (vg. tasca 16 del diagrama) que ha portat quasi be més de 40 dies i altre com la memòria econòmica (vg. tasca 39) que tan sols 4 dies, per posar un exemple. A continuació es mostra el diagrama de Gantt amb la planificació per tasques del projecte.



Imatge 6. Diagrama de Gantt

5. Disseny de xarxa

5.1. Ample de banda necessari

Per determinar el dimensionament de la xarxa necessitem fer una aproximació del nombre de persones que utilitzaran el servei. Primer calcularem el volum aproximat d'ús de la població i després el del turisme. Finalment extraurem la dada final per calcular l'ample de banda que necessitem.

A partir del «Informe de comportamiento del Usuario WiFi fuera de casa» (d'ara en endavant, ICUWFC), realitzat el 2012 per l'empresa GOWEX, es poden extreure una sèrie de conclusions sobre els usos i serveis de la xarxa WiFi.

Perfil de l'usuari d'una xarxa WiFi a través del *SmartPhone*:

Taula 2. Tant per cent edats

Grups d'edat	% d'ús
De 14 a 18 anys	4,7%
De 19 a 24 anys	11,6%
De 25 a 34 anys	48,9%
De 35 a 49 anys	30,9%
De 50 a 64 anys	3,3%
Més de 65 anys	0,6%

Dades locals del municipi de Begur

A partir de les dades que ens ofereix d'Institut d'Estadística de Catalunya (ICC), les franges d'edat de Begur amb data 2011 són les següents:

Taula 3. Població per edats

Grups d'edat 2011	Població
De 0 a 14 anys	575
De 15 a 64 anys	2.890
De 65 a 84 anys	674
De 85 anys i més	80
TOTAL	4.219

La franja d'edat d'entre 15 i 64 anys (de 2890 persones) es pot dividir en les subfranges de la Taula 1:

- Dels 19 a 24 anys (11,6% d'ús): representa unes 335 persones.
- Dels 25 a 34 anys (48,9% d'ús): representa unes 1413 persones.
- Dels 35 a 49 anys (30,9% d'ús): representa unes 893 persones.

Total: **2641 persones**

Per tant, hi ha unes 2641 persones potencials que poden connectar-se a la xarxa WiFi, dada que representa un 59% de la població de Begur.

Dades del turisme del municipi de Begur

Obtenir la informació del volum de turistes en el municipi de Begur és una tasca d'extraordinària complexitat, atès que ni les diverses fonts consultades¹⁷ ni les institucions¹⁸ relacionades amb l'àmbit del turisme i les pròpies del municipi no la tenen. És molt complicat determinar el nombre de turistes del municipi de Begur, perquè és un factor molt variable: no és el mateix, per exemple, una família de 4 persones que passen 15 dies al municipi, que una parella que només s'hi està un dia i no queda registrada enlloc. S'ha realitzat, doncs, una aproximació segons les dades extretes de l'Idescat, de l'Observatori de Turisme de la Generalitat i de l'informe "el Turisme en xifres 2010"¹⁹.

Estudi

Les places d'allotjament del municipi de Begur són:

- 872 places d'hotels (872 llits)
- 904 places de càmpings

La major aflluència de turistes és al més d'agost, tal com s'extreu de la següent taula:

Taula 4. Tant per cent aflluència de turistes

Mes	%
Gener	1,2
Febrer	2,4
Març	4,2
Abril	8,9
Maig	9,7
Juny	11,3
Juliol	17,9
Agost	19,9
Setembre	12,3
Octubre	7,5
Novembre	2,9
Desembre	2
	100

Com és normal, l'agost és el mes de major aflluència de turistes i, per tant, és el nostre pic de l'espectre total d'usuaris.

Total = 872 + 904 = **1776 places d'allotjament a Begur.**²⁰

¹⁷ Idescat <http://www.idescat.cat/>, INE <http://www.ine.es/jaxiBD/tabla.do>

¹⁸ Patronat de Turisme de la Costa Brava. <http://www.costabrava.org/es>
Insetur Universitat de Girona <https://www.udg.edu/tabid/17159/language/ca-ES/Default.aspx>

Oficina de Turisme de Begur. <http://www.begur.cat/turisme/cat/index.php>
¹⁹ http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_49953144_1.pdf

²⁰ No podem determinar l'edat dels turistes.

Conclusions

Total d'usuaris del municipi: $2641 + 1776 = 4417$ usuaris (com a màxim)

Com que l'ús de la xarxa segons l'informe GOWEX és del 10%, nosaltres aplicarem un 15% de percentatge per tal d'abastar més:

Ús de la xarxa $4417 \times 15\% = 662,5$

Com que per requisits legals hem de garantir uns 256kbps d'ample de banda per usuari, la capacitat de la xarxa serà: $662,5 \times 256 = 169.612,8$ Kbps arrodonim \rightarrow **170 Mbps**.

5.2. Tecnologies sense fils aplicables

Estàndard IEEE 802.11

La norma IEEE 802.11²¹ (*wireless area network*) va néixer el 1997 amb l'objectiu de definir un conjunt de protocols d'accés al medi (MAC) que treballin independentment de la capa física. L'estàndard se centra en els 2 nivells inferiors de la pila OSI (capa d'enllaç i capa física). L'arquitectura fa servir estacions amb funcions de punt d'accés i Malla (*Mesh*) per cobrir zones de difícil accés.

Taula 5. Extensions més conegudes de la 802.11

Estàndard	Banda	Velocitat	Tecnologia
802.11a	5,8 Ghz	54 Mbps	OFDM
802.11b	2,4 Ghz	11 Mbps	DSSS
802.11g	2,4 Ghz	54 Mbps	OFDM

Estàndard IEEE 802.16

La norma IEEE 802.16²² (*wireless metropolitan area networks*) es defineix com l'estàndard per a xarxes metropolitanas. Va néixer com una tecnologia de comunicacions sense fils de l'àrea metropolitana, amb gran ample de banda a llarga distància. L'estàndard es defineix també amb les 2 últimes capes de la pila OSI²³.

Taula 6. Extensions més conegudes de la 802.16

Estàndard	Banda	Velocitat	Tecnologia	Visió	Mobilitat
802.16	10-66 Ghz	32 a 134 Mbps	802.16 fa servir diferents modulacions en funció del <i>throughput</i> segons sigui necessari ²⁴	LOS	NO
802.16a	2-11 Ghz	6 a 54 Mbps		NLOS	NO
802.16e-2004	2-6 Ghz	20 a 300Mbps		NLOS	SI
802.16e-2009	2-6 Ghz	20 a 300Mbps		NLOS	SI

En el present projecte farem servir l'estàndard 802.16e-2004 per a la xarxa WiMAX i l'estàndard 802.11g per a la xarxa WiFi.

²¹ <http://www.ieee802.org/11/>

²² <http://www.ieee802.org/16/>

²³ http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

²⁴ Modulacions IEEE 802.16: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM.

5.3. Topologia de la xarxa

Per tant, farem servir 2 topologies de xarxa: PtP i PmP. La PmP ens servirà per donar servei a zones de difícil accés i cobrir la major part del territori. La PtP, per tenir l'enllaç troncal de la xarxa WiMAX. Finalment, també utilitzarem una xarxa de distribució WiFi en configuració malla i com a punt d'accés.

Com que les dues tecnologies (WiFi i WiMAX) treballen en freqüències molt diferents²⁵ no es produiran interferències entre si, però sí amb les zones de solapament de la mateixa tecnologia.

Per tant, pel que fa a la xarxa WiMAX:

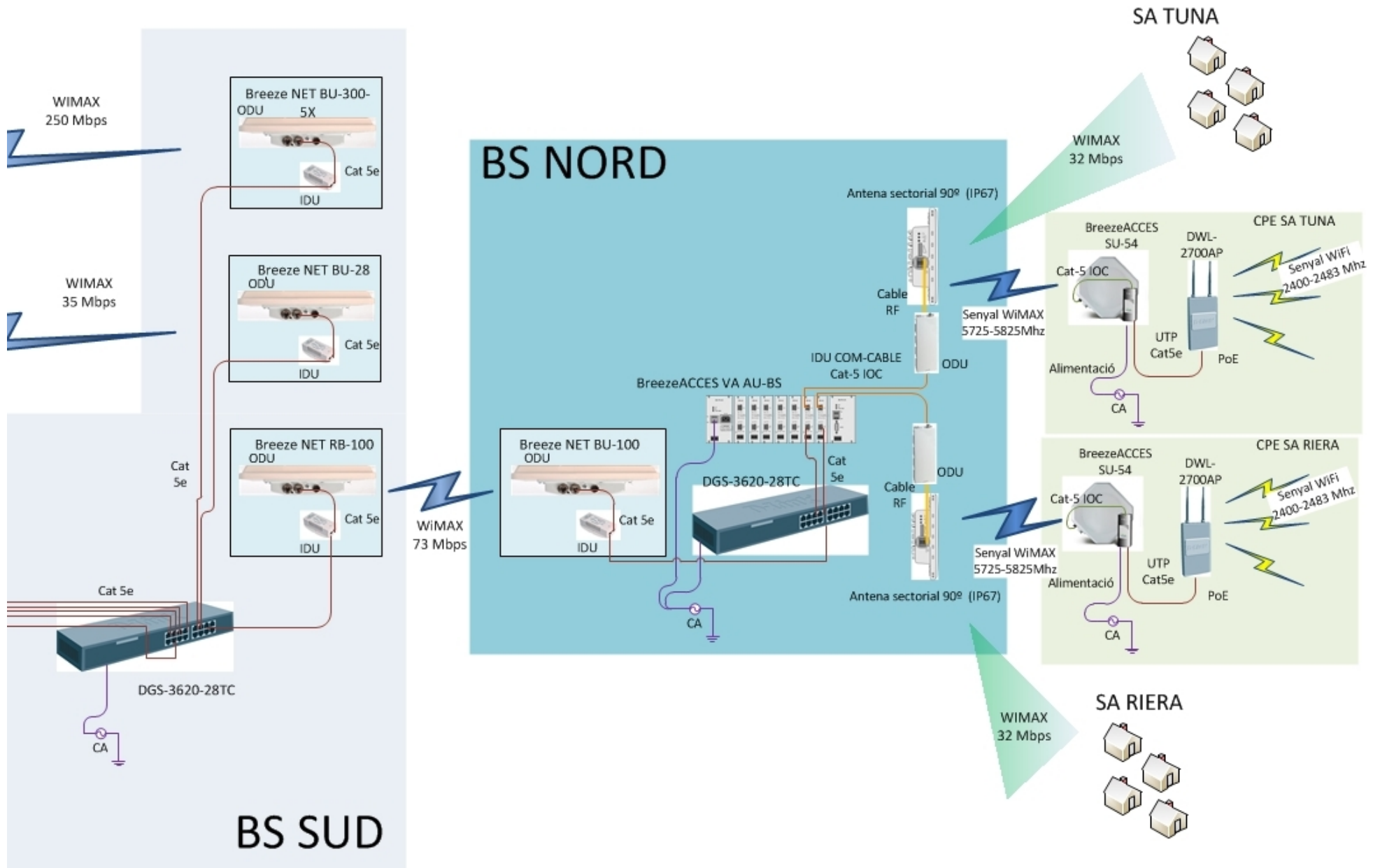
- Es reservaran uns canals fixos i concrets per als enllaços punt a punt per evitar, així, interferències entre els enllaços punt - multipunt. Aquests canals estaran reservats en exclusiva als enllaços PtP, per exemple als canals 1 i 6 de l'espectre WiMAX.
- Per evitar interferències entre les antenes de la mateixa estació, s'han creat sectors amb el mínim solapament possible, intentant evitar, així, que hi hagi zones sense cobertura (vg. la imatge 20). D'altra banda, el maquinari utilitzat permet fer una anàlisi d'espectre²⁶ (*Spectrum analyst*), que generarà una anàlisi del soroll dels canals i determinarà quins són plenament operatius (aquesta anàlisi es pot programar). Altrament, el selector automàtic de canal (*Automatic Channel Selection*)²⁷ permet triar el millor canal després de completar l'anàlisi d'espectre; i, si troba un canal amb molt de soroll, el desactivarà.
- Finalment, si és necessari, s'ajustarà la potència de les antenes perquè el rendiment / interferència sigui òptim.

Amb aquest disseny i aquestes eines evitem, en la mesura del possible, la interferència que pugui haver-hi. Per la xarxa WiFi, vg. l'apartat 5.8. (Disseny de la xarxa WiFi, p. 49).

A continuació es mostra el disseny esquemàtic de tota la xarxa:

²⁵ WiFi 2.4 Ghz i WiMAX 5.8 Ghz

²⁶ Font: Manual_Alvarion_breezeaccess_BreezeACCESS_VL_v6.0_091208_system_manual (p. 168-169).

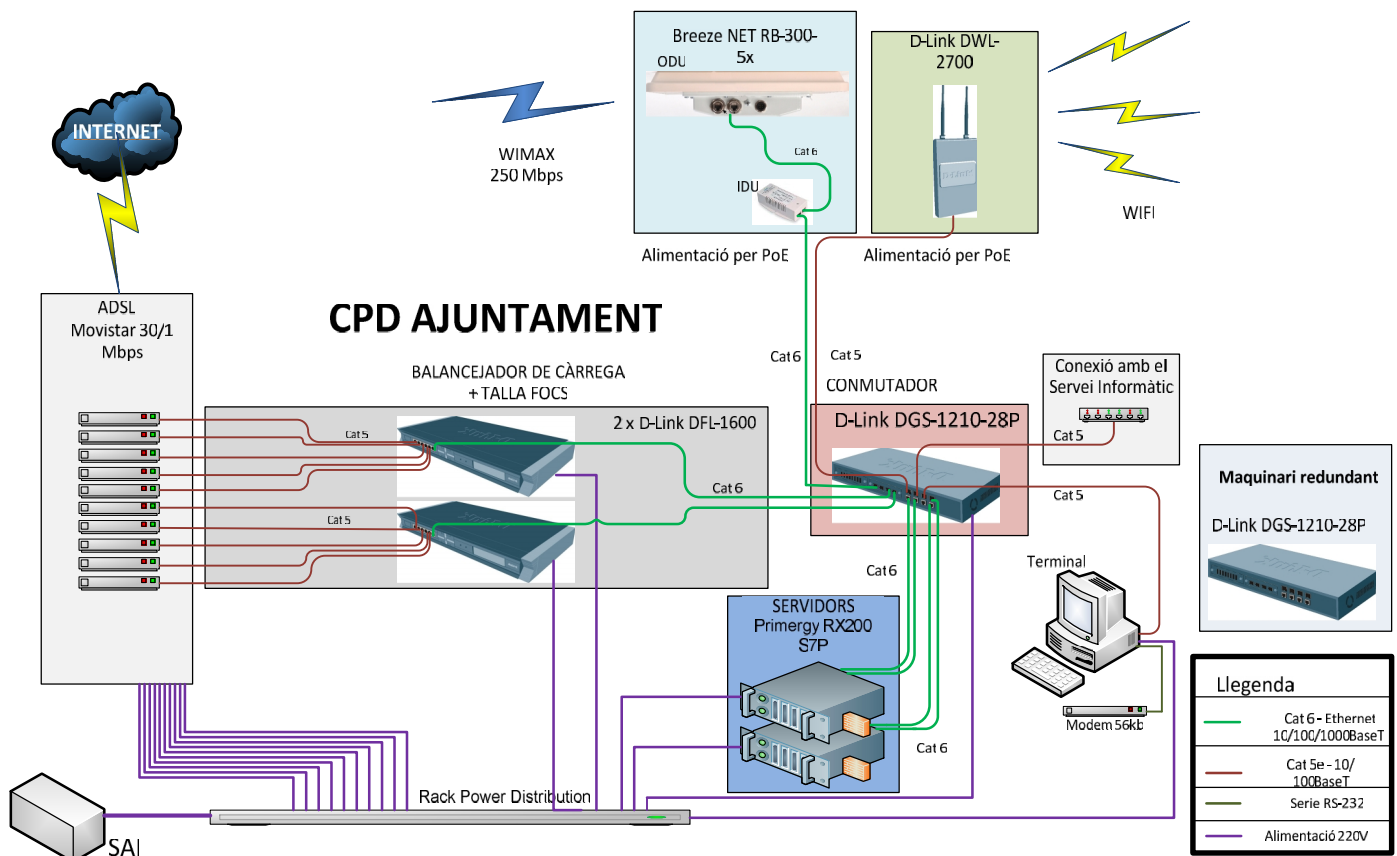


Imatge 7. Disseny de la xarxa telemàtica

5.4. Centra de processament de dades (CPD) Ajuntament

En aquest apartat es descriu el centre de processament de dades de la xarxa de telecomunicacions que estarà ubicat a l'edifici de l'Ajuntament de Begur, en el mateix Servei Informàtic que hi ha. Aquest lloc inclou tots els sistemes de processament de dades, seguretat i gestió de comunicacions, còpies de seguretat, etc. i és, en definitiva, el nucli tecnològic. El Servei Informàtic haurà de proveir el sistema de còpies de seguretat i el sistema d'alimentació ininterrompuda.

L'objectiu principal del CPD és mantenir el servei les 24 hores els 365 dies de l'any ininterrompudament. Per tant, s'aplicaran mesures de seguretat tant a nivell lògic com físic. En aquest sentit, el Servei Informàtic ha de tenir un pla de seguretat informàtic. A continuació es mostra l'esquema d'instal·lació del sistema proposat.



Imatge 8. Disseny del CPD

Aspectes importants del CPD Ajuntament

Els proveïdors d'Internet s'expliquen en el següent apartat; la resta de sistemes s'expliquen a continuació.

El tallafoc D-Link DFL-1600 té una doble funcionalitat, com a balancejador de càrrega i com a tallafoc. L'avantatge principal d'aquest maquinari són els seus 6 ports GbE totalment configurables. Aquesta versatilitat permet configurar 1 port per a l'enllaç LAN i 5 ports per a l'enllaç WAN. Com que en tenim 2, la suma total serà de 10 ports WAN i 2 LAN. Aquest fet també permet tenir una redundància.

Característiques principals:

- 6 ports GbE configurables per LAN, WAN i DMZ.
- *Throughput* fins a 1200 Mbps.
- Extensió de patrons i firmes IPS per 12 mesos renovable.²⁸



Imatge 9. D-Link DFL-1600

El commutador serà el D-Link DGS-1210-28P amb les següents característiques:

- 24 ports 10/100/1000 Mbps
- Capacitat de commutació 54 Gbps.
- Capacitat PoE, VLAN, etc.
- Gestionable amb prioritat per port.



Imatge 10. D-Link DGS-1210-28P

Es disposarà d'una segona unitat per redundància.

El servidor serà un Fujitsu PRIMERGY RX200 S7P, amb les següents característiques:

- Bastidor 1U
- CPU Intel Xeon E5-2650 2 Ghz / Chipset C202 / Mainboard D3034
- 8GB (1x8GB) 2Rx4 L DDR3-1333 R ECC
- 2 x Powes Supply Module 450W gold hp
- 2 x Gbit/s Ethernet + 1 dedicada per gestió/manteniment
- Controladora RAID 0/1 integrada
- 2 x HD SATA 6G 250GB 7.2K Hot Plug 2.5" BC

²⁸ DFL1600IPS12-12 Meses de Actualización de IPS para Firewalls Netdefend DFL-1600 (ZoneDefense).

Hi haurà 2 servidors, un de principal i operatiu, i un altre de recanvi. El servidor tindrà diverses funcionalitats:

- DNS, DHCP, WEB
- Proxy i Radius.

El programari del servidor s'explicarà en l'apartat corresponent.



Imatge 11. Fujitsu PRIMERGY RX200 S7P

El centre es proveirà d'un terminal de gestió, que pot ser qualsevol ordinador; en aquest cas s'ha proposat un HP 600B Microtorre amb una pantalla Samsung.

Tot el sistema proposat haurà d'estar connectat al Servei Informàtic de l'Ajuntament. La gestió de còpies de seguretat i el sistema d'alimentació queda en mans del Servei.

El maquinari relacionat amb la xarxa WiMAX i la xarxa WiFi es detalla en l'apartat corresponent.

5.5. Proveïdors d'Internet

S'ha intentat obtenir informació sobre el proveïdor de dades del qual disposa actualment l'Ajuntament de Begur, però no ha estat possible. Altrament, s'ha intentat conèixer les diferents opcions amb els proveïdors Movistar, Jazztel i Vodafone, que tenen cobertura ADSL dins l'Ajuntament; però només s'ha obtingut informació sobre les ofertes comercials ja conegudes. Per tant, s'ha fet un petit estudi per donar solució a aquest apartat. En tot cas, es deixa a mans de l'Ajuntament la contractació o ampliació, si s'escau, del seu servei actual de dades.

Per aconseguir l'ample de banda que es pretén oferir s'ha determinat la següent configuració

- 10 x línies ADSL Movistar Empresa 30Mbps/1Mbps que permetrà obtenir 300 Mbps de baixada i 10Mbps de pujada.

Per tant, es compleix extensivament amb el requisit d'oferir 170 Mbps. La diferència entre els 300Mbps i els 170 Mbps ens permetrà oferir un servei de dades en diferents

modalitats: 1, 2, 4 o 6 Mbps a qui ho desitgi a més que el sistema serà escalable. Les diferents opcions de pagament pel servei que pretén donar aquest projecte estan especificades en l'apartat 9 (Pla de negoci).

5.6. Equipament WiMAX i WiFi

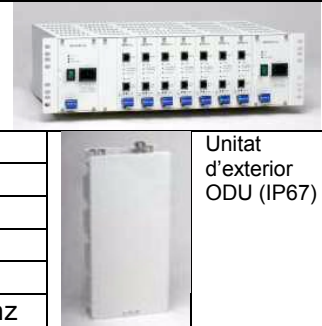
Es disposarà del programari AlvariSTAR que és un Sistema de Gestió de Xarxa (NMS) Carrier Class per xarxes sense fils.

Estació base Punt – multipunt WIMAX (BS)

L'estació base està formada pel mòdul BS-SH on es poden connectar les unitats que aniran a l'exterior.

Taula 7. Detall BreezeACCES VL-BS

Característiques	Valors	
Marca	Alvarion	
Model	Alvarion BreezeACCES VL AU-BS rev C	
Equipament	L'estació base està basada en un BS-SH 3u xassís amb 8 eslots BS-AU	
Núm. subscripcions	+ 512	
Unitats externes	Unitats AU-E-ODU	
Estàndard	IEEE 802.16	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Mode operatiu	TDD	
Canals	5,10,20 Mhz	Farem servir 10 Mhz
Freqüència operativa	5725 ~ 5875 MHz	
Potència màxima sortida	21 dBm	
LAN	802.3 Ethernet 10/100 BaseT (RJ45)	
Màxim <i>throughput</i>	192 Mbps – 32Mbps x 6 sectors	




Les unitats AU-E-ODU contenen el processament i els mòduls de ràdio, i és on es connecta l'antena externa.

Antenes estacions base WIMAX

Es faran servir els 2 tipus d'antenes següents; cada antena és un sector amb un angle.

Taula 8. Model antenes

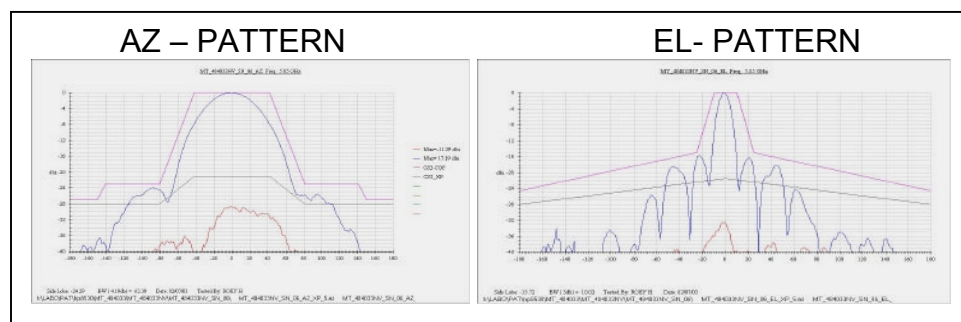
Model antena AU (estació base)	Banda (Mhz)	Angle de feix horitzontal (polarització vertical)	Guany (dBi)
AU-Ant-5G-16-60	5150-5875	60°AZ x 6°EL	17 ²⁹
AU-Ant-5G-17-90		90°AZ x 6°EL	17



²⁹ Per freqüència 5.8 l'antena AU-Ant-5G-16-60 té un guany de 17 dBi.

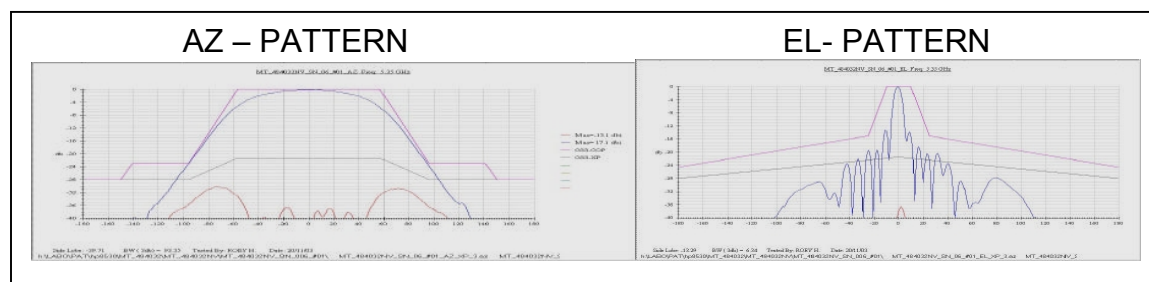
A continuació es mostren els patrons de les antenes:

AU-Ant-5G-16-60: 16 dBi typical, 5.150-5.875 GHz, 60° AZ x 10° EL sector antenna, vertical polarization, compliant with ETSI EN 302 326-3 V1.2.1 (2007-01)



Imatge 12. Patró antena 60°

AU-Ant-5G-17-90: 17 dBi typical, 5.150-5.875 GHz, 90° AZ x 6° EL sector antenna, vertical polarization, compliant with ETSI EN 302 326-3 V1.2.1 (2007-01)



Imatge 13. Patró antena 90°

Estacions subscriptores WIMAX (CPE):

Els CPE's rebran el senyal dels sectors corresponents.

Taula 9. Detall de BreezeACCES VL SU-54-BD

Característiques	Valors	
Marca	Alvarion	
Model	BreezeACCES VL unit SU-54-BD	
Unitats externes	SU-A-ODU antena integrada	
Estàndard	IEEE 802.16	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Freqüència operativa	5725 ~ 5875 MHz	
Potència màxima de sortida	21 dBm	
Guany	20 dBi	
Vertical/Horitzontal	14°AZ x 14° EL polarització vertical	
LAN	10/100BaseT Ethernet (RJ-45)	

Sensibilitats per nivell de modulació i ample de banda relacionat.

Taula 10. Valors de sensibilitat SU-54-BD

Nivell de modulació	Sensibilitat (rev B o +)	Enllaç baixada en Mbps	Enllaç pujada en Mbps	Agregat en Mbps	Mínim SNR en dB
1	-89 dBm	4.8	4.7	4.8	6
2	-88 dBm	7.1	6.7	7	7
3	-86 dBm	9.4	8.9	9.3	9
4	-84 dBm	13.7	12.4	13.1	11
5	-81 dBm	17.7	15.8	16.9	14
6	-77 dBm	24.7	21	22.8	18
7	-73 dBm	28.9	25.1	29	22
8	-71 dBm	30.1	26.4	32	23

Taula en Mbps pel SU-54, canal 20 Mhz. Elaboració pròpia a partir de les taules 1-8 Radio specification (p. 21) i taula F-2. Expected Throughput (p. 276) del manual de sistema del BreezeACCES VL v6.0_091208

Per obtenir un ús eficient de l'enllaç es configuraran els equipaments WiMAX amb "Adaptive Modulation algorithm". Es canvia el nivell de modulació dinàmicament segons les condicions de l'enllaç.

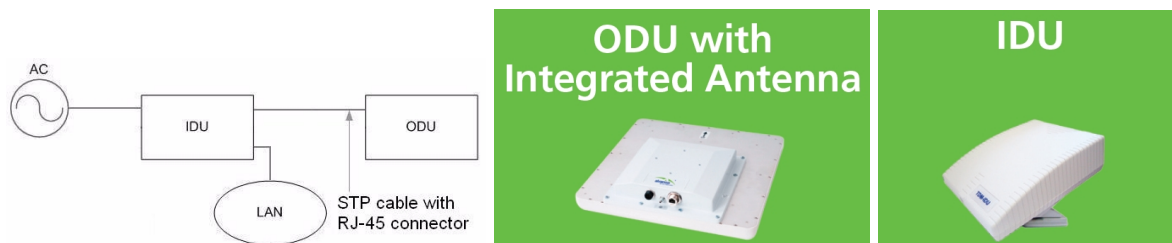
Taula 11. MIR BreezeACCES SU-54-BD

MIR³⁰ uplink	128 – 53.888 (Kbps)
MIR³¹ downlink	128 – 53.888 (Kbps)

Adaptació de la taula 4-23 (p. 224) del manual de sistema del BreezeACCES VL v6.0_091208

Estacions Punt a Punt WiMAX

Aquestes estacions tenen 2 elements totalment iguals que poden funcionar, segons la configuració, com a BU (unitat base) i com a RB (unitat pont). Un a cada extrem. Cada element té 2 unitats IDO (unitat d'interior) i ODU (unitat d'exterior).

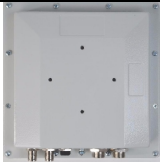
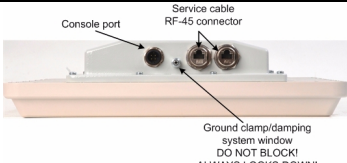
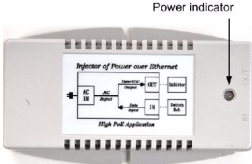
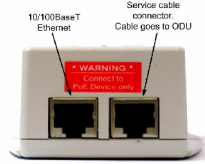


Imatge 14. Equipament ODU IDU

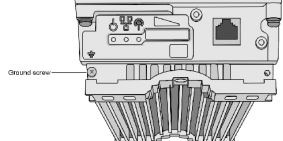
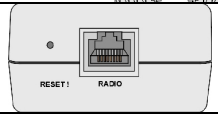
³⁰ Estableix la taxa d'informació màxima de l'enllaç ascendent des de la AU a la SU.

³¹ Estableix la taxa d'informació màxima de l'enllaç descendent des de la SU a la AU.

Taula 12. Detall de BreezeNET B300-5X

Característiques	Valors	
Marca	Alvarion	
Model	BreezeNET BU/RB-B300-5X BNB 300	
ODU	 BU/RB-B300D-5X Top View	 BU/RB-B300-5X Front Panel
IDU	 IDU-BS Top View	 IDU-BS Front Panel
Estàndard	IEEE 802.16	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Mode operatiu	TDD	
Canals	5,10,20 i 40 Mhz	Farem servir 40Mhz ³²
Freqüència operativa	4910 ~ 5875 MHz	
Potència màxima sortida	18 dBm	
Guany antena	2 x 22 dBi	
Vertical/Horitzontal	10.5° AZ x 10.5° EL // polarització vertical	
LAN	802.3 Ethernet 10/100 BaseT (RJ45)	
Màxim throughput	250 Mbps	

Taula 13. Detall de BreezeNET B100

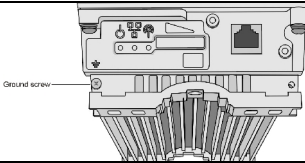
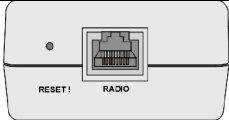
Característiques	Valors	
Marca	Alvarion	
Model	BreezeNET BU/RB-B100 rev. C	
ODU	5Ghz ODU antenna (Antena integrada)	
IDU	IDU PS1073	
Estàndard	IEEE 802.16	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Mode operatiu	TDD	
Canals	10,20 i 40 Mhz	Farem servir 40Mhz ³³
Freqüència operativa	5155 ~ 5875 MHz // 2400 ~ 2483 MHz	
Potència màxima sortida	18 dBm	
Guany antena	21 dBi	
Vertical/Horitzontal	10.5°AZ x 10.5° EL // polarització vertical	
LAN	802.3 Ethernet 10/100 BaseT (RJ45)	
Màxim throughput	73 Mbps (FTP: 70 Mbps pujada / 70 Mbps baixada)	

³² Per obtenir el màxim ample de banda de 300.000 kbit/s, vg.:

215739_BNB130_BNB300_GigE_Operational_User_Manual_Ver1.3_100730.pdf SW 1.3

³³ Fent servir el mode "Turbo mode", vg. Manual_Alvarion_BreezeNET_B.pdf SW Version 4.5

Taula 14. Detall de BreezeNET B28

Característiques	Valors	
Marca	Alvarion	
Model	BreezeNET BU/RB-B28	
ODU	5Ghz ODU antenna (Antena integrada)	
IDU	IDU PS1073	
Estàndard	IEEE 802.16	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Mode operatiu	TDD	
Canals	10,20 i 40 Mhz	Farem servir 40Mhz – Turbo mode
Freqüència operativa	5155 ~ 5875 MHz // 2400 ~ 2483 MHz	
Potència màxima sortida	18 dBm	
Guany antena	21 dBi	
Vertical/Horitzontal	10.5°AZ x 10.5° EL // polarització vertical	
LAN	802.3 Ethernet 10/100 BaseT (RJ45)	
Màxim throughput	35 Mbps (FTP: 20 Mbps pujada / 20 Mbps baixada)	
Opcions	Upgrade B100	

Sensibilitats per nivell de modulació.

Taula 15. Valors de sensibilitat B100 i B28

Nivell de modulació	Sensibilitat (rev C)	Mínim SNR en dB
1	-89 dBm	6
2	-88 dBm	7
3	-86 dBm	9
4	-84 dBm	11
5	-81 dBm	14
6	-77 dBm	18
7	-73 dBm	22
8	-71 dBm	23

Adaptació de la taula 1-3 Radio Specifications (p. 7) del manual de sistema del BreezeNET v4.5

MIR B100.

Taula 16. MIR de BreezeNET B100

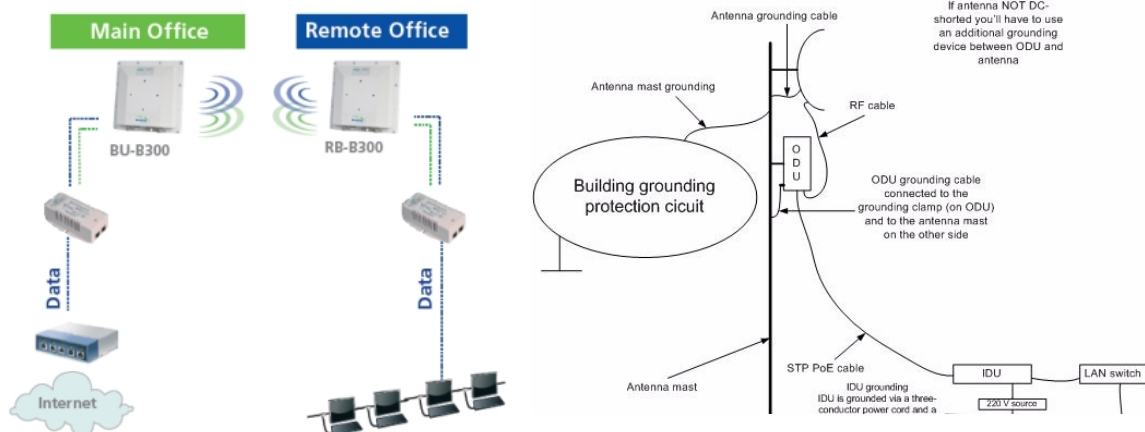
MIR³⁴ uplink	128 – 107904 (Kbps)
MIR³⁵ downlink	128 – 107904 (Kbps)

Adaptació de la taula E.1.7 (p. 168) del manual de sistema del BreezeNET v4.5

³⁴ Estableix la taxa d'informació màxima de l'enllaç ascendent des de la RB a la BU.

³⁵ Estableix la taxa d'informació màxima de l'enllaç descendent des de la BU a la RB.

Deployment Scenario for Ethernet Services



Imatge 15. Escenari i Esquema d'instal·lació d'antenes PtP

Estació repetidora WiMAX

Taula 17. Detall de ARBA-RPT-50

Característiques	Valors
Marca	Albentia
Model	ARBA-RPT-50: WiMAX Repeater
Estàndard	IEEE 802.16
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM
Mode operatiu	TDD
Canals	1.75, 3.5, 7 i 10Mhz Farem servir 10 Mhz
Freqüència operativa	5470-5725 MHz (ETSI) // 5725-5875 MHz (FCC).
Potència màxima sortida	24 dBm
Guany antena	23 dBi
LAN	802.3 Ethernet 10/100 BaseT (RJ45)
Màxim throughput	37.7 Mbps
Antena repetidora	Connector Femella N



Panel Hyperlink 17 dBi, 25°, 5.8 Ghz. Connector femella integrat.

Sensibilitats per nivell de modulació de l'estació repetidora.

Imatge 16. Antena tipus panell

Taula 18. Sensibilitats per modulació ARBA-RPT-50

Nivell de modulació	Sensibilitat (rev C)
1 - BPSK-1/2	-90 dBm
2 - QPSK-1/2	-87 dBm
3 - QPSK-3/4	-84.5 dBm
4 - 6QAM-1/2	-81.5 dBm
5 - 6QAM-3/4	-78 dBm
6 - 64QAM-2/3	-74 dBm
7 - 64QAM-3/4	-72 dBm

Adaptació de la taula de les especificacions ARBA-RPT-50

Commutador WiMAX

Aquest commutador te la funció de gestionar, commutar i segmentar tot el trànsit dels equipaments de la BS Sud i de la BS Nord. El model escollit és un D-Link DGS-3620-28TC. Característiques:

- 24 ports 10/100/1000 Base-T ports + 4 ports combo + 4 10-Gigabit SPF
- Capacitat fins a 128 Gbps
- Gestionable Capa 3

Punts d'accés WiFi

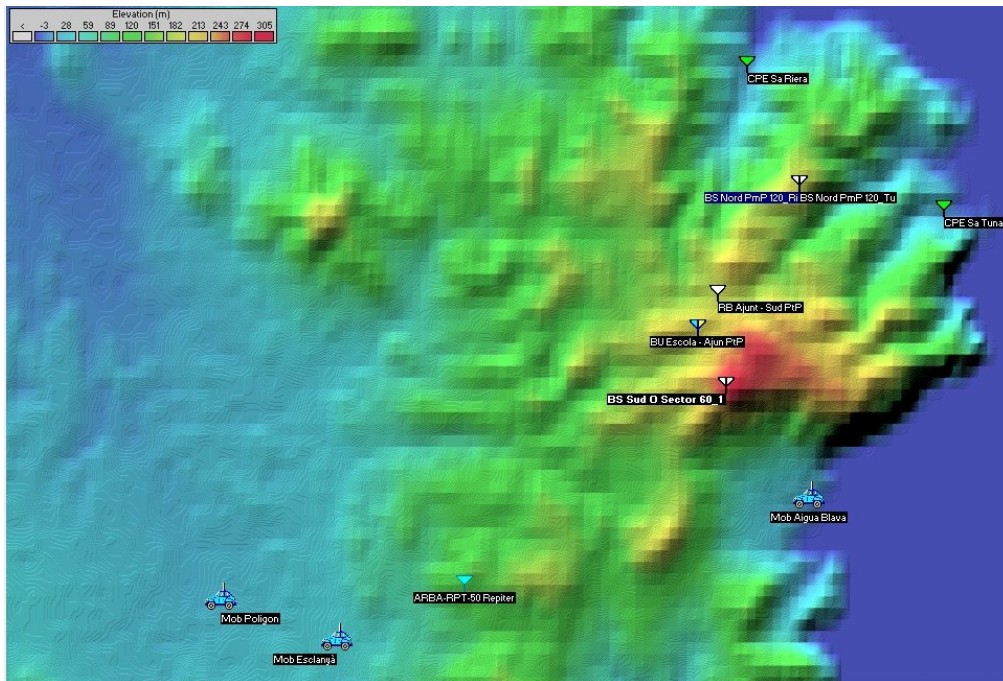
Taula 19. Detall DWL-2700AP

Característiques	Valors	
Marca	D-Link	
Model	DWL-2700AP	
Estàndard	2.4GHz OFDM (IEEE 802.11g)	
Modulació	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, i OFDM	
Freqüència operativa	2400 ~ 2497MHz ISM banda	
Núm. de canals	13 a Europa	
Data Rate	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 i 6Mbps	
Media Access Protocol	CSMA/CA amb ACK	
Potència de sortida màxima	Típic 23dBm a 6~54 Mbps	
Rang operatiu Wifi	Outdoor: + 112 m → 54Mbps + 250 m → 18Mbps + 500 m → 6Mbps	Indoor: + 30 m → 54Mbps + 34 m → 48Mbps + 56 m → 18Mbps + 66 m → 12Mbps + 79 m → 9Mbps + 99 m → 6Mbps
Sensibilitat del receptor	54 Mbps → -68 dBm 48 Mbps → -69dBm 36 Mbps → -73dBm 24 Mbps → -77dBm 18 Mbps → -80dBm 12 Mbps → -82dBm 9 Mbps → -84 dBm 6 Mbps → -85 dBm	
Dissenyat per suportar condicions meteorològiques adverses.		
Una 10/100BASE-T LAN port.		
WPA-PSK, WPA-EAP, WPA2-PSK, TKIP, AES support	802.1x Authentication, MAC @ Filtering	
802.1Q VLAN Tagging		

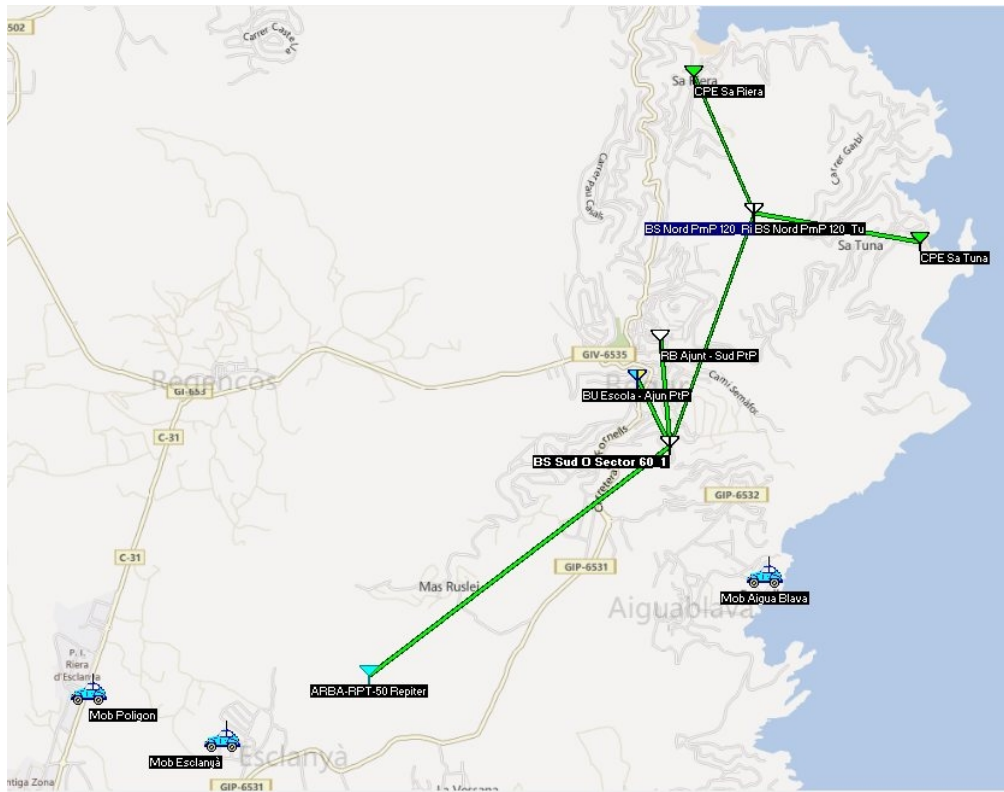


5.7. Disseny de la xarxa WiMAX

Un cop escollits els equips, s'ha dissenyat la xarxa WiMAX. Tal com s'ha explicat en l'apartat 4 (Escenari del projecte), s'ha pogut observar l'alta dificultat que té, per motius topogràfics, implementar aquesta xarxa en el municipi de Begur. Els punts principals de la xarxa es mostren a les imatges 17 i 18.



Imatge 17. Estacions base PmP, PtP i subscriptores WiMAX. Amb alçades.



Imatge 18. Els radioenllaços entre les BS Sud i Nord. Amb mapa de camins i urbanitzacions.

La xarxa WiMAX està composta per sistemes tant PmP com PtP, i per un repetidor, que es descriuen a continuació:

Pel que fa als sistemes WiMAX PmP, s'han situat 2 estacions base, la BS Sud i la BS Nord, en punts estratègics³⁶ per tal d'obtenir la màxima cobertura i visibilitat.

La BS Sud consta de:

- Estació base Alvarion BreezeACCES VL AU-BS
 - o 4 x antenes AU-Ant-5G-16-60
 - o 1 x antena AU-Ant-5G-17-90

La BS Sud donarà cobertura WiMAX al nucli de Begur, a les platges d'Aiguablava i Fornells, a la població d'Esclanyà i al Polígon Industrial d'Esclanyà.

La BS Nord consta de:

- Estació base Alvarion BreezeACCES VL AU-BS
 - o 2 x antenes AU-Ant-5G-17-90
- 2 x estacions subscriptores Alvarion BreezeACCES VL Unit SU-54-BD
 - o 2 x antenes SU-A-ODU amb Integral Antenna 60°

La BS Nord donarà cobertura WiMAX a la zona de les platges de Sa Riera i Sa Tuna.

Pels sistemes WiMAX PtP es faran servir 3 connexions punt a punt, distribuïts de la manera següent:

- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B300-5X-GigE
 - o Amb antena integrada, proveirà d'accés a les dades a tot el sistema, des de l'Ajuntament, amb un *throughput* màxim de 250 Mbps. Estarà ubicat a la BS Sud.
- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B100.
 - o Amb antena integrada, donarà connexió a les estacions base PmP. És a dir, farà la connexió punt a punt BS Nord – BS Sud. Amb un *throughput* màxim de 73 Mbps.
- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B28
 - o Amb antena integrada, donarà connexió punt a punt entre la BS Sud i l'Escola Dr. Arruga. Amb un *throughput* màxim de 35 Mbps.

³⁶ Vg. l'apartat 4 (Escenari del projecte).

En el disseny de la xarxa WiMAX es va observar que a la població d'Esclanyà, per motius del terreny, no hi havia el 100%³⁷ de cobertura, fet que obligava a desplegar una antena repetidora per solucionar el problema.

- 1 x ARBA-RPT-50: WiMAX Repeater.
 - o Antena integrada receptora direccional al cantó de la BS. 30°
 - o Antena suplementària repetidora tipus panell al cantó de la SS. 25°

A continuació, es mostra una taula descriptiva de les antenes i estacions de la xarxa WiMAX.

Taula 20. Resum de tot el maquinari WiMAX

Maquinari	Latitud Nord	Longitud Est	Alçada ³⁸	Funció	Antenes	Orientació antenes
Punt multipunt Nord						
BreezeACCES VL AU-BS	41°57'44.6"	3°12'54.5"	207.36 m	BS Nord	Nord-Sa Tuna	100.1° AZ // -9.82° EL
					Nord-Sa Riera	336.5° AZ // -11.71° EL
BreezeACCES VL SU-54-BD	41°58'15.5"	3°12'36.5"	21.3 m		CPE Sa Riera	156.5.1° AZ // 11.70° EL
	41°57'37.9"	3°13'45.1"	22.88 m		CPE Sa Tuna	280.1° AZ // 9.81° EL
Punt multipunt Sud						
BreezeACCES VL AU-BS	41°56'52.0"	3°12'29.1"	294.08 m	BS Sud	Nord-Oest 60°	50 ° AZ // -3.5° EL
					Nord-Oest 60°	359 ° AZ // -3.5° EL
					Nord-Oest 60°	259 ° AZ // -3.5° EL
					Sud-Oest 90°	149.9° AZ // -13.73° EL
					Sud-Oest 60°	237.1 ° AZ // -3.96°EL
Punt a punt						
BreezeNET RB-B100	41°57'44.6"	3°12'54.5"	207.36 m	RB PtP Nord-Sud		199.8° AZ // 3.04° EL
BreezeNET BU-B100	41°56'52.0"	3°12'29.1"	294.08 m	BU PtP Sud-Nord		19.8° AZ // -3.06° EL
BreezeNET BU-B28	41°57'07.1"	3°12'19.2"	217.29 m	RB PtP Escola-Sud		154.0° AZ // 10.68° EL
BreezeNET RB-B28	41°56'52.0"	3°12'29.1"	294.08 m	BU PtP Sud-Escola		334.0° AZ // -10.68° EL
BreezeNET RB-B300-5X-GigE	41°57'16.0"	3°12'26.0"	201 m	RB PtP Ajuntament-Sud		174.5° AZ // 8.84° EL
BreezeNET BU -B300-5X-GigE	41°56'52.0"	3°12'29.1"	294.08 m	BU PtP Sud-Ajuntament		354.5° AZ // -8.85° EL
Repetidor						
ARBA-RPT-50	41°56'00.3"	3°10'57.6"	144.8 m	Repetidor	Receptora integrada 30°	52.8° AZ // 3.034° EL
					Repetidora 25°	247° AZ // -4.841° EL

A continuació es mostren els càlculs per implementar la xarxa WiMAX 5.8.

Com que es treballa en la banda de freqüència 5725-5875 Mhz sabem que, seguint les recomanacions UN-143, el màxim PIRE és de 4 Watts; per tant, la potència màxima que podem fer servir és: $dB = 10 \cdot \log(4000mW) = 36.02 \text{ dB}$

³⁷ La cobertura aconseguida sense l'antena repetidora era de menys del 50% de la població d'Esclanyà.

³⁸ Respecte al mar

La densitat de potència equivalent S en el RD 1066/2001¹² ens diu que si la freqüència en què es treballa està entre 2-300 GHz és de $S = 10 \text{ W/m}^2$. Coneixent aquesta dada, calculem la distància mínima de seguretat:

$$S = \frac{PIRE}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \text{ aïllem } \rightarrow 10 = \frac{4}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \rightarrow d = \sqrt{\frac{1}{10 \cdot \pi}} = 0.1784 \text{ m}$$

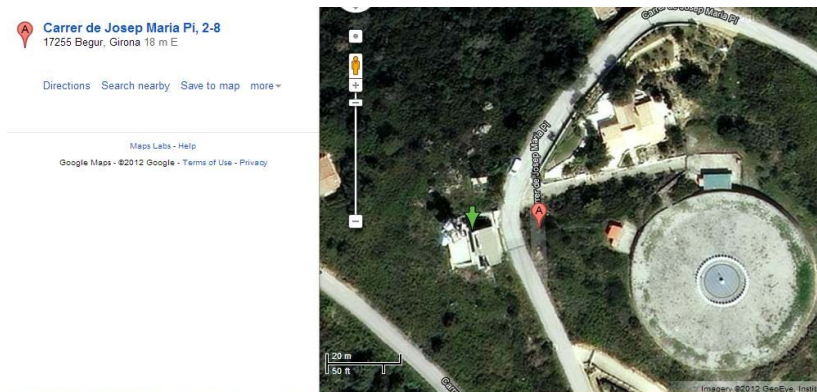
Com que el nombre màxim d'antenes serà de 2:

$$10 = \frac{4 \cdot 2}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \rightarrow d = \sqrt{\frac{8}{4 \cdot \pi \cdot 10}} = 0.252314 \text{ m}$$

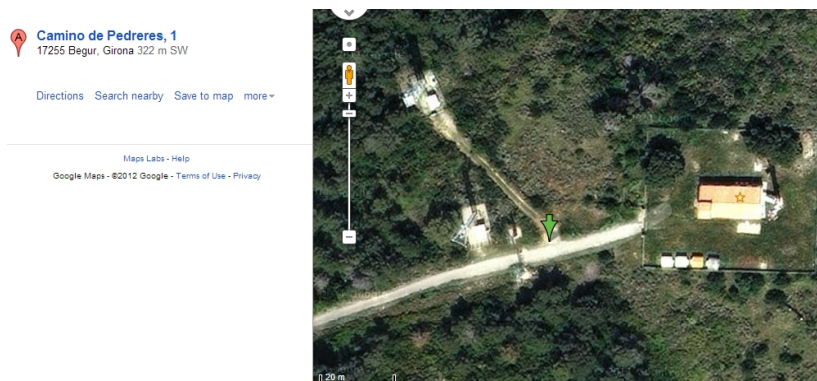
En tot cas, com que només són 0.25 metres, per obtenir un marge de seguretat major farem 0.5 metres. Cal dir que en les dues estacions base en què ja hi ha infraestructura, concretament en la BS Sud, hi ha habitatges a uns 17 metres. En el cas de la BS Nord, no hi ha cap habitatge.

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10



Imatge 19. Estació BS Sud³⁹

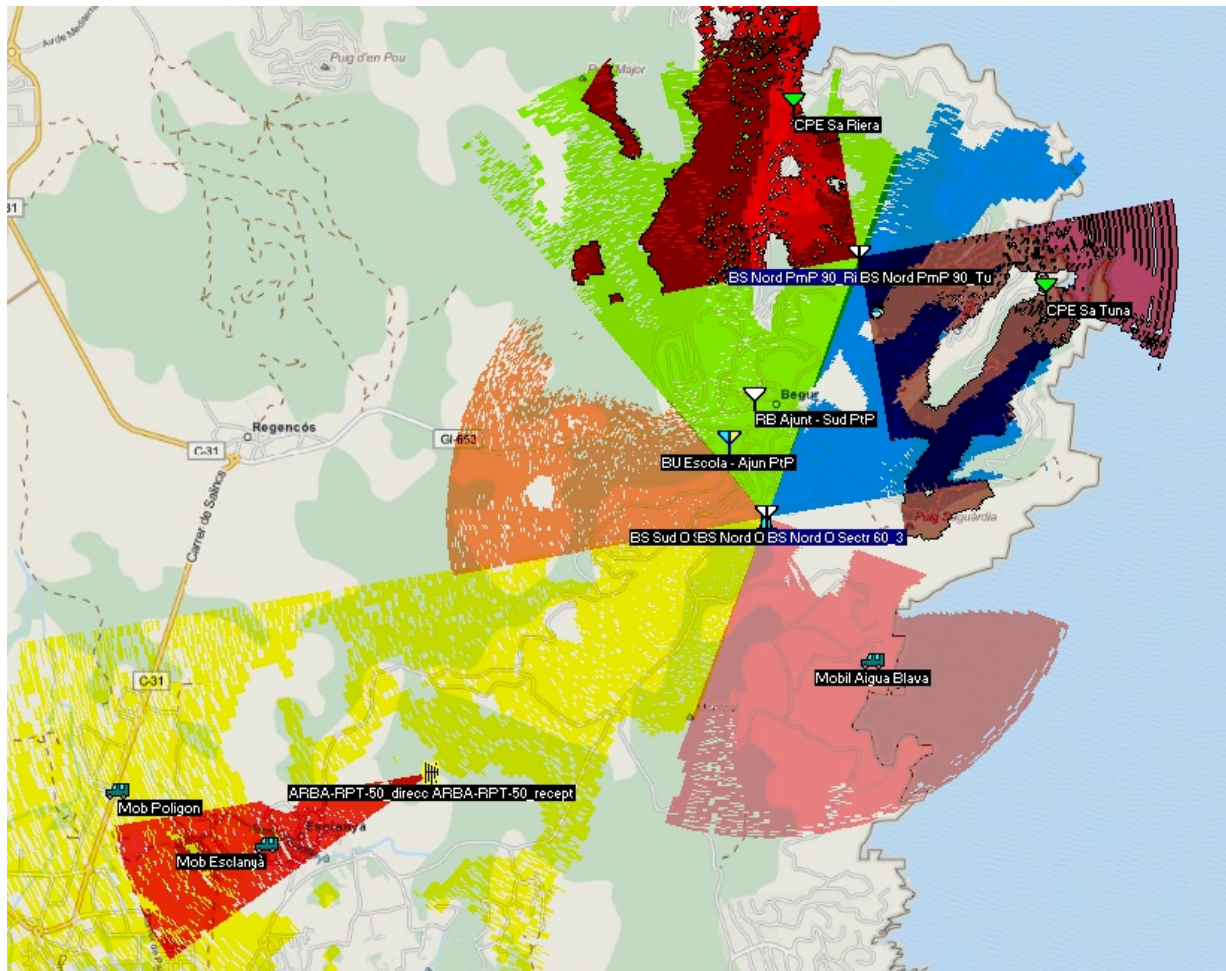


Imatge 20. Estació BS Nord

³⁹ Per a més informació, vg. la imatge 6 de la pàgina 19.

Per tant es compleixen les distàncies mínimes de seguretat i es manté el PIRE per sota dels 4 Watts.

A continuació, es mostra un mapa de cobertures WiMAX realitzat amb el Radio Mobile. Per comprovar la cobertura WiMAX mostrarem imatges de la simulació del programari Radio Mobile de les dues BS, amb la cobertura de les antenes sectorials.



Imatge 21. Cobertura d'estació base Sud i base Nord.

A la imatge 21 podem tenir una visió general de la cobertura WiMAX. S'ha pintat de diferents colors els sectors que cobreixen les diferents antenes.

BS Nord: vermell perfilat → cobertura Sa Riera; morat → cobertura Sa Tuna

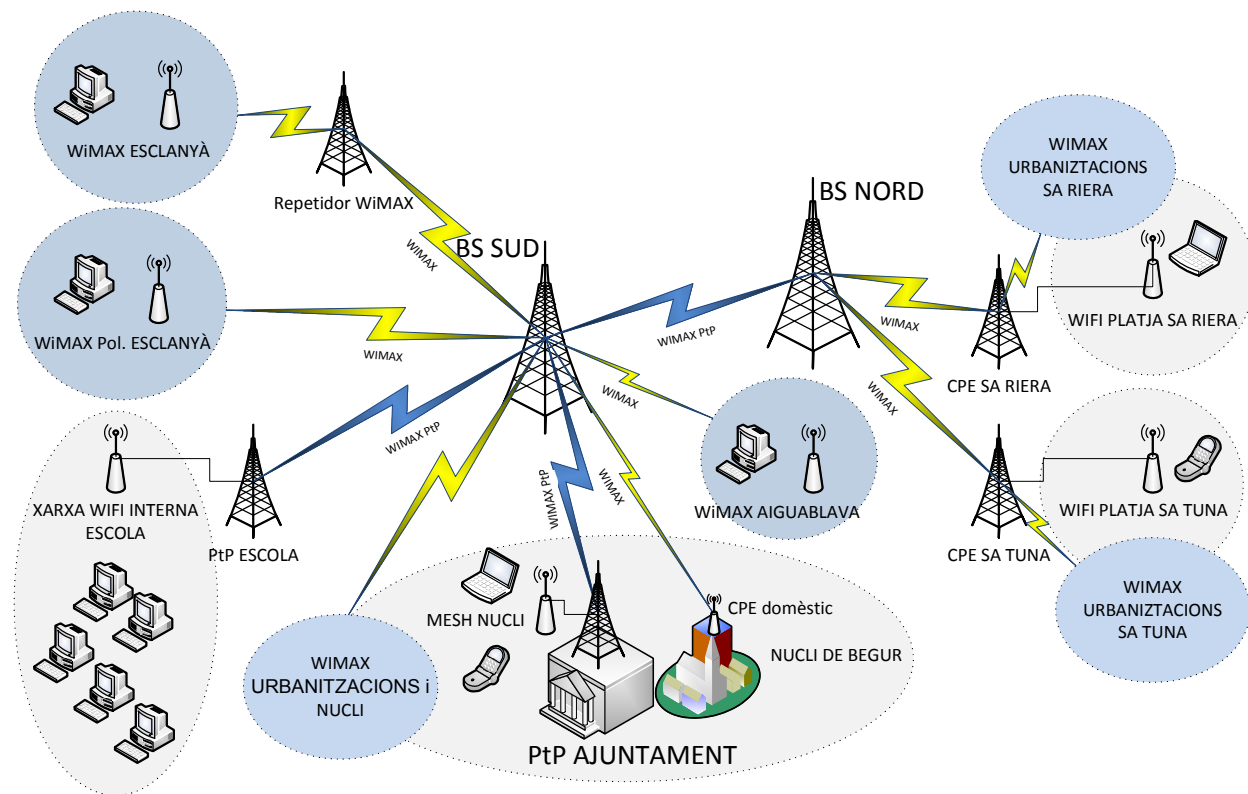
BS Sud: Rosa → cobertura Aiguablava i Fornells.

Blau, verd i taronja → cobertura al nucli de Begur.

Groc → cobertura al Polígon d'Esclanyà i Esclanyà

Vermell → cobertura de la l'antena repetidora a la població d'Esclanyà.

A continuació es mostra el disseny conceptual de la xarxa WiMAX:



Imatge 22. Disseny de la xarxa

En els apartats següents especificarem les característiques tècniques de cada una de les xarxes WiMAX.

5.7.1. Xarxa Nord

La Xarxa Nord pretén donar cobertura a les urbanitzacions i platges de la part nord del municipi. Per fer-ho, s'ha situat una estació base aprofitant una ubicació (taula 6) on ja hi ha una infraestructura.⁴⁰

A l'estació base WiMAX - BS Nord s'han configurat i instal·lat les antenes de la manera següent:

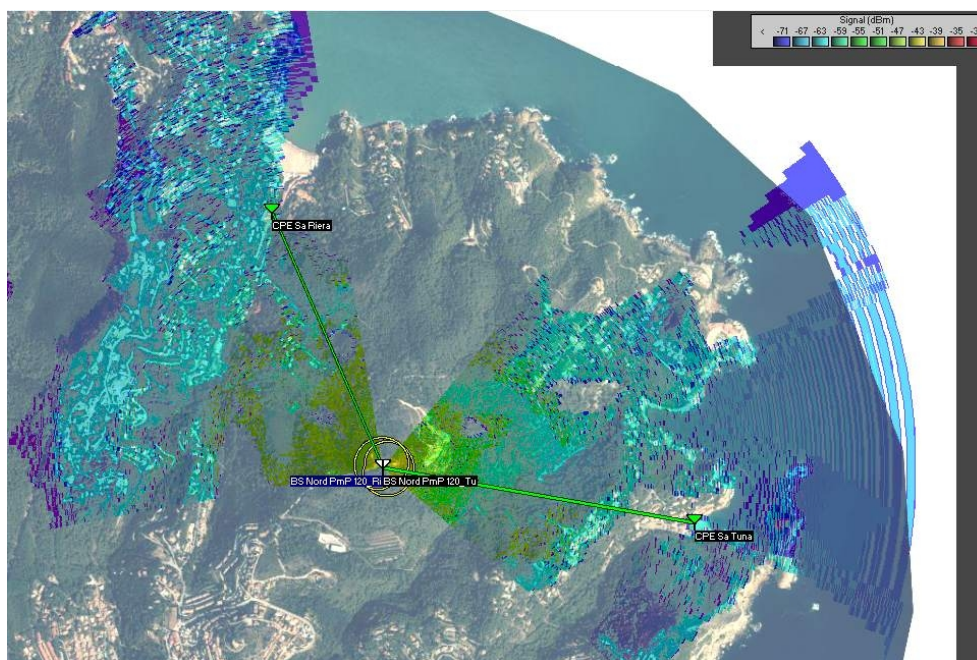
⁴⁰ Imatge 6 de la pàgina 19.

Taula 21. Configuració BS-Nord

Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	20 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 + 17 -1 = 37 dBm Per tant reduïm la TX a 20: 20+17-1=36 dBm
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, connectors,...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeACCES VL AU-BS	
Guany antena	17 dBm	
Alçada respecte al terra	30 m	32.5 m
Angle d'antenes	90°	90°
Tipus d'antenes	sectorial	sectorial
Model d'antenes	AU-Ant-5G-17-90	AU-Ant-5G-17-90
Orientació antenes	336.5° AZ // -11.71° EL	100.1° AZ // -9.82° EL
Throughput màxim	32 Mbps	32 Mbps
Color imatge 20	Vermell perfilat	morat

Per tant, l'estació BS Nord PmP gestionarà un *throughput*: 32 + 32 = 64 Mbps.

A la imatge següent es pot veure en detall la cobertura WiMAX de la zona Nord amb els radioenllaços.



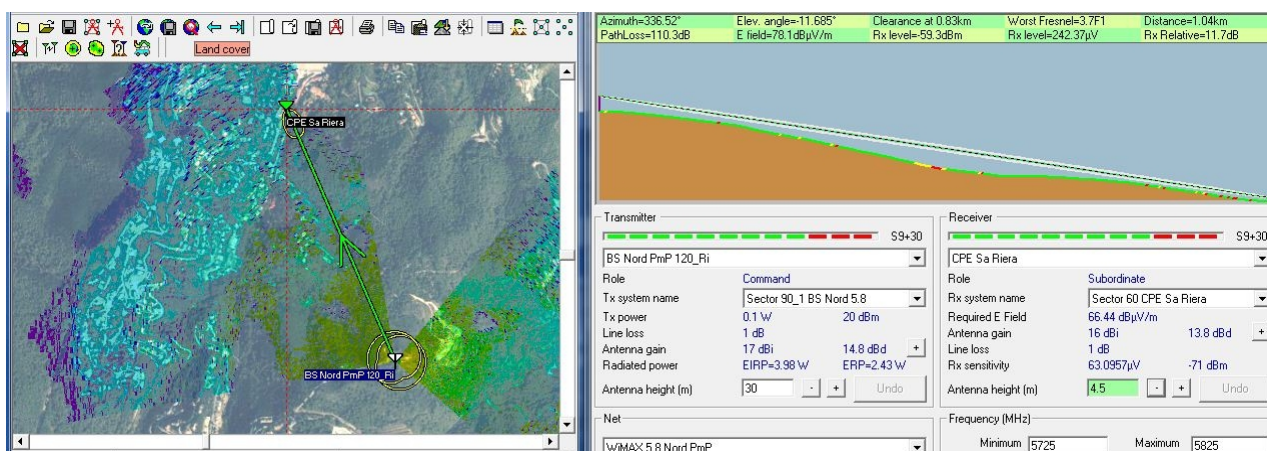
Imatge 23. Cobertura d'estació base Nord.

A continuació mostrem les dades de configuració d'aquestes antenes i els enllaços WiMAX entre l'estació base i les estacions subscriptores.

CPE Sa Riera

Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	21 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 + 16 -1 = 36 PIRE correcte.
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, connectors,...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeACCES VL SU-54-BD	
Guany antena	16 dBm	
Alçada respecte al terra	4.5 m	
Angle d'antenes	60°	
Tipus d'antenes	sectorial	
Model d'antenes	SU-A-ODU amb Integral Antenna 60°	
Orientació antenes	156.5.1° AZ // 11.70° EL	
Throughput màxim	32 Mbps	

Taula 22. Configuració CPE Sa Riera

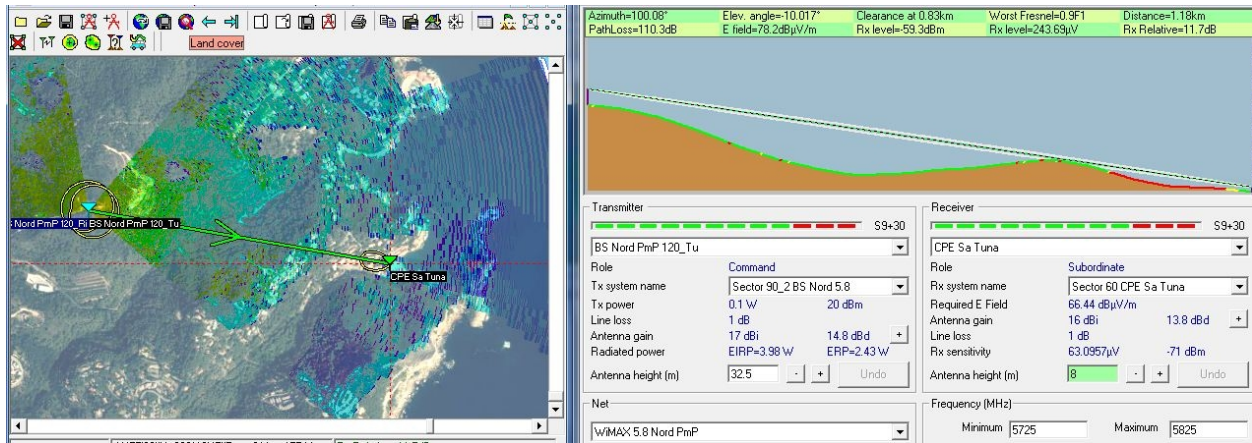


Imatge 24. Enllaç entre antena Omnidireccional BS Nord i CPE Sa Riera

CPE Sa Tuna

Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	21 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 + 16 -1 = 36 PIRE correcte.
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, connectors,...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeACCES VL SU-54-BD	
Guany antena	16 dBm	
Alçada respecte al terra	8 m	
Angle d'antenes	60°	
Tipus d'antenes	sectorial	
Model d'antenes	SU-A-ODU amb Integral Antenna 60°	
Orientació antenes	280.1° AZ // 9.81° EL	
Throughput màxim	32 Mbps	

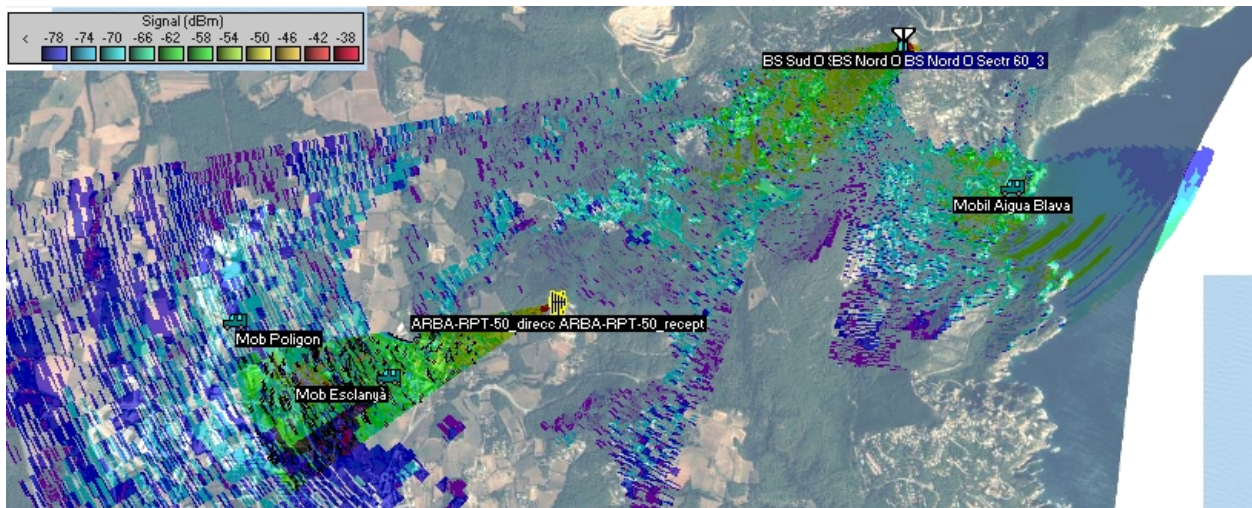
Taula 23. Configuració CPE Sa Tuna



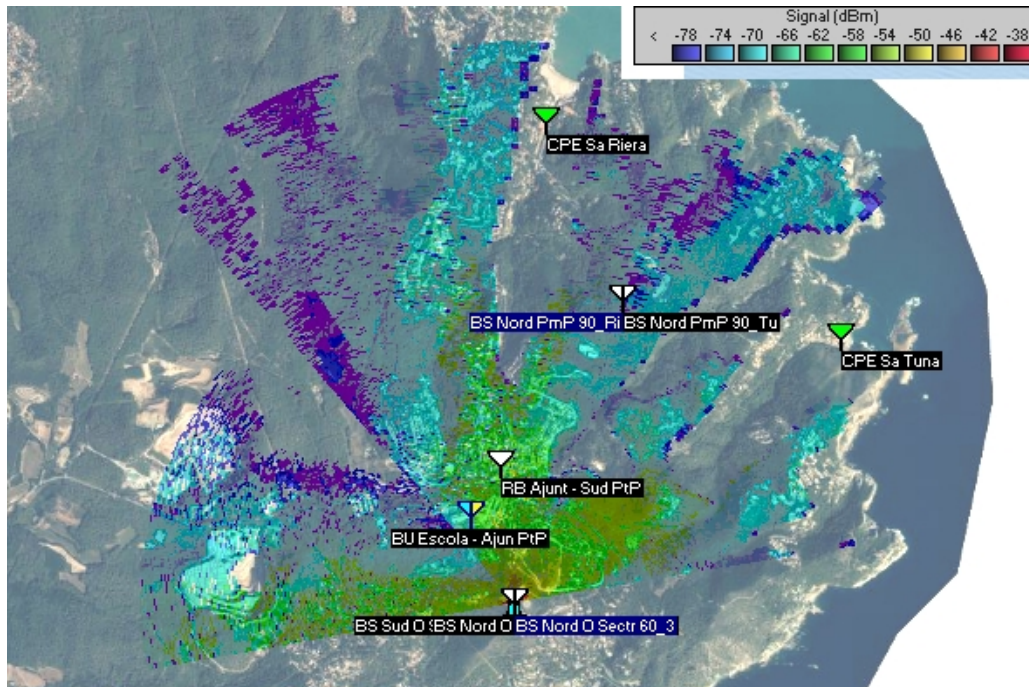
Imatge 25. Enllaç entre antena Omnidireccional BS Nord i CPE Sa Tuna

5.7.2. Xarxa Sud

La Xarxa Sud pretén donar cobertura a la població d'Esclanyà, al Polígon Industrial d'Esclanyà, a la urbanització d'Aiguablava, a la part del sud-oest del nucli de Begur i, també, a l'escola Dr. Arruga. A continuació es mostren la part sud-oest i la part nord-oest



Imatge 26. Cobertura d'estació base Sud-oest i antena repetidora.



Imatge 27. Cobertura d'estació base Sud-oest, nucli de Begur.

La taula següent descriu com s'ha configurat l'estació base WiMAX - BS Sud i com s'hi han instal·lat les antenes.

Taula 24. Configuració BS-Sud

Paràmetre	Valor		Càlcul		
TX	20 dBm		PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 + 17 -1 = 37 dBm Per tant reduïm la TX a 20: 20+17-1=36 dBm		
Pèrdues	1 dBm				
Estació Base	BreezeACCES VL AU-BS				
Guany antena	17 dBm				
Alçada respecte al terra	30	35 m	29.5 m	30.5	29 m
Angle d'antenes	60°			90°	
Tipus d'antenes	sectorial			sectorial	
Model d'antenes	AU-Ant-5G-16-60			AU-Ant-5G-17-90	
Orientació antenes	50 ° AZ // -3.5° EL	359 ° AZ // -3.5° EL	259 ° AZ // - 3.5° EL	237.1 ° AZ // -- 3.96°EL	149.9° AZ // -13.73° EL
Sensibilitats	-71 dBm	-71 dBm	-71 dBm	- 78 dBm	-71 dBm
Throughput màxim	32 Mbps	32 Mbps	32 Mbps	24 Mbps	32 Mbps
Color imatge 20	blau	verd	taronja	groc	lila

El *throughput* total màxim que assumirà la BS Sud PmP és de:

$$5 \text{ sectors} \rightarrow 32+32+32+24+32 = 152 \text{ Mbps}$$

La solució proposada es basa en la utilització de 5 antenes sectorials per cobrir aquesta part del territori. El nucli del municipi obté la cobertura WiMAX amb 3 sectors i

la urbanització d'Aiguablava amb 1 sector, amb la màxima velocitat⁴¹ que permet l'estació base. A Esclanyà també aconseguir la màxim velocitat; i quant al Polígon d'Esclanyà, tan sols s'ha aconseguit obtenir una velocitat màxima de 24 Mbps, amb la sensibilitat que s'ha fet la simulació.

Cal destacar l'antena amb 149.9 ° AZ // -13.5°EL, ja que proporcionarà els 32 Mbps de *throughput* a l'antena repetidora, i aquesta donarà els 32 Mbps a la població d'Esclanyà.

A continuació es descriuen les característiques de l'estació repetidora WiMAX.

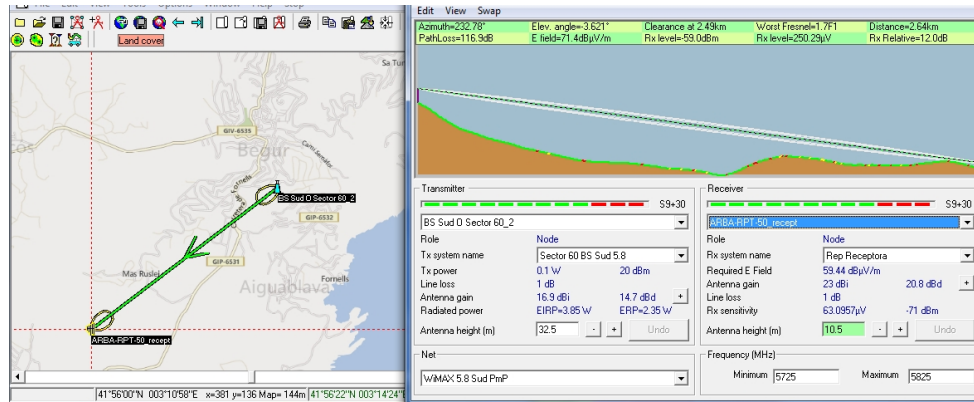
Taula 25. Configuració repetidor WiMAX

Repetidor WiMAX		Valor	
TX	24 dBm		
Sensibilitat	-71 dBm		
Pèrdues	1 dBm		
Estació Base	ARBA-RPT-50		
Antena receptora		Funció	
Guany antena integrada	23 dBm	receptora	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =24 +23 -1 = 46 dBm Per tant reduïm la TX a 14: 14+23-1=36 dBm
Alçada respecte al terra	10.5 m		
Angle d'antenes	30°		
Tipus d'antenes	direccional		
Model d'antenes	Integrada		
Orientació antenes	52.8° AZ // 3.03° EL		
Sensibilitats	-71 dBm		
<i>Throughput</i> màxim	32 Mbps		
Antena emissora		Funció	
Guany Antena addicional	17 dBm	emisora	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =24 +17 -1 = 40 dBm Per tant reduïm la TX a 20: 20+17-1=36 dBm
Alçada respecte al terra	10.5 m		
Angle d'antenes	25°		
Tipus d'antenes	panel		
Model d'antenes	Panel Hyperlink 17 dBi, 25°, 5.8 Ghz		
Orientació antenes	247.4° AZ // -4.84° EL		
Sensibilitats	-71 dBm		
<i>Throughput</i> màxim	32 Mbps		
Color imatge 20	vermell		

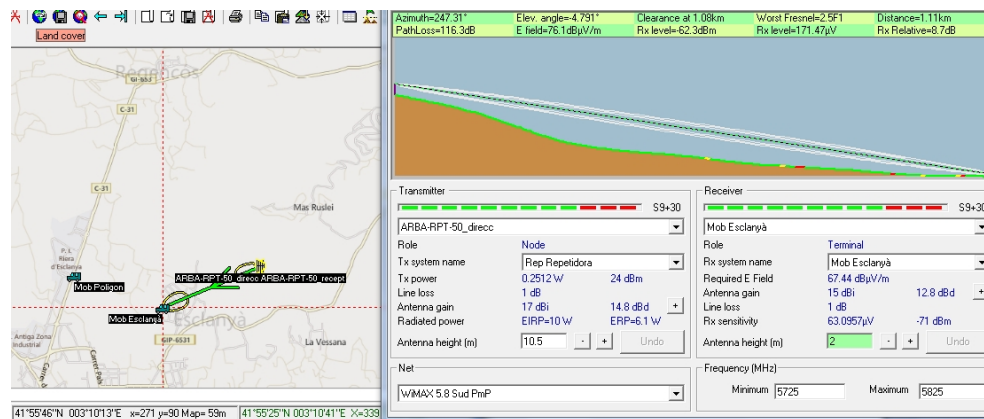
⁴¹ A 32 Mbps per sector, la BS suporta 32 Mbps x 6 sectors = 192 Mbps.

Cobertura d'Esclanyà i del Polígon d'Esclanyà

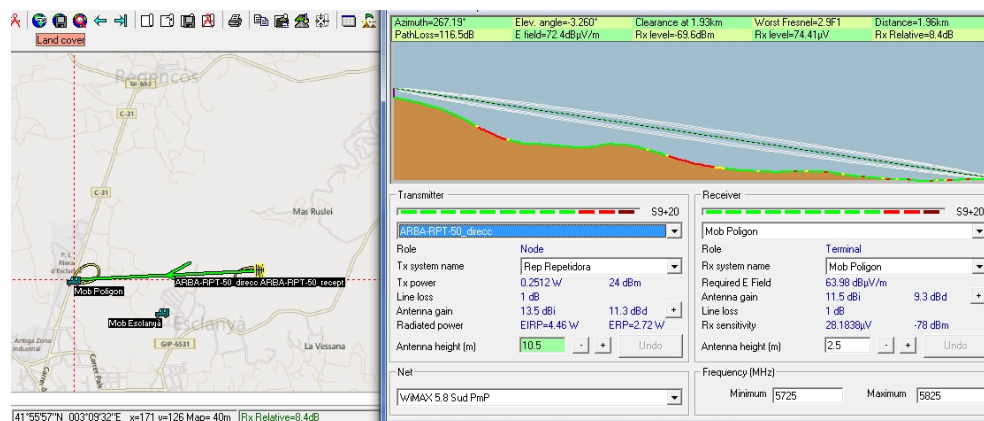
Per donar cobertura a aquest punt del municipi, s'han utilitzat 1 antena sectorial amb un angle de cobertura de 60°. L'antena apunta al sistema repetidor i aquest, a la població. S'ha fet la simulació amb el programari Radio Mobile i s'han utilitzat 2 objectes per a poca alçada (1-2 metres) perquè quedi assegurada la cobertura WiMAX.



Imatge 28. Radio enllaç BS Sud – ARBA-RPT-50



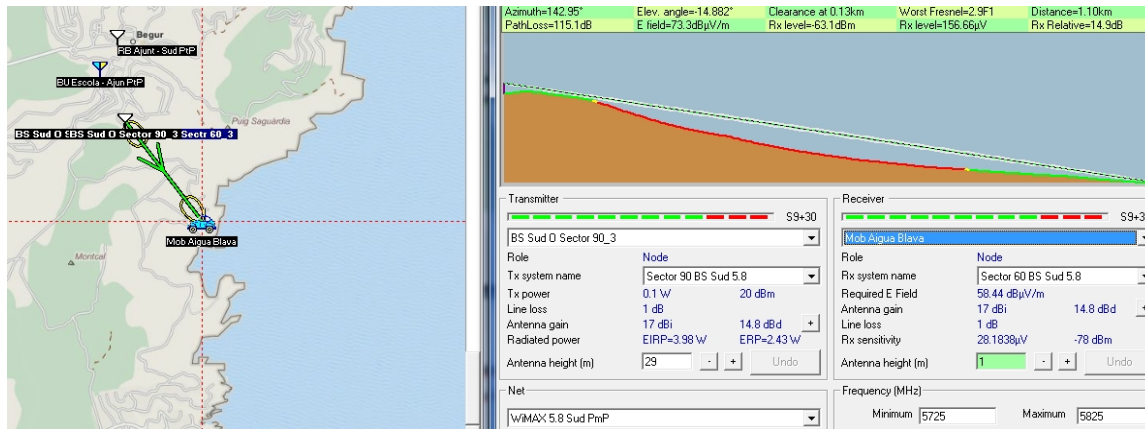
Imatge 29. Radio enllaç ARBA-RPT-50 – Unitat receptora a la població d'Esclanyà



Imatge 30. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora a la Polígon d'Esclanyà

Cobertura d'Aiguablava

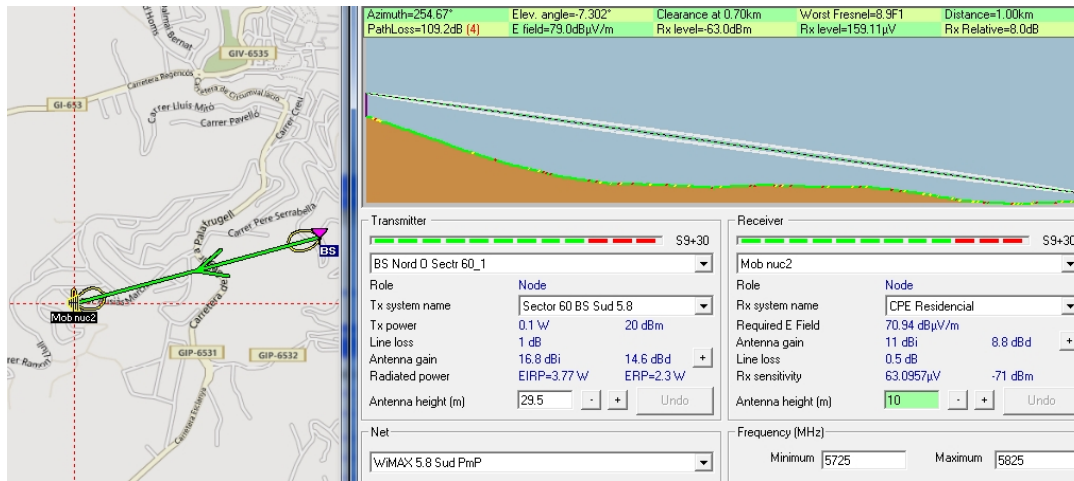
Per la cobertura d'Aiguablava s'ha utilitzat una antena sectorial de 90°.



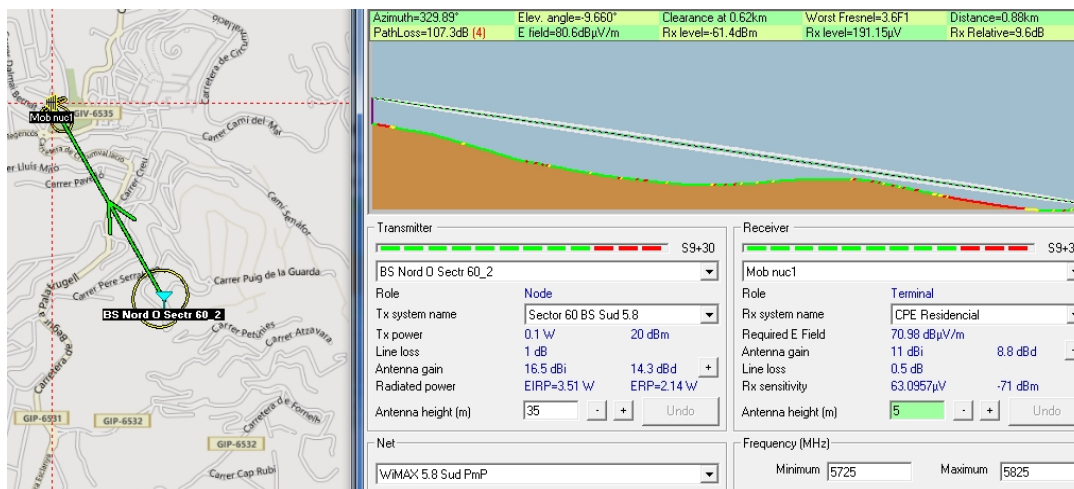
Imatge 31. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora a la Aigua Blava

Cobertura del Nucli de Begur

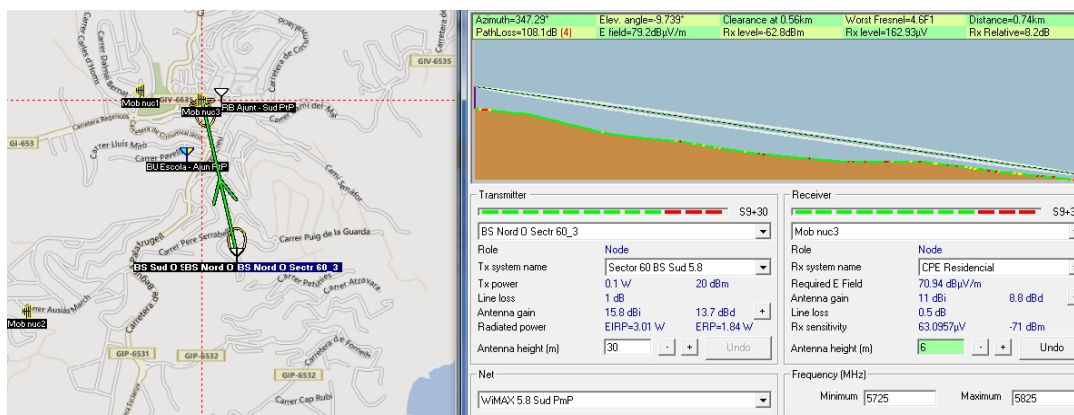
S'han fet servir 3 antenes sectorials de 60° per cobrir el nucli on hi ha més densitat de població. A continuació posarem alguns exemples:



Imatge 32. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur



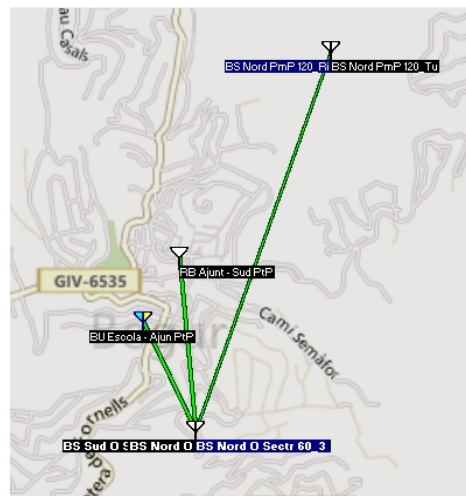
Imatge 33. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur



Imatge 34. Radio enllaç BS Sud – Unitat receptora al nucli Begur

5.7.3. Xarxa Punt a Punt

La Xarxa Punt a Punt està dividida en 3 parts. La part principal i més important és la que connecta l'Ajuntament, on hi ha l'accés a Internet cap a la BS Sud. El segon punt important és la comunicació punt a punt entre la BS Sud i la BS Nord. Finalment, s'ha estimat convenient donar accés a dades de qualitat a l'Escola Dr. Arruga. En definitiva, la xarxa WiMAX punt és la xarxa troncal.

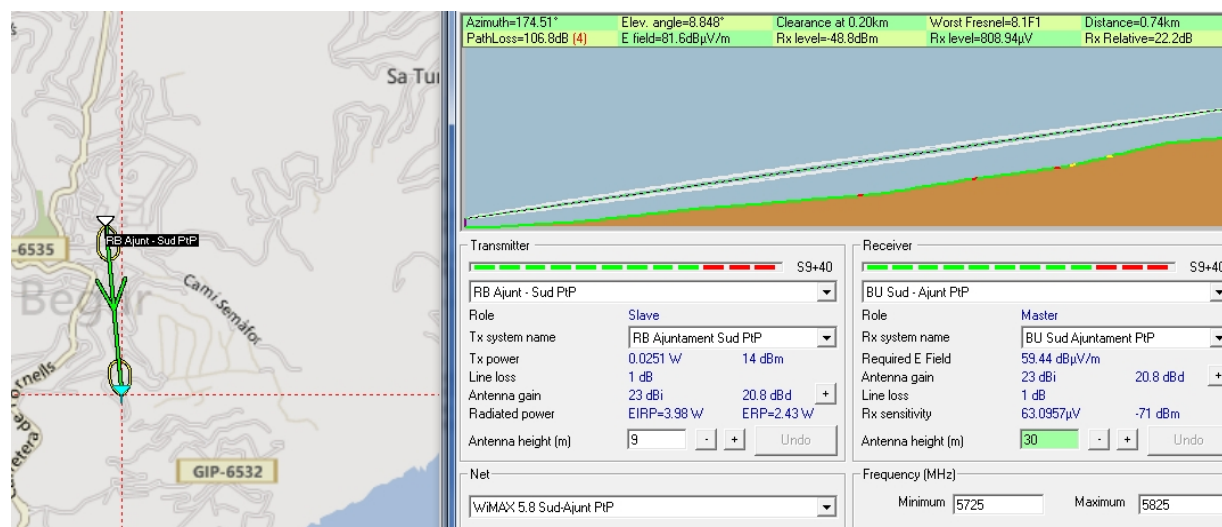


Imatge 35. Radio enllaços PtP

BR Ajuntament – BU BS Sud

Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	18 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =18 +23 -1 =40 dBm Per tant reduïm la TX a 14: 14+23-1=36 dBm
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, ...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeNET BU/RB-B300-5X-GigE	
Guany antena	23 dBm	
Alçada respecte al terra	9 m	30 m
Angle d'antenes	9°	
Tipus d'antenes	direccional	
Model d'antenes	ANT,T.S, 4.9-6 GHz,9° Dual polarized,23 dBi // integrada	
Orientació antenes	174.5° AZ // 8.84° EL Ajunt→Sud	354.5° AZ // -8.854° EL Sud→Ajunt
Throughput màxim	250 Mbps	

Taula 26. Configuració BR Ajuntament - BU BS Sud

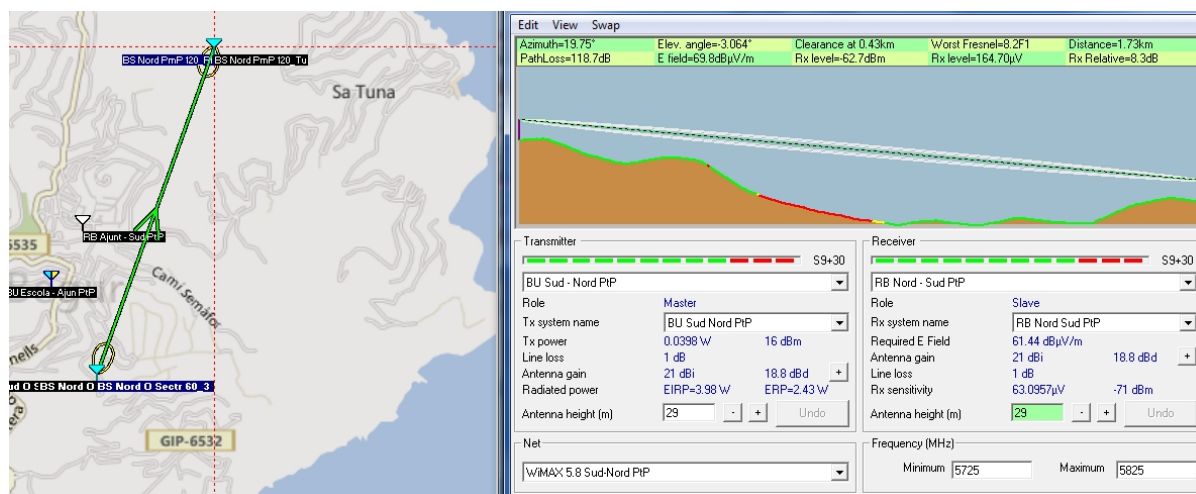


Imatge 36. Radio enllaç RB Ajuntament – BU Sud

BR Nord – BU BS Sud

Taula 27. Configuració BR Nord - BU BS Sud

Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	21 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 +21 -1 =41 dBm Per tant reduïm la TX a 16: 16+21-1=36 dBm
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, ...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeNET BU/RB-B100	
Guany antena	21 dBm	
Alçada respecte al terra	29 m	29 m
Angle d'antenes	9°	
Tipus d'antenes	direccional	
Model d'antenes	21 dBi, 10.5° horizontal x 10.5° vertical, flat EN 302 085, Class TS 1,2,3,4,5 compliant	
Orientació antenes	19.8° AZ // -3.064° EL Sud→Nord	199.9° AZ // 3.04° EL Nord→Sud
Throughput màxim	35 Mbps	

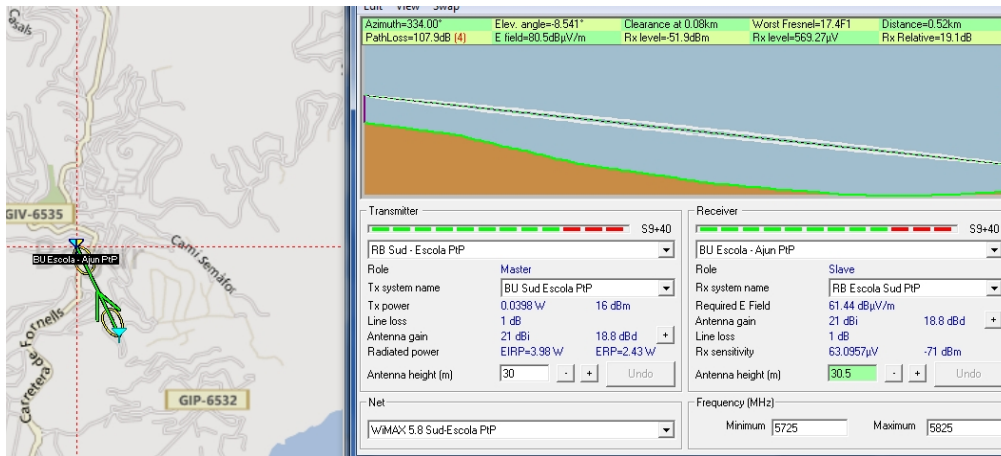


Imatge 37. Radio enllaç RB Sud – BS Nord

BR Escola – BU BS Sud

Taula 28. Configuració BR Escola - BU BS Sud

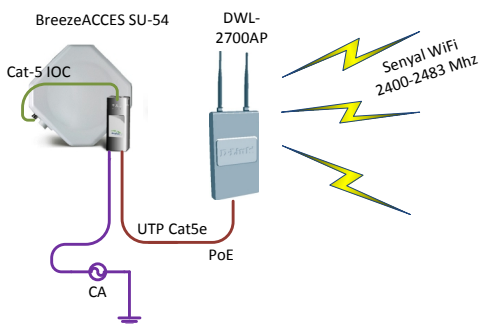
Paràmetre	Valor	Càlcul
TX	21 dBm	PIRE (dB)= TX + Guany antena – Pèrdues PIRE =21 +21 -1 =41 dBm Per tant reduïm la TX a 16: 16+21-1=36 dBm
Sensibilitat	-71 dBm	
Pèrdues (cables, ...)	1 dBm	
Estació Base	BreezeNET BU/RB-B28	
Guany antena	21 dBm	
Alçada respecte al terra	30 m	30.5 m
Angle d'antenes	9°	
Tipus d'antenes	direccional	
Model d'antenes	21 dBi, 10.5° horizontal x 10.5° vertical, flat EN 302 085, Class TS 1,2,3,4,5 compliant	
Orientació antenes	334.0° AZ // -8.54° EL Sud→Escola	154.0° AZ // 8.53° EL Escola→Sud
Throughput màxim	73 Mbps	



Imatge 38. Radio enllaç RB Sud – BU Escola

5.8. Disseny de la xarxa WiFi

La xarxa WiFi amb la qual es pretén dotar el municipi de Begur proveirà d'Internet des dels CPE's WiMAX a les platges de Sa Tuna i Sa Riera. Pel nucli de la població, es farà ús del node central del mateix Ajuntament. Les antenes estaran posades en el mateix suport on hi hagi l'antena WiMAX, però a una alçada diferent, connectades amb un cable Ethernet cat5.⁴² L'alimentació de l'estació WiFi es farà per PoE.⁴³ L'alimentació del sistema ja s'ha explicat en el disseny WiMAX⁴⁴; i el disseny de la xarxa lògica s'explicarà en els apartats següents. Quant a l'espectre, WiFi treballa amb diferent freqüència que WiMAX i, per tant, no hi haurà interferències. A la imatge següent es pot veure el disseny del sistema.



Imatge 39. Connexió entre CPE WiMAX i WiFi

A continuació es mostren les característiques principals de la xarxa WiFi:

- L'estàndard serà IEEE 802.11g.
- L'ample de banda màxim serà el proporcionat pel CPE, entre 6 i 54 Mbps.

⁴² 100BASE-TX → 100Mbps.

⁴³ PoE → Power over Ethernet.

⁴⁴ Per a més informació, vg. l'apartat 5.7(Disseny WiMAX).

- Es treballarà amb la freqüència típica 2.4 – 2.4835 Ghz.
- Potència màxima: 100 mW → UN-85.

La configuració ràdio per a tots els dispositius WiFi serà:

- Potència de transmissió de 23 dBm.
- Guany d'antena de 5 dBi.

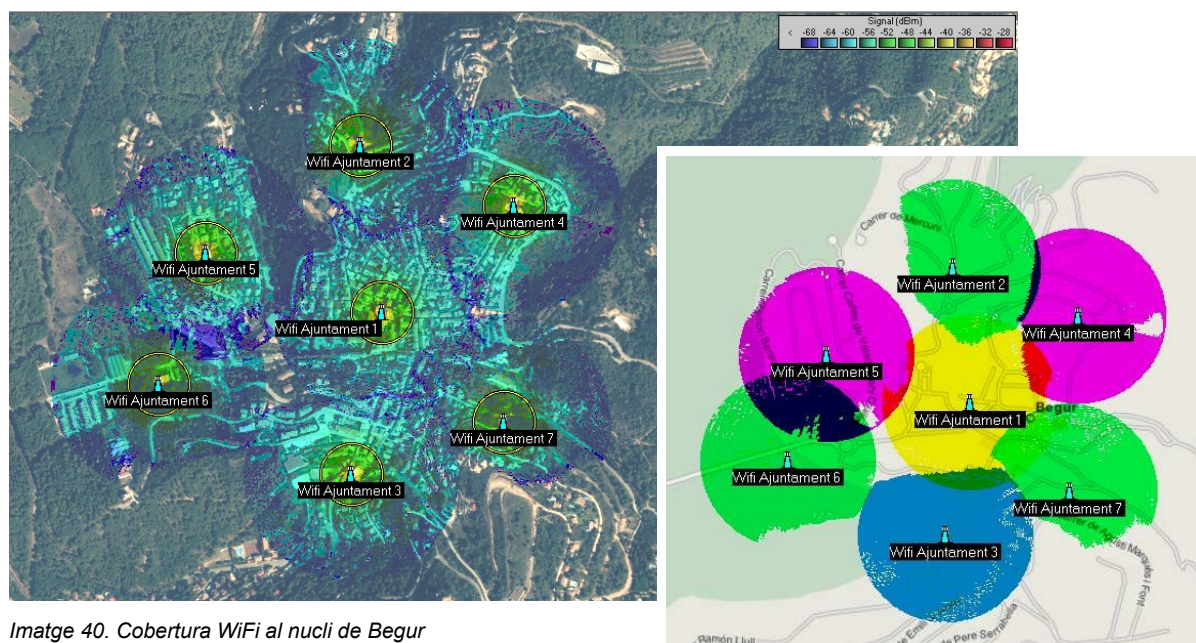
La xarxa s'ha dividit en 3 ubicacions diferents per donar cobertura:

- WiFi Ajuntament → Aquesta xarxa cobrirà la major part del nucli de Begur. El servei es proveirà des del mateix Ajuntament i formarà una xarxa tipus Malla (Mesh) per tot el nucli de la població, donant cobertura a la majoria de zones del centre.
- WiFi Sa Tuna → Donarà cobertura a la platja de Sa Tuna i als habitatges propers.
- WiFi Sa Riera → Donarà cobertura a la platja de Sa Riera i als habitatges propers.

La simulació s'ha realitzat amb el programari Radio Mobile, i la cobertura per cada punt WiFi s'ha fet amb un radi de 250 metres, per garantir com a mínim 18 Mbps⁴⁵ teòrics.

5.8.1. WiFi Ajuntament

La xarxa WiFi de l'Ajuntament serà de tipus malla (Mesh) i estarà composta per 7 punts BS WiFi per cobrir la zona. El punt d'accés a dades serà el mateix Ajuntament amb la primera antena de la malla. A continuació es mostra la simulació de la cobertura. L'ample de banda proporcionat per l'Ajuntament serà de 54 Mbps.



Imatge 40. Cobertura WiFi al nucli de Begur

⁴⁵ Segons les especificacions de la documentació tècnica (p. 33) del DWL-2700, el rang WiFi és de 112m 54Mbps, 250m 18Mbps, 500m 6Mbps.

S'ha realitzat una separació de canals entre els punts d'accés WiFi⁴⁶, per així evitar encavalcaments de freqüència. Com que l'ample de banda del senyal és de 22MHz, i és superior a la separació entre canals consecutius (5MHz), és necessària una separació de 5 canals. Normalment, s'utilitzen 3 canals (1, 6, 11); però també és possible fer-ne servir 4 (1, 5, 9, 13) sense que sigui perjudicial per la xarxa, amb un mínim encavalcament. Serà, doncs, el mode utilitzat. A la taula 29 es poden veure els canals per cada punt d'accés WiFi, amb els colors corresponents i les seves freqüències.

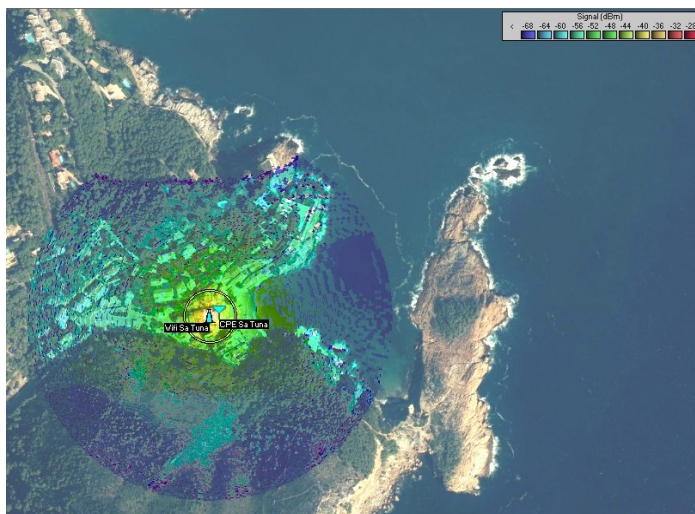
Taula 29. Localització punt WiFi nucli de Begur

Nom	Alçada terra	Latitud N	Longitud E	Alçada mar	Canal	Freqüència	Color
Ajuntament 1	8 m	41.95457	3.206767	199 m	1	2412 MHz	Groc
Ajuntament 2	6 m	41.95808	3.206161	173 m	13	2472 MHz	Verd
Ajuntament 3	6 m	41.95116	3.205894	213 m	5	2432 MHz	Blau
Ajuntament 4	6 m	41.9568	3.2105	215 m	9	2452 MHz	Rosa
Ajuntament 5	6 m	41.95581	3.201792	174 m	9	2452 MHz	Rosa
Ajuntament 6	8 m	41.95307	3.200465	182 m	13	2472 MHz	Verd
Ajuntament 7	6 m	41.95228	3.210209	237 m	13	2472 MHz	Verd

En els casos de Sa Tuna i Sa Riera només hi ha un sol punt d'accés WiFi per cadascuna de les ubicacions, per tant no hi haurà problemes d'interferències, s'utilitzarà, doncs, els canals típics (1,6,11)⁴⁷

5.8.2. WiFi Sa Tuna

Només s'utilitzarà un sol punt WiFi per cobrir la platja i els habitatges propers. L'ample de banda que proporcionarà el CPE Sa Tuna serà de 32 Mbps.



Imatge 41. Cobertura WiFi a la zona de Sa Tuna.

⁴⁶ Font: http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11#Canales_y_frecuencias

⁴⁷ Freqüències dels canals: 1 →2412 MHz, 6 →2437 MHz, 11 → 2462 MHz

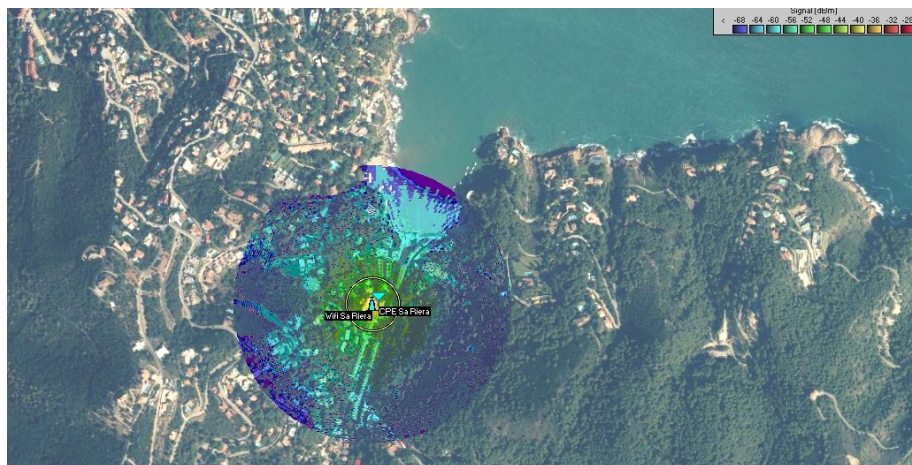
Les característiques del punt d'accés a la platja de Sa Tuna són a la taula 30.

Taula 30. Localització punt WiFi Sa Tuna

Nom	Alçada terra	Latitud N	Longitud E	Alçada mar
Wifi Sa Tuna	8 m	41.96053	3.229193	22.88 m

5.8.3. WiFi Sa Riera

Només s'utilitzarà un sol punt WiFi per cobrir la platja i els habitatges propers. L'ample de banda que proporcionarà el CPE Sa Riera serà de 32 Mbps.



Imatge 42. Cobertura WiFi a la zona de Sa Riera

Les característiques del punt d'accés a la platja de Sa Riera són:

Taula 31. Localització punt WiFi Sa Riera

Nom	Alçada ⁴⁸	Latitud N	Longitud E	Alçada ⁴⁹
Wifi Sa Riera	8 m	41.97096	3.210131	21.3 m

5.9. Disseny del servidor

Com tot servei telemàtic que s'ofereix a l'usuari, és necessari l'ús d'un servidor que permeti implementar tota la solució. El servidor ha de gestionar els recursos disponibles per tal que el servei funcioni correctament. Per fer-ho, el servidor tindrà diferents tasques en forma de serveis que es descriuen en els apartats següents. A més tot el maquinari es supervisarà i gestionarà a través del protocol SNMP⁵⁰.

⁴⁸ Respecte al terra.

⁴⁹ Respecte al mar.

⁵⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol

D'entre la diversitat de sistemes operatius que es podrien instal·lar, en la solució s'ha triat la distribució de Linux Debian 6.0⁵¹.

5.9.1. Servei DNS

El servei DNS és essencial per la xarxa telemàtica; en aquest cas es farà servir el BIND⁵².

5.9.2. Servei PROXY

El servidor actuarà com a Proxy, és a dir farà de passarel·la cap a l'exterior de la xarxa. Serà Proxy - cache, per tal d'augmentar el rendiment de la xarxa i perquè les mateixes sol·licituds s'executin amb més velocitat. Addicionalment, si s'escau, farà funcions de filtratge.

5.9.3. Servei WEB

Serà necessari tenir el servei WEB al servidor per tenir allotjat el portal des d'on els usuaris es connectin fent servir una autenticació, que es farà per mitjà del protocol Radius. Aquí es proposarà fer servir l'Apache 2.4.3. Associat al servidor WEB, s'utilitzarà un servei de certificats digitals, ja que l'autenticació d'usuaris es farà per HTTPS⁵³. Finalment, tindrà allotjat la Web corporativa on els usuaris podran autenticar-se i accedir a la xarxa telemàtica.

5.9.4. Servei RADIUS

El servidor Radius⁵⁴ permetrà l'autenticació, autorització, registre d'usuari i assignació de recursos determinats com ara, l'ample de banda, el temps d'espera, etc. Cada usuari registrat i, per tant, amb un servei de pagament tindrà una fitxa amb les característiques de la seva connexió; els usuaris que accedeixin al servei de manera gratuïta, també s'hauran de registrar i se'ls assignarà un usuari temporal. La utilització del protocol Radius per la xarxa telemàtica és adient per oferir un accés centralitzat. En el present projecte s'ha escollit l'opció de FreeRadius 2.2.0⁵⁵

⁵¹ <http://www.debian.org/>

⁵² <http://en.wikipedia.org/wiki/BIND>

⁵³ http://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Secure

⁵⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/RADIUS>

⁵⁵ <http://freeradius.org/>

5.9.5. Servei DHCP

Cada cop que un usuari es connecti a un punt d'accés, un servidor de DHCP del CPD de l'Ajuntament li assignarà una adreça IP, una màscara i una porta d'enllaç, d'un determinat rang; aquesta assignació estarà lligada a les VLAN's. L'assignació de IP serà dinàmica i, per tant, no hi haurà cap IP fixa per les connexions que es facin a través de WiFi.

5.10. Disseny IP

El disseny IP de la xarxa telemàtica estarà associat al servei DHCP i al disseny VLAN. En tot cas es descriurà l'assignació estàtica d'adreces de la xarxa interna. Per a la xarxa d'usuaris s'ha fet servir l'adreçament IP 192.168.0.0/20 segmentat per zones. Per a la xarxa interna, i per tal de separar-la de la xarxa d'usuaris, la 15.0.37.0/26.

Taula 32. Adreçament IP intern i adreçament visible

Xarxa de gestió		
Maquinari	Adreça IP estàtica	
CPD		
Encaminadors ADSL	15.0.37.10 - 15.0.37.20	
Tallafocs	15.0.37.1	15.0.37.2
Commutador	15.0.37.5	
Servidors	15.0.37.3	15.0.37.4
Terminal PC	15.0.37.30	
PtP BreezeNET 300	15.0.37.40	15.0.37.41
Xarxa WIMAX		
Commutador BS Nord	15.0.37.6	
Commutador BS Sud	15.0.37.7	
PtP BreezeNET 300	15.0.37.40	15.0.37.41
PtP BreezeNET 100	15.0.37.42	15.0.37.43
PtP BreezeNET 28	15.0.37.43	15.0.37.44
BreezeACCES Nord	15.0.37.45	
BreezeACCES Sud	15.0.37.46	
CPE Sa Riera	15.0.37.47	
CPE Sa Tuna	15.0.37.48	
WIFI		
Malla WiFi	15.0.37.50	15.0.37.57
WiFi Sa Tuna/ Sa Riera	15.0.37.58	15.0.37.59

Es farà servir NAT per la traducció d'adreces. Per tant, quan un usuari es connecti a un punt WiFi o a la xarxa WiMAX, el servidor DHCP li assignarà una IP del rang que li pertorqui per la zona on es troba.

La taula de l'esquerra representa l'adreçament intern i, per tant, no visible pels usuaris, i es farà servir per la gestió de l'equipament. La taula següent són les adreces visibles pels usuaris.

Maquinari	Adreça IP estàtica
BreezeACCES Nord	192.168.17.2
BreezeACCES Sud	192.168.11.1
Malla WiFi	192.168.1.1 - 192.168.1.7
WiFi Sa Tuna/ Sa Riera	192.168.17.1 192.168.19.1

5.11. Disseny VLAN

Hi haurà una segmentació lògica de la xarxa LAN aprofitant el protocol d'etiquetes 802.1Q⁵⁶. A continuació mostrem l'assignació de les VLAN / IP segons es connecti l'usuari. Aquest disseny és totalment escalable i, per tant, es podria modificar per afegir-hi més usuaris, si fos necessari. S'ha realitzat una aproximació.

Taula 33. Disseny VLAN

Nom	VLAN Tag	Direcció de xarxa	Rang IP		Màscara	Porta d'enllaç
Xarxa interna	VLAN10	15.0.37.0/26	15.0.37.1	15.0.37.62	255.255.255.192	
Ajuntament	VLAN1	192.168.0.0/20	192.168.1.0	192.168.10.0	255.255.240.0	192.168.0.1
Esclanyà	VLAN2		192.168.11.0	192.168.14.0		
Pol. Esclanyà	VLAN3		192.168.15.0	192.168.16.0		
Sa Tuna	VLAN4		192.168.17.0	192.168.18.0		
Sa Riera	VLAN5		192.168.19.0	192.168.20.0		192.168.0.2

S'ha configurat un número màxim de connexions per a cada VLAN.

Taula 34. Connexions màximes VLAN-Subnetting

Nom	VLAN Tag	Núm. màxim de connexions
Ajuntament	VLAN1	2540
Esclanyà	VLAN2	1016
Pol. Esclanyà	VLAN3	508
Sa Tuna	VLAN4	508
Sa Riera	VLAN5	508

⁵⁶ <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1Q.html>

6. Seguretat i gestió d'usuaris

El factor de la seguretat és de vital importància i donaria per un manual molt extens, a part que s'hauria de consensuar amb els actuals sistemes de seguretat del Servei Informàtic de l'Ajuntament. En tot cas, a continuació es descriurà, a nivell general, quina seria la configuració de seguretat per la xarxa telemàtica:

- Quant a l'adreçament de la xarxa, com es descriu en apartats anteriors s'ha segmentat la xarxa tant per IP com per VLAN. Aquesta segmentació, a més d'aportar rendiment a la xarxa, també és una barrera de seguretat de primer nivell.
- Quant al tallafoc, s'ha optat per treballar amb 2 maquinaris, que ja de per si segmentaran el trànsit i donaran redundància de maquinari. S'adquirirà un paquet d'extensions de patrons i firmes IPS per 12 mesos.
- L'equipament WiMAX BreezeACCES permet autenticació per MAC del maquinari WiMAX residencial.
- El servidor Radius determinarà les quotes d'ample de banda i recursos de xarxa per mitjà d'un servei NAS⁵⁷ tant per als usuaris de pagament com per als que accedeixen al servei de manera gratuïta.
- L'autenticació per WiMAX es farà a través de la MAC dels equips subscriptors. En funció de l'adreça física, el servidor Radius assignarà els recursos que tingui contractat l'usuari. L'autenticació es farà xifrada però les sessions, no.
- L'autenticació d'usuaris seguirà el següent procediment per WiFi.
 1. L'usuari es connecta a la xarxa WiFi gratuïta i ha d'obrir el navegador.
 2. S'obre el portal corporatiu amb seguretat HTTPS i se li assigna un usuari i contrasenya temporal per una sessió de 59 minuts.
 3. Un cop s'autentiqui, la sessió HTTPS passa a HTTP i ja pot navegar.Per tant, la sessió serà oberta un cop l'usuari hagi estat validat per Radius i se li hagin assignat els recursos. La sessió serà sense cap xifratge.

⁵⁷ Network Acces Server.

7. Memòria econòmica

Taula 35. Desglossament de preus

Material	Unitats	Preu/unitat	Total
WiMAX PmP			
Antena AU-Ant-5G-16-60	4	314,89\$ (244,1€)	976,4 €
Antena AU-Ant-5G-17-90	3	400 \$ (309,4€)	929,2 €
Alvarion BreezeACCES VL AU-BS	2	3.450,57 €	6.901,14 €
Alvarion BreezeACCES VL Unit SU-54-BD	2	564,81 €	1.129,62 €
Repetidor WiMAX			
ARBA-RPT-50	1	2000 €	2.000 €
Panel Hyperlink 17 dBi, 25°, 5,8 Ghz	1	65,56€	65,56€
WiMAX PtP			
Alvarion BreezeNET BU/RB-B28	1	1.576,08 €	1.576,08 €
Alvarion BreezeNET BU/RB-B100	1	2.115,53 €	2.115,53 €
Alvarion BreezeNET BU/RB-B300-5X-GigE	1	2.099,00 €	2.099,00 €
PROGRAMARI NMS			
AlvariSTART	1	3.185\$ (2.450€)	2.450 €
Total			20.242,53 €
WiFi			
D-Link DWL2700AP	9	824,86 €	7.423,74 €
Total			7.423,74 €
Commutadors WiMAX			
D-Link DGS-3620-28TC	2	2.240,00 €	4.480 €
Total			4.480 €
Servidor			
PRIMERGY RX200 S7P	2	1.996,5 €	3.993 €
Powes Supply Module 450W gold hp	4	282,12 €	1.128,49 €
HD SATA 6G 250GB 7,2K Hot Plug 2,5" BC	4	257,73 €	1.030,92 €
Total			6.152,41 €
Terminals			
Samsung LS19B150NS 18,5" LED	1	77,95 €	77,95 €
HP 600B Microtorre	1	325,49 €	325,49 €
Total			403,44 €
Balacejador, tallafocs, mòdem i commutadors			
D-Link DFL-1600	2	2.361,24 €	4.722,48 €
DFL1600IPS12	2	330,04 €	660,08 €
Modem Trendnet V,92 56K	1	33,98 \$ (26,28 €)	26,28 €
D-Link DGS-1210-28P	2	599,35	1.198,7 €
Total			6.607,54 €
TOTAL			45.309,66 €

Taula 36. Costos complementaris

Material	unitats	Preu/unitat	Total
Torreta final FTE 3 metres	2	185,13 €	370,26 €
Kit cables de subjecció antenes	5	13,44 €	67,2 €
Suports parets	10	13,61 €	136,1 €
Cables Ethernet UTP 20 Metres Cat 5	10	13,90 €	130,90 €
Cables Ethernet UTP 20 Metres Cat 6	10	13,90 €	130,90 €
Rack Power Distribution PDU, Zero U, 16A, 230V	1	269,99 €	269,99 €
Power Cord Kit (6 ea), 1,8m	2	99,99 €	199,98 €
Altres materials instal·lacions (cables, racks, juntes, etc.)			6.000 €
TOTAL			7.305,33 €

Taula 37. Costos d'instal·lació, manteniment i despeses

Despesa	Hores / unitat	Preu/unitat	Total
Estudis i disseny del projecte	30h	30 €	900 €
Instal·lació / configuració d'equipament CPD	20h	30 €	600 €
Desplegament xarxa WiFi	40h	20 €	800 €
Desplegament xarxa WiMAX	70h	20 €	1.400 €
Desplaçaments			500 €
Altres			3.000 €
TOTAL			7.200 €

Despesa	Preu
Manteniment 12 mesos	4.000 €
TOTAL	4.000 €

Cost total del projecte⁵⁸	63.814,99 €
---	--------------------

Taula 38. Cost del equipament residencial.

Cost ⁵⁹ CPE WiMAX Residencial	Preu
SU-I-D-5,8-BD-VL BreezeACCESS VL indoor client unit	79,61 €
Cost instal·lació	20 €
Total	99,61 €

8. Desplegament

El desplegament del projecte es faria seguint aquest pla general de treball:

1. Instal·lació del CPD
2. WiFi nucli de Begur,
3. Instal·lació de la BS Sud – WiMAX Nucli Begur,
4. Instal·lació antena repetidora – WiMAX Esclanyà i Polígon d'Esclanyà
5. Instal·lació BS Nord i CPE's Sa Tuna i Sa Riera – WiMAX Sa Tuna i Sa Riera

⁵⁸ Tots els preus són amb l'IVA inclòs.

⁵⁹ El cost del CPE residencial va a càrrec del usuari, si ve es disposa diferents ofertes en les diverses modalitats, es pot veure en el apartat 9 (Pla de negoci)

9. Pla de negoci

El pla de negoci estarà centrat en l'obtenció d'ingressos mensuals i en les instal·lacions del maquinari WiMAX residencial.

Pel que fa a l'obtenció d'ingressos mensuals, s'establiran 5 quotes de pagament i una de gratuïta en funció de l'ample de banda contractat, També s'oferirà una sèrie d'opcions i de descomptes per fer més atractiva l'oferta, A més, s'intentarà que l'usuari esculli l'opció de més cost, el cost intern del CPE WiMAX Residencial + instal·lació és de 99,61 €, A continuació es mostra la taula de preus sense IVA⁶⁰:

Taula 39. Preus usuari

Pla	Preu / mes	Contracte	Opcions	Preu / mes	Preu CPE residencial + instal·lació
256 Kbps	Gratis	Cap	No disponible		No aplicable WiMAX, només WiFi on estigui disponible
512 Kbps	8 €	6 mesos			
1 Mbps	14 €	1 any	VoIP	7 €	89€ + 20€ = 109€
2 Mbps	23 €	1 any	VoIP	6 €	
4 Mbps	30 €	2 anys	VoIP	5 €	
6 Mbps	34 €	2 anys	VoIP	4 €	

Descomptes aplicables segons modalitat contractada:

Taula 40. Descomptes a usuaris.

Pla	Descompte
Altres	En la renovació del contracte 1,2,4,6 Mbps es farà - 5% descompte a la quota mensual
Joves	5 € mensuals en el pla 512 Kbps
Aturats	Contracte de 9 mesos
4 Mbps	- 20 % de descompte a la quota els 4 primers mesos - 10 % del preu del subscriptor CPE WiMAX residencial
6 Mbps	- 25 % de descompte a la quota els 6 primers mesos - 12 % del preu del subscriptor CPE WiMAX residencial

Simulació del retorn de la inversió:

Taula 41. Simulació

Pla	Usuaris	Preu / mes	Mesos	Descompte anual	Total període / usuari	Total
512 Kbps	20	8 € / mes	6	No aplicable fins a la renovació següent	48 €	960 €
Joves	200	5 € / mes	9		45 €	9.000 €
Aturats	200	5 € / mes	9		45 €	9.000 €
1 Mbps	15	14 € / mes	12		168 €	2.520 €
2 Mbps	20	23 € / mes	12		276 €	5.520 €
4 Mbps	15	30 € / mes	24	24€ x 4 quotes + 30€ x 20 quotes	696 €	10.440 €
6 Mbps	15	35 € / mes	24	26,25€ x 6 quotes + 35€ x 18 quotes	787,5 €	11.812,5 €
TOTAL						49.252,5 €

⁶⁰ IVA del 21%.

Cal tenir present que aquesta simulació s'ha fet en plans que tenen diferents períodes, Per tant, en el cas de la taula anterior, el retorn per aquest període seria del 77%,
 $49.252,5 \text{ €} \times 100 / 63.814,99 \text{ €} = 77,18\%$, És a dir, que en menys de dos anys ja tindriem amortitzada la instal·lació respecte al cost, ja que la mitjana de mesos del període és de 13, S'estima que en 24 mesos ja produirà beneficis consistents, El cost d'instal·lació del CPE residencial:

1,2 Mbps $\rightarrow 89\text{€} + 20\text{€} = 109 \text{ €}$

4 Mbps $\rightarrow 89\text{€} - 10\% = 80,1\text{€ CPE} + 20\text{€ Instal·lació} = 100,1 \text{ €}$

6 Mbps $\rightarrow 89\text{€} - 12\% = 78,32\text{€ CPE} + 20\text{€ Instal·lació} = 98,32 \text{ €}$

10. Conclusions

Després de dissenyar una xarxa telemàtica en el municipi de Begur, s'ha arribat a la conclusió que, tot i la complexitat del terreny i la variabilitat de la població segons l'època de l'any, s'han pogut cobrir pràcticament totes les zones amb un pressupost ajustat i, sobretot, flexible.

El municipi de Begur quedarà integrat en la xarxa de ciutats intel·ligents i podrà oferir als seus habitants una sèrie de serveis, tant gratuïts com de pagament, que posen una atenció especial en sectors de la població com els aturats i els joves. En aquest sentit, s'ha segmentat l'oferta per poder arribar a tot tipus d'usuaris i poder cobrir, així, tota la demanda.

El projecte s'ha dissenyat, des del començament, seguint 5 pilars: sostenibilitat ambiental, contenció econòmica, flexibilitat, cobertura i escalabilitat, atès que les noves tecnologies evolucionen de manera imparable.

En definitiva, i a falta de la seva implementació real, s'ha vist quins són els passos a seguir per realitzar un projecte d'aquestes dimensions. Des d'un bon principi, s'ha intentat tenir una visió molt realista dels aspectes a seguir, dels problemes que han anat sorgint i de les maneres per solucionar-los.

ANNEXOS

TERMINOLOGIA

ADSL → Asymmetric Digital Subscriber Line
BFWA → Broadband Wireless Access systems
BS → Base Station
CMT → Comissió del Mercat de les Telecomunicacions
CNAF → Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
CPE → Customer Premises Equipment
DHCP → Dynamic Host Configuration Protocol
DMZ → Referred to as a perimeter network
DNS → Domain Name System
FDD → Frequency Division Duplex,
GbE → Gigabit Ethernet
GPS → Global Positioning System
ICC → Institut Cartogràfic de Catalunya
IEEE 802,1Q → Networking standard that supports Virtual LANs
IEEE 802,11 → Standards for implementing wireless local area network WLAN
IEEE 802,16 → Series of Wireless Broadband
IP → Internet Protocol
LMDS → Local Multipoint Distribution Service
LOS → Line of sight
LRBRL → Llei Reguladora de les Bases del Règim Local
MAC → Media access control
MESH → Wireless mesh network
MIR → Velocitat de dades màxima disponible per a les transmissions de ràfega
NAS → Network Access Server
NLOS → Non line of sight
OFDM → Orthogonal frequency-division multiplexing
OFDMA → Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
PIRE → Potència radiada isotròpica efectiva
PmP → Punt multi punt
PoE → Power over ethernet
PtP → Punt a punt
SIG → Geographic information system
SS → Subscriber Station
TDD → Time-division duplexing
VLAN → Virtual local area network

LLISTAT DE MATERIAL:

Sistema WiMAX Punt – multipunt:

- 2 x Base Station Equipament Alvarion BreezeACCES VL AU-BS
 - o 4 x Antenes AU-Ant-5G-16-60
 - o 3 x Antenes AU-Ant-5G-17-90
- 2 x Subscriber Alvarion BreezeACCES VL Unit SU-54-BD
 - o 2 x Tipus SU-A-ODU amb Integral Antenna 60° 16 dBi

Sistema WiMAX Punt a Punt:

- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B100
 - o 1 x Base Unit (IDU+ODU) Antena integrada
 - o 1 x Remote Bridge RB (IDU+ODU) Antena integrada
- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B28
 - o 1 x Base Unit BU (IDU+ODU) Antena integrada
 - o 1 x Remote Bridge RB (IDU+ODU) Antena integrada
- 1 x PtP Alvarion BreezeNET BU/RB-B300-5X-GigE
 - o 1 x Base Unit BU (IDU+ODU) Antena integrada
 - o 1 x Remote Bridge RB (IDU+ODU) Antena integrada

Sistema Repetidor WiMAX:

- 1x ARBA-RPT-50. Antena integrada receptora.
 - o Antena Panell 25° repetidora

Sistema WiFi: 9 x D-Link DWL-2700AP

Sistema de commutació WiMAX: 2 x D-Link DGS-3620-28TC

Maquinari CPD

Sistema de commutació: 2 x D-Link DGS-1210-28P

Sistemes computacional:

- 2 x Servidors PRIMERGY RX200 S7p
- Components extres pel servidor:
 - o Powes Supply Module 450W gold hp
 - o HD SATA 6G 250GB 7.2K Hot Plug 2.5" BC

Terminals de treball:

- 1 x HP 600B Microtorre
- 1 x Pantalles Samsung LS19B150 NS

Balancejador + tallafocs: 2 x D-Link DFL-1600

Modem: 1 x Trendnet V.92 56K External Data/Fax/TAM Modem. TFM-560X. ds-dh

PREUS⁶¹

A continuació es mostren els enllaços amb que s'ha realitzat el pressupost.

Unitat subscriptora d'usuari: SU-I-D-5.8-BD-VL BreezeACCESS VL

<http://www.intelek.eu/product.jsp?artno=73858800>

Estació base: BreezeACCES VL AU-BS

<http://www.barcodediscount.com/catalog/alvarion/breeze-access-vl.htm>

Unitat punt a punt: Alvarion BreezeNET BU/RB-B28

<http://www.intelek.eu/product.jsp?artno=73858255>

Unitat punt a punt: Alvarion BreezeNET BU/RB-B100

<http://www.intelek.eu/product.jsp?artno=73858281>

Unitat punt a punt: Alvarion BreezeNET BU/RB-B300

<http://www.pc-planet.de/Netzwerk-Kabel/Netzwerkgeraete/Bridge/Keine-Angabe/Alvarion-BreezeNET-B-BU-RB-B300-5X-GigE::101290.html>

Antena: AU-Ant-5G-16-60

<http://www.uniquepos.com/Antenna-Au-Ant-5G-16-60-p/872444.htm>

Antena: AU-Ant-5G-17-90

<http://www.winncom.com/products/858170.html>

Antena: Panel Hyperlink 17 dBi, 25°, 5,8 Ghz

http://www.comprawifi.com/antenas-cables/5-ghz/panel/panel-hyperlink-17-dbi-25o-5-8-ghz/prod_883.html

Repetidor WiMAX: Albentia ARBA-RPT-50:

No s'ha trobat.

Tallafocs - balancejador: D-Link DFL-1600

http://www.ciudadwireless.com/dlink_dfl-1600_network_security_firewall_enterprise-p-940.html?utm_campaign=kelkoo-config&utm_medium=product_search&utm_source=kelkoo-config&dac=1

⁶¹ Els preus poden variar o el producte pot no estar disponible en el moment de la consulta.

Firmes Tallafocs: DFL1600IPS12

<http://www.wirelessnetworkproducts.com/dfl-1600-ips-12.aspx>
http://www.ouverland.com/Default.asp?FaPrin=6&Tip_Fam=OFIMATICA+Y+SALUD&FaPul=61&Fa2Pul=0AD&pcodfam=A91&Opcion=Ficha&TCodart=ES-DL-DFL1600IPS12&TCodfab=231&PCodfab=231&producto=D-LINK-DLINK-IPS-12-MESES-PARA-DFL-1600-DFL1600IPS12

Commutador: D-Link DGS-1210-28P

http://www.ciudadwireless.com/d-link_dgs-1210-28p_24-ports_10-100-1000mbps_with_1000base-t_sfp_ports_10-100-1000mbps_auto-negotiating_port-p-6086.html

Commutador: D-Link DGS-3620-28TC

http://www.ciudadwireless.com/d-link_dgs-3620-28tc-si_24-port_10-100-1000mbps_layer_managed_gigabit_switch-combo_1000base-t-sfp-10ge_sfp+-standard-p-5442.html

Punt d'accés WiFi: DWL-2700AP

http://www.ciudadwireless.com/dlink_dwl-2700ap_wireless_outdoor_bridge_802-11g-p-530.html

Modem: Modem Trendnet V,92 56K

http://www.jr.com/trendnet/pe/TRD_TFM560X/

Terminal:

<http://h20386.www2.hp.com/SpainStore/Merch/Product.aspx?id=QB337EA&opt=ABE&sel=PBDT>

Pantalla:

http://www.pccomponentes.com/samsung_ls19b150ns_18_5_led.html

Servidor i components: PRIMERGY RX200 S7P

<http://www.shopfujitsu.com/store/primergy-rx200s7-server>

Altres components:

<http://www.comprawifi.com>

<http://www.ciudadwireless.com>

<http://www.intelek.eu>

AlvariStar: <http://www.winncom.com/products/715132.html>

TECNOLOGIES

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)⁶²

A la capa física de la tecnologia IEEE802.16, hi ha la Multiplexació per Divisió de freqüències ortogonals. És una multiplexació de subportadores a diferents freqüències (subdivideix l'ample de banda) que transporten la informació.

OFDM genera una taxa de transmissió elevada en dividir el flux de dades en molts canals paral·lels (subportadores) de banda estreta que es transmeten en temps per símbols més grans. Aquests canals de banda estreta són ortogonals entre si, cosa que permet no utilitzar bandes de guarda i optimitzar l'espectre.

TDD (Duplexació per divisió de temps)⁶³

Només té un canal de pujada i un de baixada (*upstream*, *downstream*), que s'assignen automàticament segons les necessitats. Per tal que no s'interfereixin, s'utilitzen intervals de temps, anomenats "slots", per transferir les dades.

⁶² http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_Divisi%C3%B3n_de_Frecuencias_Ortogonales

⁶³ http://es.wikipedia.org/wiki/TD-CDMA#Modo_UTRA_TDD.5B1.5D

BREEZE ACCESS VL

BreezeACCESS VL

Unidad	Tipo de unidad	Características destacables	Opciones de instalación	Beneficios
Unidad de acceso (AU)	Estación de base tipo chasis	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidades NLOS • Chasis clase operador • 1 a 6 sectores por chasis • Capacidad de tener bandas de frecuencia distintas en un mismo chasis • Alimentación redundante opcional • Capacidad neta total > 192 Mbps (32 x 6 sectores) 	<p>AUS-BS multisector</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opción nivel de entrada • Soporta hasta 25 suscriptores por sector • Escalable para AU-BS completo <p>AUS-BS multisector</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soporta hasta 512 suscriptores por sector 	<ul style="list-style-type: none"> • Paga conforme crece • Configuración optimizada para aplicaciones verticales • Soporta todos los modelos de SU en el sector • Desempeño optimizado para aplicaciones de seguridad pública en instalaciones urbanas
	Estación de base autónoma	<ul style="list-style-type: none"> • AU de sector único compuesto por una unidad en interiores (IDU) y otra en exteriores (ODU). • Exteriores o solución CC opcional 	<p>Sector único: AUS-SA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opción nivel de entrada • Soporta hasta 25 suscriptores por sector • Mejorable para AU-SA completo <p>Sector único: AU-SA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soporta hasta 512 suscriptores por sector 	
Unidad de suscriptor (SU) Compuesto por una unidad en interiores (IDU) y otra en exteriores	SU-3, SU-6, SU-54	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad agregada neta: SU-3: 3 Mbps, SU-6: 6 Mbps, SU-54: 32 Mbps • Instalación rápida con LED para alineación rápida • Soporta 2 servicios distintos por SU (2 niveles de prioridad) • Alcance de cobertura de hasta 30 km (LOS) 	<p>Aplicaciones de datos, voz y video</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alcance extendido • Opciones de mejora Paga según crece: <p>SU-3→SU6 SU-3→SU-Video SU-3→SU54 SU-6→SU-Video SU-6→SU54 SU-Video→SU-54</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte Paga según crece • Configuración optimizada para aplicaciones verticales • Soporte SU en vector
	SU-Video	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad asimétrica fija: 8 Mbps uplink y 12 Mbps downlink • Disponible en 5.4 GHz y 5.8 GHz • Instalación rápida con LED para alineación rápida • Soporta 2 niveles de servicios distintos por SU • Alcance de cobertura de hasta 30 km (LOS) 		<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de banda optimizado con soporte para aplicaciones de video

Especificaciones

Radio	<p>Frecuencia 902-927 MHz, 4.9-5.1 GHz, 5.15-5.35 GHz, 5.47-5.725 GHz, 5.725-5.875 GHz</p> <p>Método de acceso de radio Dúplex por División de tiempo (TDD)</p> <p>Canal AU/SU: 5 MHz (900 MHz), 10 MHz, 2.0 MHz (4.9, 5.15-5.875MHz)</p> <p>Resolución de frecuencia central 1 MHz (900 MHz), 5 MHz, 10 MHz</p>	<p>Alimentación entrada máx. en puerto de antena -48 dBm típico</p> <p>Alimentación de salida máxima (en puerto de antena) AU: pasos -10 dBm a 21 dBm, 1 dB AU (900 MHz); pasos -10 dBm a 27 dBm, 1 dB SU: -10 dBm a 21 dBm, ajustado automáticamente por ATPC SU (900 MHz): -10 dBm a 27 dBm, ajustado automáticamente por ATPC</p>	<p>Esquema modulación (adaptativo) OFDM: BPSK, QPSK, QAM 16, QAM 64</p> <p>Puerto de antena (AU-E) Tipo-N 50 ohm</p> <p>Antena integrada del suscriptor 20 dBi (19 dBi en banda 4.9-5.1 GHz), 14° H/ V, panel plano integrado</p> <p>Antenas AU 60°: 16dBi, sector 60° vertical 90°: 16dBi, sector 90° vertical 120°: 15dBi, sector 120° vertical 360°: 8dBi, Omni horizontal</p>
--------------	--	--	---

Comunicaciones de datos

Soporte VLAN y QoS

QinQ 802.1ad, 802.1Q, WLP
prioridad de tráfico sobre el aire,
MIR/CIR por SU por dirección
(UL /DL)Concatenación, modo en ráfaga, optimización de pequeños paquetes para soportar voz avanzada
Control automático de transmisión de potencia (ATPC)

Prioridad de tráfico

Capa 2: Basado en IEEE 802.1p,
Capa 3: IP ToS de acuerdo con RFC791 y DSCP de acuerdo con RFC2474, Capa 4: UDP/ TCP alcance de puerto

Seguridad

Autenticación WEP 128-bit, A ES 128, WEP 128, codificación incorporada certificada modo FIPS-197 y FIPS-140-2

Oficinas Centrales

Oficina Central Internacional de la Compañía
Tel: +972.3.645.6262
Email: corporate-sales@alvarion.com

Oficina Central en EE.UU
Tel: +1.650.314.2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Contactos de Ventas

América Latina y Caribe
Email: lasales@alvarion.com

Australia
Email: australia-sales@alvarion.com

Brasil
Email: brazil-sales@alvarion.com

China
Email: china-sales@alvarion.com

República Checa
Email: czech-sales@alvarion.com

Francia
Email: france-sales@alvarion.com

Alemania
Email: germany-sales@alvarion.com

Hong Kong
Email: hongkong-sales@alvarion.com

Italia
Email: italy-sales@alvarion.com

Irlanda
Email: uk-sales@alvarion.com

Japón
Email: japan-sales@alvarion.com

México
Email: mexico-sales@alvarion.com

Nigeria
Email: nigeria-sales@alvarion.com

Filipinas
Email: far-east-sales@alvarion.com

Polonia
Email: poland-sales@alvarion.com

Rumania
Email: romania-sales@alvarion.com

Rusia
Email: info@alvarion.ru

Singapur
Email: far-east-sales@alvarion.com

Sudáfrica
Email: africa-sales@alvarion.com

España
Email: spain-sales@alvarion.com

Gran Bretaña
Email: uk-sales@alvarion.com

Uruguay
Email: uruguay-sales@alvarion.com

Para la información más actualizada sobre contactos en su área, visite por favor:

www.alvarion.com/company/locations



www.alvarion.com

© Copyright 2006 Alvarion Ltd. Todos los derechos reservados. Alvarion y todos los nombres, productos y nombres de servicios a los que aquí se hace referencia son ya sea marcas comerciales registradas, marcas comerciales, nombres comerciales o marcas de servicios de Alvarion Ltd. Todos los otros nombres son o pueden ser las marcas comerciales de sus propietarios respectivos. El contenido está sujeto a cambio sin previo aviso.

BREEZE ACCES VL

Especificaciones

Radio

Frecuencia	4.900 - 5.100 GHz, 5.15 - 5.35 GHz, 5.47 - 5.725 GHz, 5.725 - 5.850 GHz								
Método acceso a radio	Dúplex por División de Tiempo (TDD)								
Canal	10 MHz, 20 MHz								
Resolución frecuencia central	5 MHz, 10 MHz								
Potencia de salida máx. (en puerto de antena)	AU: -10 dBm a 21 dBm, en pasos de 1 dB SU: -10 dBm a 21 dBm, ajustada automáticamente por ATPC La potencia real puede verse limitada por regulaciones locales								
Sensibilidad, típica (dBm en puerto de antena)	Modulación	1	2	3	4	5	6	7	8
	Nivel* (20 MHz)	-89	-88	-86	-84	-81	-77	-73	-71
	Nivel* (10 MHz)	-92	-91	-89	-87	-84	-80	-76	-74
* El Nivel de Modulación combina esquema de modulación y ganancia de codificado									
Esquema de Modulación (adaptiva)	OFDM: BPSK, QPSK, QAM 16, QAM 64								
Puerto de antena (AU-RE)	Tipo N, 50 ohm								
Antena integrada de abonado	21 dBi, (19 dBi en banda de 4.9-5.1 GHz), 10.5°H/V, panel plano integrado								
Antenas AU	60°: 16 dBi, Sector 60° horizontal, 10° vertical 90°: 16 dBi, Sector 90° horizontal, 6° vertical 120°: 15 dBi, Sector 120° horizontal, 6° vertical, 360°: 8 dBi, Sector 360° horizontal, 9° vertical (AU-SA only)								

Comunicación de Datos

Soporte de VLAN	Basado en IEEE 802.1q, QinQ 802.3ad
Priorización de tráfico estrato-2	Basada en IEEE 802.1p
Priorización de tráfico estrato-3	IP ToS según RFC791 y DSCP según RFC 2474
Priorización de tráfico estrato-4	Gama de puerto UDP/TCP
Seguridad	A autenticación WEP 128 bit, AES 128, WEP 128, y cifrado incorporado de modo FIPS-197 certificado

Configuración y Gestión

Gestión Local y Remota	NMS basada en SNMP y utilidad de configuración basada en Windows, Telnet
Acceso remoto a gestión	Desde LAN alámbrica o enlace inalámbrico
Protección de acceso a gestión	Contraseña de múltiple nivel Configuración de dirección remota (sólo desde Ethernet, sólo inalámbrica, o ambas) Configuración de direcciones IP de estaciones autorizadas
Mejoras del software IP	A través de TFTP y FTP
Carga/descarga de configuración	A través de TFTP y FTP
Agente SNMP	Cliente SNMP V1, MIB II, MIB Puente, MIB BreezeACCESS VL privada

Características Físicas y Eléctricas

Tipo	Conectores		Eléctrica
SU-NI, AU-NI	Ethernet	10/100Base T RJ-45, 2 LED incluidos	Consumo 25w Entrada CA: 100-240 VCA, 50/60 Hz
	Radio	10/100Base T RJ-45	
	Entrada CA	Conector macho CA 3 clavijas	
SU-RA, AU-RE	Interior	10/100Base RJ-45, con conjunto de sellado a prueba de agua	54 VCC de interior a exterior
	AU-BS	Ethernet	
BS-PS AC (fuente de CA)	Radio	10/100Base T RJ-45, 2 LED incluidos	Consumo 30w (módulo más unidad exterior Entrada CA: 100-240 VCA, 47-65 Hz 3.3 VCC, 54 V de la fuente en la placa posterior
		Ethernet	
BS-PS-DC (fuente de CC)	Entrada CA	Conector macho 3 clavijas	Consumo 240w chasis completo (1 P5, 6 AU) Entrada CA:: 85-265 VCA, 47-65 Hz Salida CC: 54 V, 3.3 V
		Conector A mphenol de 3 clavijas Tipo D de CC	
			Consumo 240w chasis completo (1 P5, 6 AU) Entrada CC: -48 VCC nominal (-34°-72), 10 A máx Salida CC: 54 V, 3.3 V

Cumplimiento de Estándares

Tipo	Estándar		
EMC	FCC parte 15 clase B, CE ETSI EN 301 489-1/4		
Seguridad	UL 60950-1, EN 60950-1		
	Ambiental	Operación	ETS 300 019 parte 2-3 clase 3.2E para unidad interior ETS 300 019 parte 2-4 clase 4.1E para unidad exterior
		A almacenado	ETS 300 019-2-1 clase 1.2 E
	Transporte	ETS 300 019-2-2 clase 2.3	
Protección contra rayos	EN 61 000-4-5, Clase 3 (2 kV)		
Radio	FCC parte 15	EN 301 753 EN 301 021 EN 301 893 (V 1.3.1)	

Nota: no todas las opciones están disponibles en todas las regiones y algunas características requieren una clave de licencia de software. Por favor consulte a su agente local para mayor información.

BREEZE NET

Comprehensive Range of Options

BreezeNET B is available in several configurations, ensuring an optimal cost/performance solution for every deployment.

Configuration	Frequency Range	Bandwidth	Net Throughput (FTP)	Upgrade Options	Antenna	Additional Information
BreezeNET B10	5.4 and 5.8 GHz	10 and 20 MHz channels	Up to 10 Mbps aggregated	None	Integrated antenna from 16/20 dBi	Complete link in a box (base unit and remote bridge)
BreezeNET B14	2.4 and 5x GHz	10 and 20 MHz channels	Up to 14 Mbps (up to 7 Mbps uplink and up to 7 Mbps downlink)	B28 and B100	Integrated antenna from 16/20 dBi or external antenna up to 24/28 dBi	Up to 2 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B28	5x GHz	10, 20 and 40 MHz channels	Up to 35 Mbps (up to 20 Mbps uplink and up to 20 Mbps downlink)	B100		Up to 2 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B100	2.4 and 5x GHz	10, 20 and 40 MHz channels	Up to 73 Mbps (up to 70 Mbps uplink and up to 70 Mbps downlink)	None		Up to 4 E1/T1 links (optional)
BreezeNET B300	4.9 - 5.9 GHz	5, 10, 20 and 40 MHz channels	Up to 250 Mbps*			

* Subject to local regulations

Specifications

Radio

Frequency

B10

5.47-5.725 GHz
5.725-5.875 GHz

B14

5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725-5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
2.400-2.484 GHz

B28

5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725 - 5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
5.725-5.850 GHz (all other country codes)

B100

2.400-2.484 GHz
5.150-5.350 GHz
5.250-5.350 GHz
5.470-5.725 GHz
5.725 - 5.875 GHz
(universal country code with HW Rev C)
5.725-5.850 GHz (all other country codes)
B130/B300
4.9 GHz-5.9 GHz

Modulation

OFDM modulation, BPSK, QPSK, QAM16, QAM64

Radio Type

OFDM TDD

Channel BW

B10
10/20 MHz
B14+B28+B100
10/20/40 MHz
B130/B300
5/10/20/40 MHz

Maximal Net Throughput

B10: 10 Mbps
B14: 14 Mbps
B28: 28 Mbps
B100: 73 Mbps
B130/300: 250 Mbps

Output Power (at antenna port)

B10-B100
Up to 21 dBm (dependant upon regulation) wall/pole mounting with tilting option
B130/B300
Up to 18 dBm (dependant upon regulation) wall/pole mounting with tilting option

Antenna

B10

RB/BU 5 GHz Integrated Antenna

14° h/v 20 dBi EN 302 085, Class TS 1,2,3,4,5 compliant

B14

RB/BU 2.4 GHz External Antenna

24 dBi, 6° horizontal x 10° vertical flat
RB/BU 2.4 GHz Integrated Antenna
16 dBi 20° horizontal x 20° vertical flat
EN 301 525 v1.1.1 TS 2 (2000-06) compliant

B14-B100

RB/BU 5 GHz External Antenna

23 dBi, 9° flat; 28 dBi, 4.5° flat

RB/BU 5 GHz Integrated Antenna

21 dBi, 10.5° horizontal x 10.5° vertical, flat EN 302 085, Class TS 1,2,3,4,5 compliant

B130/B300

RB/BU 5 GHz External Antenna

ANT,T.S, 4.9-6 GHz,9° Dual polarized,23 dBi, ANT,T.S, 4.9-6 GHz,6° Dual polarized,28 dBi

RB/BU 5 GHz Integrated Antenna

ANT,T.S, 4.9-6 GHz,9° Dual polarized,23 dBi

BREEZE NET

Headquarters

International Corporate HQ
Tel: +972.3.645.6262
Email: corporate-sales@alvarion.com

North America HQ
Tel: +1.650.314.2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Sales Contacts

Australia:
anz-sales@alvarion.com

Asia Pacific:
ap-sales@alvarion.com

Brazil:
brazil-sales@alvarion.com

Canada:
canada-sales@alvarion.com

Caribbean:
caribbean-sales@alvarion.com

China:
cn-sales@alvarion.com

Czech Republic:
czech-sales@alvarion.com

France:
france-sales@alvarion.com

Germany:
germany-sales@alvarion.com

Italy:
italy-sales@alvarion.com

Ireland:
uk-sales@alvarion.com

Japan:
jp-sales@alvarion.com

Latin America:
lasales@alvarion.com

Mexico:
mexico-sales@alvarion.com

Nigeria:
nigeria-sales@alvarion.com

Philippines:
ph-sales@alvarion.com

Poland:
poland-sales@alvarion.com

Portugal:
sales-portugal@alvarion.com

Romania:
romania-sales@alvarion.com

Russia:
info@alvarion.ru

Singapore:
asean-sales@alvarion.com

South Africa:
africa-sales@alvarion.com

Spain:
spain-sales@alvarion.com

U.K.:
uk-sales@alvarion.com

Uruguay:
uruguay-sales@alvarion.com

For the latest contact information
in your area, please visit:
www.alvarion.com/company/locations



© Copyright 2011 Alvarion Ltd. All rights reserved.
Alvarion® its logo and all names, product and service
names referenced herein are either registered trademarks,
trademarks, tradenames or service marks of Alvarion Ltd. In
certain jurisdictions.
All other names are or may be the trademarks of their
respective owners. The content herein is subject to change
without further notice.
Any purchase orders submitted and actual supply of products
and/or grant of licenses are subject to Alvarion's General
Term and Conditions and/or any other effective agreement
between the parties.

213695 rev.0

Data Communication

Standard and Network Compliance

B10-B100
IEEE 802.3 CSMA/CD 1x 10/100BaseT
B130/B300
IEEE 802.3 CSMA CD, ARP filter/proxy
MAC/IP filtering Layer 2 switch 1x or
1x Ethernet 10/100/1000BaseT

VLAN Support

B10-B100
Based on 802.1q
B130/B300
802.1q transparent or frame tagging
and re-tagging

QoS

B10-B100
Wireless Link Prioritization (WLP)

802.1p
DRAP
IP TOS/DSCP
Fast Packet Processing
B130/B300
QoS enforcer
Classification and traffic limiting based
on:
IP ToS/DSCP/802.1p tags
VLAN/IP/MAC address and protocol/
E1/T1 IDU Interfaces
B14-B300
Three 10/100base T. Complies with
IEEE 802.3 LAN, WAN, and local
standards, Four T1/E1: RJ-45. Complies

with ANSI T1.403, ITU-T G.703; AT&T
TR-62411

Security

B10-B100
a. Association protocol - ESSID
b. WEP 128, AES 128, FIPS 197
c. IP level filtering for user addresses or
protocols
d. Access direction and IP address
filtering for management
B130/B300
Mutual key-based authentication
Storm/flood protection
Password protection
Protocol messages encryption
Over-the-air payload encryption
IP Firewall

Configuration Management

Management Options

B10-B100
Monitor via Telnet, SNMP and
configuration upload/download
B130/B300
Configure/monitor SNMP traps, web
interface, CLI

Remote Management Access

From wired LAN, wireless link

Allocation of IP Address

B10-B100
Configurable or automatic (DHCP
client)
B130/B300
DHCP client/server/relay
SW Upgrade
B14-B300
Via TFTP and FTP

Configuration Upload / Download

Via TFTP and FTP
SNMP Agents
B10-B100
SNMP v1 client, MIB II, Bridge MIB,
Private BreezeACCESS® VL MIB
B130/B300
SNMP V1/SNMP V3 MIB II, private
MIB

Electrical Characteristics - RB/BU and E1/T1 IDU

Power consumption

B10-B100: 25W
B130/B300: Up to 20W

Input Power

RB and BU: AC, 100-240 VAC, 50-60
Hz
(DC 10.5-32VDC with OPS-DC add-on
module) E1/T1 IDU: 00 to 260 VAC, 47
to 63 Hz, 24 Watts

Indoor-outdoor Cable

CAT-5 shielded, 90m max

Indicators

B10-B100
Indoor unit: Power, Link and Ethernet
LEDs, Outdoor unit: Status, Ethernet
and W-Link LEDs, SNR 10 LEDs bar
indicator (RB only)
E1/T1 IDU: Front Panel: STATUS
(Serves as front panel providing
overall unit operating conditions),

Back Panel: Local, LAN and WAN
Connection / Link Activity, E1/T1
(DS1 1, 2, 3, 4) Signal Present /
Activity

AC Power

Indoor unit: 3 pin AC power plug
E1/T1 IDU: In-line "brick" power
supply provides 56 VDC to unit
Connectors RJ-45

Physical and Environmental

Dimensions RB/BU

B10-B100
Indoor unit: 16 x 9 x 6 cm (0.55 kg)
Outdoor unit with integrated antenna
in 2.4 GHz:
43.2 x 30.2 x 5.9 cm (2.9 kg)
Outdoor unit with integrated antenna
in 5 GHz:
30.5 x 30.5 x 6.2 cm (3.3 kg)
Outdoor unit detached (w/o antenna):
30.6 x 12 x 4.7 cm (1.85 kg)
B130/B300
SU: 5 x 4 x 2 cm (0.14 kg)
ODU with integrated antenna:
30 x 30 x 8 cm (3.7 kg)

ODU with external antenna

24 x 24 x 5 cm (2.1 kg)
Dimensions E1/T1 IDU
B14-B300
4 cm x 18 cm x 5.9 cm (0.36 kg)
Operating Temperature
B10-B100
Outdoor unit: -40°C to 55°C
Indoor unit: 0°C to 40°C
B130/B300
Outdoor units: -40°C to 60°C
Indoor unit: 0°C to 40°C

Operating Humidity

B10-B100
Outdoor unit: 5%-95% non
condensing, weather protected,
Indoor unit: 5%-95% non condensing
B130/B300
Outdoor units: 100% humidity,
condensing
(exceeds IP65 rating)
Indoor unit: 95% humidity, non-
condensing

Standards and Regulations

Radio

B10-B100
FCC part 15.247, FCC P15.407,
ETSI: EN 302 502, EN 301 893 (1.5.1),
EN 300 440-1/2, EN 300 328
B130/B300
Pending:
FCC part 15.247, FCC P15.407
ETSI: EN 302 502,
EN 301 893 (1.4.1),
EN 300 440-1/2, EN 300 329

EMC

B10-B100
FCC part 15 class B
ETSI: EN 301489-1

Safety

B10-B100
UL 60950-1, EN 60950-1

Lightning Protection

B10-B100
EN 61000-4-5, class 3 (2kV)

Storage

B10-B100
ETS 300 019-2-1 class 1.2E

Transportation

B10-B100
ETS 300 019-2-2 class 2.3T

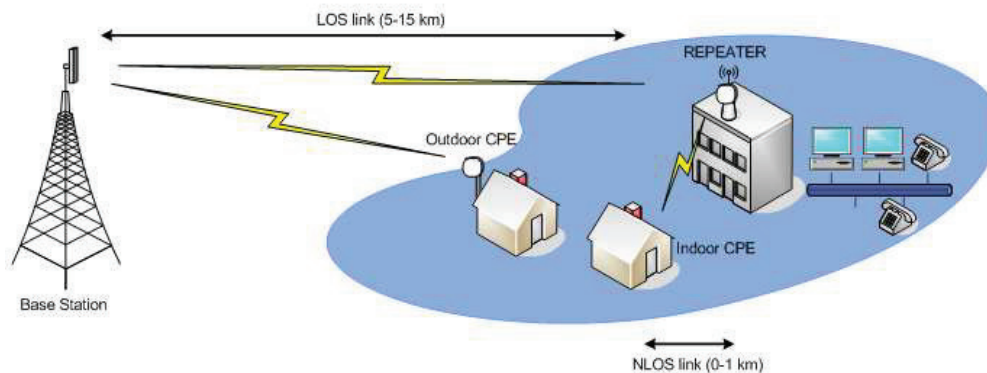
Environmental

B10-B100
Operation: ETS 300 019 part 2-3
class 3.2E for indoor unit
E1/T1 IDU ETS 300 019 part 2-4 class
4.1E for outdoor unit

About Alvarion

Alvarion (NASDAQ:ALVR) is a global 4G communications leader with the industry's most extensive customer base, including hundreds of commercial 4G deployments. Alvarion's industry leading network solutions for broadband wireless technologies WiMAX, TD-LTE and WiFi, enable broadband applications for service providers and enterprises covering a variety of industries such as mobile broadband, residential and business broadband, utilities, municipalities and public safety agencies. Through an open network strategy, superior IP and OFDMA know-how, and ability to deploy large scale end-to-end turnkey networks, Alvarion is delivering the true 4G broadband experience today (www.alvarion.com).

Radio parameters			
Frequency Band	5470-5725 MHz (ETSI) or 5725-5875 MHz (FCC). See ordering options.		
Modulation	OFDM IEEE 802.16-2004 - 256 subcarriers, cyclic prefix 1/4, 1/8, 1/16 or 1/32		
Supported channel bandwidth	1.75, 3.5, 7 and 10 MHz		
Adaptive modulation	BPSK, QPSK, 16QAM and 64QAM		
FEC code rate	1/2, 2/3 and 3/4 concatenated Reed-Solomon and Viterbi		
Maximum output power	+24 dBm		
Maximum repeater gain	120 dB		
Transmit power control	> 40 dB		
Duplexing method	TDD (Time Division Duplexing)		
EVM degradation	< -30 dBc		
Dynamic Frequency Selection	Yes		
Antenna	23 dBi integrated antenna, N-type connector for external antenna		
RF parameters	Modulation	Sensitivity (1.75 MHz)	Sensitivity (10 MHz)
	BPSK-1/2	-97.5 dBm	-90 dBm
	QPSK-1/2	-94.5 dBm	-87 dBm
	QPSK-3/4	-92 dBm	-84.5 dBm
	16QAM-1/2	-89 dBm	-81.5 dBm
	16QAM-3/4	-85.5 dBm	-78 dBm
	64QAM-2/3	-81.5 dBm	-74 dBm
64QAM-3/4	-79.5 dBm	-72 dBm	
Data traffic and Throughput			
Maximum over-the-air data rate	37.7 Mbps (64QAM-3/4, 10 MHz BW)		
ARQ support	Yes, per IEEE 802.16-2004 standard - Selectable per service flow		
Encryption	AES and 3DES		
Quality of Service (QoS)			
Supported QoS types	UGS, RTPS, nRTPS and BE (IEEE 802.16-2004 standard)		
Service differentiation	Layer-2	MAC source/destination address, EtherType, VLAN tag	
	Layer-3	DSCP ToS, IP source/destination address and subnet, Protocol type	
	Layer-4	TCP, UDP source/destination port range	
Management and Provisioning			
Management local interfaces	Web, Command-Line Interface		
Management remote interfaces	SNMP, XML-RPC		
User and services local provisioning	XML local database		
User and services centralized provisioning	AAA Radius, LDAP, XML-RPC		
Network functionality			
Layer-2 Network functionality	Bridging (IEEE 802.1), VLAN (IEEE 802.1q)		
Layer-3 Network functionality	Static/Dynamic routing, NAT, DHCP server/client		
Supported CS	Ethernet, IPv4oEthernet, VLAN, IPv4oVLAN		
Networking modes	Bridge mode, IP routing		
Data interface	10/100 Base-T Ethernet RJ45		
Physical, Mechanical and Electrical			
Size	395 x 265 x 95 mm		
Outdoor Unit Weight	3.2 kg		
Power Supply	802.3af compliant (PoE) through RJ45 connector, or 12VDC through DC input		
Power Consumption	<20 Watts (full traffic conditions)		
Standards Compliance			
WiMAX	IEEE 802.16-2004 + Corrigendum IEEE 802.16-2005		
Radio	ETSI EN 301 893, ETSI EN 302 502		
Environmental	ETSI EN 300 019-1-4 C4.1E (ODU), ETSI EN 300 019-1-3 C3.2 (IDU)		





AirPremier G Outdoor AP/Bridge

Technical Specifications

Standards	<ul style="list-style-type: none"> + IEEE 802.11b/g WLAN + IEEE 802.3/802.3u Ethernet + IEEE 802.3x Flow Control
Ethernet Interface	<ul style="list-style-type: none"> + 10/100BASE-TX Ethernet port
Radio and Modulation Type	<p>For 802.11b:</p> <p>DSSS:</p> <ul style="list-style-type: none"> + DBPSK @ 1Mbps + DQPSK @ 2Mbps + CCK @ 5.5 and 11Mbps <p>For 802.11g:</p> <p>OFDM:</p> <ul style="list-style-type: none"> + BPSK @ 6 and 9Mbps + QPSK @ 12 and 18Mbps + 16QAM @ 24 and 36Mbps + 64QAM @ 48 and 54Mbps <p>DSSS:</p> <ul style="list-style-type: none"> + DBPSK @ 1Mbps + DQPSK @ 2Mbps + CCK @ 5.5 and 11Mbps
Operating Frequency ¹	<ul style="list-style-type: none"> + 2400 to 2483.5MHz
Channel Numbers	<ul style="list-style-type: none"> + 11 Channels (FCC) + 13 Channels (ETSI)
Data Rates	<ul style="list-style-type: none"> + 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 and 6Mbps + 802.11b: 11, 5.5, 2, and 1Mbps
Maximum Transmit Output Power ²	<ul style="list-style-type: none"> 23dBm (typical)
Antennas	<ul style="list-style-type: none"> Dual 5dBi Gain Reverse-N Type dipole antennas
Wireless Operating Range ³	<p>802.11g (Full Power with 5dBi gain diversity dipole antennas):</p> <p>Indoor:</p> <ul style="list-style-type: none"> + 30 m (98 ft) @ 54Mbps + 34 m (112 ft) @ 48Mbps + 56 m (184 ft) @ 18Mbps + 66 m (217 ft) @ 12Mbps + 79 m (259 ft) @ 9Mbps + 99 m (325 ft) @ 6Mbps <p>Outdoor:</p> <ul style="list-style-type: none"> + 112 m (367 ft) @ 54Mbps + 250 m (820 ft) @ 18Mbps + 500 m (1,640 ft) @ 6Mbps
Security	<ul style="list-style-type: none"> + 64/128/152-bit WEP data encryption + WPA-PSK, WPA2-PSK + WPA-EAP, WPA2-EAP + TKIP, AES support + 802.1x Authentication + MAC address filtering user access + WLAN partitioning + Multiple SSID for network segmentation + SSID broadcast disable function + 802.1Q VLAN Tagging + Rogue AP Detection + Network Access Protection



AirPremier G Outdoor AP/Bridge

Configurable Modes	+ Access Point + WDS With AP + WDS
Performance Enhancement	+ AP grouping for load balance
Device Management	+ Web Browser Interface: - HTTP - Secure HTTP (HTTPS) + AP Manager II + D-View + SNMP support - Private MIB + Command Line Interface: - Telnet - Secure (SSH) Telnet
Diagnostic LEDs	+ Power LED + 10/100Mbps +802.11b/g
Accessories Provided for Outdoor Installation	+ 2 surge arrestors + PoE base unit + RF jumper cable (1 meter long) + Ethernet cable (30 meters long) + Set of grounding wires + 2 mounting kits (Wall mount and Pole mount)
Operating Voltage	48VDC +/- 10% for PoE
Power Consumption	+ 8.5 watts (max.) with PoE (with heater OFF) + 28.5 watts (max.) with PoE (with heater ON) ⁴
Dimensions	+ 277.7 (L) x 155 (W) x 45 (H) mm (10.93 x 6.10 x 1.77 inches)
Weight	+ 1.82 kg (4.1 lbs)
Operating Temperature	+ -40° to 60° C (-40° to 140° F)
Storage Temperature	+ -40° to 65° C (-40° to 149° F)
Operating Humidity	+ 5% to 95% non-condensing, all-weather enclosure
Certifications	+ FCC Class B + CE + IC + C-Tick + Wi-Fi + NCC + IP68

¹ Maximum wireless signal rate based on IEEE 802.11g specifications. Actual data throughput will vary. Network conditions and environmental factors, including volume of network traffic, building materials and construction, and network overhead may lower actual data throughput rate.

² Maximum power setting will vary according to individual country regulations.

³ Environmental factors may adversely affect operation range.

⁴ Power consumption may exceed 802.3af PoE standard when heater is in operation; connect this device through the included PoE Base Unit.



Data Sheet

Fujitsu PRIMERGY RX200 S7 Dual socket 1 U rack server

Maximum productivity in a 1U housing

The PRIMERGY RX Rack Server family is the perfect platform to form dynamic infrastructures for your business processes today and in the coming decade. You will thus benefit several times over from our recognized experience in optimized data center technology and our innovative strength in developing energy-efficient and cost/performance-optimized rack systems for universal use. PRIMERGY rack servers, built upon industry standards, focus from a functional viewpoint on core features: energy efficiency, reliability, optimized for virtualization, ease of operation and maintenance, flexibility for your future. And thus they notably meet your requirements for outstanding cost efficiency. Optimal operating costs and long-term usability comply with the IT quality required by your customers. Our responsibility goes way beyond the hardware as our tailor-made service packages mean that you can rely on the best support for your IT during its whole lifecycle.

PRIMERGY RX200 S7

The Fujitsu PRIMERGY RX200 S7 is a rack server that provides high performance, expandability and energy efficiency in 1U space saving housing. Thus, the PRIMERGY RX200 S7 is ideal for virtualization and cloud, small databases as well as for high performance computing thanks to the top performance of the new Intel® Xeon® E5 product family. Moreover, the RX200 S7 delivers a great expandability, by supporting up to 768 GB of memory, eight hard disk drives and cost-saving Modular LAN options to ensure future requirements are met and budgets are saved. Thanks to the highly efficient power supply units with an efficiency rate of 94% and the new power management this will result in lower operational

costs.



Software Features

L2 Features

- MAC Address Table
 - 16,000 entries
- Flow Control
 - 802.3x Flow Control
 - HOL Blocking Prevention
- IGMP Snooping
 - IGMP v1/v2 Snooping
 - Supports 256 IGMP groups
 - Supports at least 64 static multicast addresses
 - IGMP per VLAN
 - Supports IGMP Snooping Querier
- Spanning Tree Protocol
 - 802.1D STP
 - 802.1w RSTP
- Loopback Detection
- 802.3ad Link Aggregation
 - DGS-1210-20:
Max. 10 groups per device/8 ports per group
 - DGS-1210-28/28P:
Max. 14 groups per device/8 ports per group
 - DGS-1210-52:
Max. 26 groups per device/8 ports per group
- Port Mirroring
 - One-to-One, Many-to-One
 - Supports Mirroring for Tx/Rx/Both
- Multicast Filtering
 - Forwards all unregistered groups
 - Filters all unregistered groups
- LLDP, LLDP-MED

VLAN

- 802.1Q
- VLAN Group
 - Max. 256 static VLAN groups
 - Max. 4094 VIDs
- Management VLAN
- Asymmetric VLAN
- Auto Voice VLAN
 - Max. 10 user-defined OUI
 - Max. 8 default OUI
- Auto Surveillance VLAN

QoS (Quality of Service)

- 802.1p Quality of Service
- 4 queues per port
- Queue Handling
 - Strict
 - Weighted Round Robin (WRR)
- CoS based on
 - 802.1p Priority Queues
 - DSCP
 - ToS1
- Bandwidth Control
 - Port-based (Ingress/Egress, min. granularity for 10/100/1000Base-T ports is 64 Kb/s)
- Configurable MDI/MDIX
- SNMP
 - Supports v1, v2, v3
- SNMP Trap
- System Log
 - Max. 500 log entries
- BootP/DHCP Client

Access Control List (ACL)

- DGS-1210-20/28/28P
 - Max. 50 profiles
 - Max. 240 rules shared by profiles
 - Single or multiple ports (each rule)
- DGS-1210-52
 - Max. 50 profiles
 - Max. 450 rules shared by profiles
- ACL based on
 - MAC Address
 - IPv4 Address (ICMP/IGMP/TCP/UDP)
 - 802.1p
 - DSCP
 - Ether type
- ACL Actions
 - Permit
 - Deny

Security

- Port Security
 - Supports up to 64 MAC addresses per port
- Broadcast/Multicast/Unicast Storm Control
- Static MAC
- D-Link Safeguard Engine
- DHCP Server Screening
- Trusted Host
- ARP Spoofing Prevention
 - Max. 64 entries
- SSL
 - Supports v1/v2/v3
 - Supports IPv4/IPv6
- Traffic Segmentation
- Smart Binding
 - Supports 512 entries of IP-MAC-Port binding
 - Discover connected devices and click to bind
 - Inspect ARP packets and/or IP packets
 - Supports DHCP Snooping

AAA

- 802.1X Port-based Authentication
 - Supports RADIUS Server
 - Supports EAP, OTP, TLS, TTLS, PEAP
- OAM
- Cable Diagnostics
- Factory Reset

MIB

- 1213 MIB II
- 1493 Bridge MIB
- 1907 SNMP v2 MIB
- 1215 Trap Convention MIB
- 2233 Interface Group MIB
- D-Link Private MIB
- Power-Ethernet MIB
- LLDP MIB
- SNMP
- ICMPv6
- IPv4/v6 Dual Stack
- DHCP Auto Configuration
- RMON v1
- Time-based PoE (PoE model only)

RFC Standard Compliance

- RFC 783 TFTP
- RFC 854 Telnet Server
- RFC 951 BootP/DHCP Client
- RFC 1157 SNMP v1, v2, v3
- RFC 1213 MIB II, IF MIB
- RFC 1215 MIB Traps Convention
- RFC 1350 TFTP
- RFC 1493 Bridge MIB
- RFC 1542 BootP/DHCP Client
- RFC 1769 SNTp
- RFC 1901 SNMP v1, v2, v3
- RFC 1907 SNMP v2 MIB
- RFC 1908 SNMP v1, v2, v3
- RFC 2068 FCS
- RFC 2131 BootP/DHCP Client
- RFC 2138 RADIUS Authentication
- RFC 2139 RADIUS Authentication
- RFC 2233 Interface Group MIB
- RFC 2246 SSL
- RFC 2475
- RFC 2570 SNMP v1, v2, v3
- RFC 2575 SNMP v1, v2, v3
- RFC 2598 CoS
- RFC 2616 FCS
- RFC 2618 RADIUS Authentication
- RFC 2819 RMON v1
- RFC 2865 RADIUS Authentication
- RFC 3164 System Log
- RFC 3195 System Log
- RFC 3411-17 SNMP
- RFC 3621 Power Ethernet MIB

Management

- Multi-Language Web-based GUI
 - English (default)
 - Simplified Chinese
 - Traditional Chinese
 - French
 - German
 - Italian
 - Japanese
 - Portuguese
 - Russian
 - Spanish
- SmartConsole Utility
- Simplified CLI
- Telnet Server
- RFC1492 TACACS
- RFC3176 sFlow

D-Link Green 3.0 Technology

- Power Saving by:
 - Link Status
 - Cable Length detection
 - LED or Port Shutoff
 - Port Standby mode
 - System Hibernation mod

¹ IPv6 management and configuration supported since firmware v3.10

DGS-3620 Series

xStack Gigabit Layer 3+ Managed Switches

Software Features

Stackability

- Virtual Stacking Support
 - D-Link Single IP Management
 - Up to 32 devices per virtual stack
 - Up to 20G stacking bandwidth
- Physical Stacking
 - Supports Duplex Chain/Ring topology
 - Up to 40G stacking bandwidth
 - Up to 12 units per stack

L2 Features

- MAC Address Table: 32K
- Flow Control
 - 802.3x Flow Control
 - HOL Blocking Prevention
- Jumbo Frame up to 13K Bytes
- IGMP snooping
 - IGMP v1/v2/v3 Snooping
 - Supports 1 K groups
 - Port/Host-based
 - IGMP Snooping -Fast Leave
- MLD Snooping
 - MLD v1 Snooping
 - Supports 1K groups
 - Host-based MLD Snooping Fast Leave
- Spanning Tree
 - 802.1D-2004 STP
 - 802.1w RSTP
 - 802.1Q-2005 MSTP
 - BPDU filtering
 - Root Restriction
- Loopback Detection
- 802.3ad Link Aggregation
 - Max. 32 groups per device
 - 8 Gigabit ports or 2 10 Gigabit ports per group
- Port Mirroring
 - Support 4 Mirroring Groups
 - Support One-to-One, Many-to-One, Flow-based, and RSPAN mirroring
- L2 Protocol Tunneling
- ERPS (Ethernet Ring Protection Switching)

VLAN

- VLAN Group
 - Max. 4K Static VLAN Groups
 - Max. 255 Dynamic VLAN Groups
- 802.1Q Tagged VLAN
- 802.1v Protocol VLAN
- GVRP
- Double VLAN (Q-in-Q)
 - Port-based Q-in-Q
 - Selective Q-in-Q
- MAC-based VLAN
- VLAN Trunking
- Super VLAN

L3 Features

- 256 IP interfaces
- Loopback interface
- VRRP
- IPv6 Ready Phase 2
- Proxy ARP
- Gratuitous ARP
- IPv6 Tunneling⁵
 - Static
 - ISATAP
 - GRE
 - 6to4

L3 Routing

- 12K hardware routing entries shared by IPv4/v6
 - Max. 12K IPv4 routes
 - Max. 6K IPv6 routes
- 8K hardware L3 forwarding entries shared by IPv4/v6
 - Max. 8K IPv4 entries
 - Max. 4K IPv6 entries
- 256 static routing entries for IPv4, 128 entries for IPv6
 - Supports ECMP/WCMP
- Policy-based Routing

- RIP v1/v2
- RIPng (IPv6)⁵
- OSPF
 - OSPF v2
 - OSPF v3 (IPv6)⁵
 - OSPF Passive Interface
 - Stub/NSSA Area
 - OSPF Equal Cost Route
- BGP v4⁵
- BGP+^{5,6}

MPLS⁵

- VPF⁶
- Label Management⁶
- LDP⁶
- MPLS L3 VPN (MPLS/BGP VPN)⁶
- MPLS L2 VPN⁶
- VPLS⁶

Multicasting

- 2K hardware multicast groups
- PIM-DM
- PIM-SM
- PIM Sparse - Dense Mode
- IGMP v1/v2/v3
- PIM-SM v6⁵
- DVMRP v3⁵

QoS (Quality of Service)

- 802.1p Class of Service (CoS)
- 8 queues per port
- Queue Handling
 - Strict
 - Weighted Round Robin (WRR)
 - Strict + WRR
- CoS based on
 - Switch Port
 - VLAN ID
 - 802.1p Priority Queues
 - MAC Address
 - IPv4/v6 Address
 - DSCP
 - Protocol Type
 - IPv6 Traffic Class
 - IPv6 Flow Label
 - TCP/UDP Port
 - User-defined Packet Content
- Supports following actions for flows:
 - Remark 802.1p Priority Tag
 - Remark TOS/DSCP Tag
 - Bandwidth Control
 - Flow Statistics
 - Committed Information Rate (CIR), min granularity 1 Kbps.
- Bandwidth Control
 - Port-based (Ingress/Egress, min granularity 64 Kbps)
 - Flow-based (Ingress, min. granularity 64 Kbps)
- Time-based QoS

ACL (Access Control List)

- Ingress ACL: support up to 6 profiles and 256 rules per profile
- Egress ACL: support up to 4 profiles and 128 rules per profile
- ACL based on
 - 802.1p Priority
 - VLAN ID
 - MAC Address
 - Ether Type
 - IPv4/v6 Address
 - DSCP
 - Protocol Type
 - TCP/UDP Port Number
 - IPv6 Traffic Class
 - IPv6 Flow Label
 - User-defined Packet Content
- ACL Statistics
- Time-based ACL
- CPU interface filtering

Security

- SSH v2
- SSL v1/v2/v3
- Port Security up to 16 MAC addresses per port
- Broadcast/Multicast/Unicast Storm Control
- Traffic Segmentation
- IP-MAC
 - Port Binding
 - ARP Packet Inspection
 - IP Packet Inspection
 - DHCP Snooping
 - DHCPv6 and NDP Snooping
 - Supports up to 500 Address Binding Entries per device
- D-Link Safeguard Engine
- DHCP Server Screening
- CPU Interface Filtering
- ARP Spoofing Prevention
- BPDU Attack Protection

AAA

- 802.1X -Port-based Access Control
 - Host-based Access Control
 - Dynamic VLAN Assignment
- Web-based Access Control (WAC)
 - Port-based Access Control
 - Host-based Access Control
 - Dynamic VLAN Assignment
- MAC-based Access Control (MAC)
 - Port-based Access Control
 - Host-based Access Control
 - Dynamic VLAN Assignment
- Japan Web-based Access Control (JWAC)
 - Host-based Access Control
- Microsoft® NAP
 - Supports 802.1X NAP
 - Supports DHCP NAP
- Guest VLAN
- RADIUS and TACACS+ authentication for switch access
- 4-Level user account

Management

- Web-based GUI
- Command Line Interface (CLI)
- Telnet Server
- Telnet Client
- TFTP Client
- ZModem
- SNMP v1/v2c/v3
- SNMP Trap
- System Log
- RMON v1
 - Supports 1,2,3,9 Groups
- RMON v2
 - Supports ProbeConfig Group
- sFlow
- LLDP/LLDP-MED
- BootP/DHCP Client
- DHCP Auto-Configuration
- DHCP Relay
- DHCP Relay Option 60; 61
- DHCP Relay Option 82
- DHCP Server
- Flash File System
- Multiple Images
- Multiple Configurations
- CPU Monitoring
- Debug Command
- SNTP
- ICMPv6
- DHCPv6 Client
- DHCPv6 Relay
- DHCPv6 Server
- Trusted Host
- MTU Setting
- Microsoft® NLB Support
- UDP helper⁶

Technical Specifications	DFL-210	DFL-800	DFL-1600	DFL-2500
--------------------------	---------	---------	----------	----------



Interfaces	Multiple User-Configurable Ports	1 Ethernet WAN Port 1 Ethernet DMZ Port ² 4 Ethernet LAN Ports	2 Ethernet WAN Ports 1 Ethernet DMZ Port ² 7 Ethernet LAN Ports	6 User-Configurable Gigabit Ports	8 User-Configurable Gigabit Ports
System Performance ³	Firewall Throughput	80Mbps	150Mbps	320Mbps	600Mbps
	VPN Throughput	25Mbps	50Mbps	120Mbps	235Mbps
	Concurrent Sessions	12,000	25,000	400,000	1,000,000
	Policies	500	1,000	2,500	4,000
Firewall System	Transparent Mode	✓	✓	✓	✓
	NAT, PAT	✓	✓	✓	✓
	Dynamic Routing Protocol	–	OSPF		
	H.323 NAT Traversal	✓	✓	✓	✓
	Time-Scheduled Policies	✓	✓	✓	✓
	Application Layer Gateway (ALG)	✓	✓	✓	✓
	Proactive Network Security	–	ZoneDefense		
Networking	DHCP Server/Client	✓	✓	✓	✓
	DHCP Relay	✓	✓	✓	✓
	Policy-Based Routing	✓	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q VLAN	8	16	128	1024
	IP Multicast	IGMP v3			
Virtual Private Network (VPN)	Encryption Methods (DES/3DES/AES/Twofish/Blowfish/CAST-128)	✓	✓	✓	✓
	Dedicated VPN Tunnels	100	300	1,200	2,500
	PPTP/L2TP Server	✓	✓	✓	✓
	Hub and Spoke	✓	✓	✓	✓
	IPSec NAT Traversal	✓	✓	✓	✓
System Management	Console Interface	RS-232			
	Web-Based User Interface	HTTP, HTTPS			
	Command Line/SSH	✓	✓	✓	✓
	Firmware Upgrade	✓	✓	✓	✓
	Config. Backup/Restore	✓	✓	✓	✓