

**ANALISI CONOSCITIVA
SULL'ATTRIBUZIONE, L'ASSEGNAZIONE E
L'UTILIZZO DELLO SPETTRO
RADIOELETTRICO**

Deliverable D03

Relazione sull'analisi preliminare dell'utilizzo dello spettro
nelle bande oggetto di inventario

Sommario

1	Sigle e abbreviazioni	1
2	Premessa.....	3
3	Struttura del documento	3
4	Scelta dei casi di studio	4
5	Richiami metodologici	4
6	L'impiego della banda 3400-3600 MHz in Italia.....	6
6.1	Fonti.....	6
6.2	La realizzazione dell'inventario.....	6
6.2.1	<i>Allocazioni nominali della banda: PNRF</i>	6
6.2.2	<i>I diritti d'uso per la banda</i>	8
6.2.2.1	<i>Licenziatari</i>	8
6.2.2.2	<i>Durata delle licenze</i>	9
6.2.2.3	<i>Estensione geografica</i>	9
6.2.2.4	<i>Obblighi di copertura</i>	13
6.2.2.5	<i>Canone per i diritti d'uso</i>	14
6.2.3	<i>Interfacce radio</i>	14
6.2.4	<i>Utilizzo effettivo della banda</i>	14
6.2.4.1	<i>Utilizzo fisso/mobile</i>	15
6.2.4.2	<i>Penetrazione del servizio WiMAX</i>	15
6.2.4.3	<i>Numero di utilizzatori</i>	15
6.2.4.4	<i>Possibili criticità in termini di interferenze</i>	15
6.2.4.5	<i>Trend della domanda di spettro</i>	15
6.2.4.6	<i>Piani di refarming e/o di migrazione/rilascio</i>	15
6.2.4.7	<i>Dismissione di specifici sistemi</i>	15
7	L'impiego della banda 863-870 MHz	16
7.1	Fonti.....	16
7.2	La realizzazione dell'inventario.....	16
7.2.1	<i>Allocazioni nominali della banda: PNRF</i>	16
7.2.1.1	<i>La regolamentazione Europea</i>	18
7.2.2	<i>I diritti d'uso per l'utilizzo della banda</i>	19
7.2.3	<i>Interfacce radio</i>	19
7.2.4	<i>Utilizzo effettivo della banda in Italia</i>	20
7.2.4.1	<i>Tipo di applicazioni</i>	21

7.2.4.2	<i>Tecnologie utilizzate</i>	22
7.2.4.3	<i>Estensione geografica</i>	22
7.2.4.4	<i>Numero di dispositivi venduti per anno</i>	22
7.2.4.5	<i>Trend della domanda di spettro</i>	23
7.2.4.6	<i>Piani di dismissione di specifici sistemi</i>	23
7.2.4.7	<i>Campagne di monitoraggio</i>	23
8	L'impiego della banda 2300-2400 MHz	24
8.1	Fonti	24
8.2	La realizzazione dell'inventario	24
8.2.1	<i>Allocazioni nominali della banda: PNRF</i>	24
8.2.2	<i>I diritti d'uso per l'utilizzo della banda</i>	25
8.2.3	<i>Interfacce radio</i>	26
8.2.4	<i>Utilizzo effettivo della banda in Italia</i>	26
8.2.4.1	<i>Tipo di collegamento</i>	26
8.2.4.2	<i>Numero di collegamenti</i>	26
8.2.4.3	<i>Strumenti di pianificazione</i>	26
8.2.4.4	<i>Possibili criticità in termini di interferenze</i>	27
8.2.4.5	<i>Trend della domanda di spettro</i>	27
8.2.4.6	<i>Piani di migrazione/rilascio</i>	27
9	L'impiego dello spettro da parte della radioastronomia	28
9.1	Fonti	28
9.2	Le bande per la radioastronomia	28
9.3	Utilizzatori	32
9.4	Interfacce radio	32
9.5	Utilizzo dello spettro per la radioastronomia in Italia	32
9.5.1	<i>Le bande impiegate</i>	33
9.5.2	<i>Tecnologie</i>	33
9.5.3	<i>Numero di installazioni</i>	33
9.5.4	<i>Estensione geografica</i>	34
9.5.5	<i>Trend della domanda di spettro</i>	34
9.5.6	<i>Piani di dismissione o migrazione/rilascio</i>	34
10	Analisi dell'efficienza d'uso	35
10.1	Stima dell'efficienza tecnica per i casi di studio in esame	35
10.1.1	<i>Stima dell'efficienza tecnica per la banda 3400-3600 MHz</i>	35
10.1.1.1	<i>Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale</i>	35

10.1.1.2	Utilizzo della banda.....	36
10.1.1.3	Condivisione delle risorse spettrali.....	36
10.1.1.4	Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica.....	36
10.1.2	Stima dell'efficienza tecnica per la banda 863-870 MHz.....	36
10.1.2.1	Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale.....	36
10.1.2.2	Utilizzo della banda.....	36
10.1.2.3	Condivisione delle risorse spettrali.....	37
10.1.2.4	Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica.....	37
10.1.3	Stima dell'efficienza tecnica per la banda 2300-2400 MHz.....	37
10.1.3.1	Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale.....	37
10.1.3.2	Utilizzo della banda.....	37
10.1.3.3	Condivisione delle risorse spettrali.....	37
10.1.3.4	Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica.....	38
10.1.4	Stima dell'efficienza tecnica per le bande impiegate per la radioastronomia.....	38
10.1.4.1	Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale.....	38
10.1.4.2	Utilizzo della banda.....	38
10.1.4.3	Condivisione delle risorse spettrali.....	38
10.1.4.4	Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica.....	38
10.2	Stima dell'efficienza economica per i casi di studio in esame.....	39
10.2.1	Stima dell'efficienza economica per la banda 3400-3600 MHz.....	39
10.2.2	Stima dell'efficienza economica per la banda 863-870 MHz.....	41
10.2.3	Stima dell'efficienza economica per la banda 2300-2400 MHz.....	42
10.2.4	Stima dell'efficienza economica per le bande impiegate per la radioastronomia.....	42
10.2.5	Stima qualitativa dell'efficienza economica per le bande oggetto di studio.....	43
10.3	Stima dell'impatto sociale per i casi di studio in esame.....	44
10.3.1	Stima dell'impatto sociale per la banda 3400-3600 MHz.....	44
10.3.1.1	Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione.....	44
10.3.1.2	Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità.....	45
10.3.1.3	Inclusione sociale e resistenza all'esclusione.....	45
10.3.1.4	Contributo a uno sviluppo sostenibile.....	45
10.3.1.5	Sviluppo regionale-locale.....	45
10.3.1.6	Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica.....	45
10.3.1.7	Crescita dei vantaggi competitivi regionali.....	46
10.3.1.8	Ricerca e sviluppo.....	46
10.3.2	Stima dell'impatto sociale per la banda 863-870 MHz.....	46

10.3.2.1	<i>Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione</i>	46
10.3.2.2	<i>Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità</i>	47
10.3.2.3	<i>Inclusione sociale e resistenza all'esclusione</i>	47
10.3.2.4	<i>Contributo a uno sviluppo sostenibile</i>	47
10.3.2.5	<i>Sviluppo regionale-locale</i>	47
10.3.2.6	<i>Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica</i>	47
10.3.2.7	<i>Crescita dei vantaggi competitivi regionali</i>	47
10.3.2.8	<i>Ricerca e sviluppo</i>	47
10.3.3	<i>Stima dell'impatto sociale per la banda 2300-2400 MHz</i>	48
10.3.3.1	<i>Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione</i>	48
10.3.3.2	<i>Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità</i>	48
10.3.3.3	<i>Inclusione sociale e resistenza all'esclusione</i>	48
10.3.3.4	<i>Contributo a uno sviluppo sostenibile</i>	49
10.3.3.5	<i>Sviluppo regionale-locale</i>	49
10.3.3.6	<i>Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica</i>	49
10.3.3.7	<i>Crescita dei vantaggi competitivi regionali</i>	49
10.3.3.8	<i>Ricerca e sviluppo</i>	49
10.3.4	<i>Stima dell'impatto sociale per le bande impiegate per la radioastronomia</i>	50
10.3.4.1	<i>Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione</i>	51
10.3.4.2	<i>Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità</i>	51
10.3.4.3	<i>Inclusione sociale e resistenza all'esclusione</i>	51
10.3.4.4	<i>Contributo a uno sviluppo sostenibile</i>	51
10.3.4.5	<i>Sviluppo regionale-locale</i>	51
10.3.4.6	<i>Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica</i>	51
10.3.4.7	<i>Crescita dei vantaggi competitivi regionali</i>	51
10.3.4.8	<i>Ricerca e sviluppo</i>	51
10.4	<i>Stima dell'efficienza dell'uso dello spettro per i casi di studio in esame</i>	52
10.4.1	<i>Considerazioni sulle stime di efficienza</i>	52
11	<i>Conclusioni</i>	53
12	<i>Riferimenti bibliografici</i>	54
13	<i>Storia del documento</i>	55
<i>Appendice A: il caso di studio dell'Emilia-Romagna per la banda 3400-3600 MHz</i>		56
A.1	<i>Fonti</i>	56
A.2	<i>La realizzazione dell'inventario</i>	56
A.2.1	<i>I diritti d'uso per la banda</i>	56

<i>A.2.2 Interfacce radio</i>	56
<i>A.2.3 Utilizzo effettivo della banda</i>	57
<i>A.2.3.1 I siti presenti in Emilia-Romagna</i>	57
<i>A.2.3.2 Informazioni sulla copertura del servizio</i>	58
<i>A.2.3.3 Ulteriori informazioni</i>	59
<i>A.3 Stima dell'efficienza d'uso</i>	59
<i>A.3.1 Stima dell'efficienza tecnica</i>	59
<i>A.3.2 Stima dell'efficienza economica</i>	60
<i>A.3.3 Stima dell'impatto sociale</i>	61
<i>A.3.4 Stima dell'efficienza dell'uso dello spettro</i>	61

1 Sigle e abbreviazioni

Le sigle ed abbreviazioni utilizzate nel presente documento hanno i significati qui sotto riportati.

AFA	Adaptive Frequency Agility
AGCOM	Autorità per le garanzie nelle comunicazioni
AM	Amplitude Modulation
ANITEC	Associazione Nazionale Industrie Informatica, Telecomunicazioni ed Elettronica di Consumo
Autorità	Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (ove non diversamente specificato)
ARPA	Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente
ARPU	Average Revenue Per User
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ASK	Amplitude Shift Keying
BWA	Broadband Wireless Access
BEM	Block Edge Mask
CCE	Codice delle Comunicazioni Elettroniche
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
CRAF	Committee on Radioastronomy Frequencies
DC	Duty Cycle
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
ECC	Electronic Communications Committee
EFIS	ECO Frequency Information System
FSK	Frequency Shift Keying
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FM	Frequency Modulation
Fondazione	Fondazione Ugo Bordoni (ove non diversamente specificato)
FUB	Fondazione Ugo Bordoni
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
KPI	Key Performance Indicator
IMT	International Mobile Telecommunications
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
IRA	Istituto di Radioastronomia

ISTAT	Istituto nazionale di statistica
ITU	International Telecommunication Union
LBT	Listen Before Talking
LSA	Licensed Shared Access
MFCN	Mobile Fixed Communications Network
MSE	Ministero Sviluppo Economico
MSK	Minimum Shift Keying
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
PIL	Prodotto Interno Lordo
PNRF	Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze
P-MP	Collegamenti punto-multipunto
P-P	Collegamenti punto-punto
PR-ASK	Phase Reversed Amplitude Shift Keying
RFID	Radio Frequency Identification
SRD	Short Range Device
TDD	Time Division Duplex
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
WiMAX	Worldwide Interoperability for Wireless Access
WGFM	Working Group Frequency Management

2 Premessa

Il presente documento costituisce il terzo rilascio nell'ambito del progetto "Analisi conoscitiva sull'attribuzione, l'assegnazione e l'utilizzo dello spettro radioelettrico" (di seguito Progetto), svolto dalla Fondazione Ugo Bordoni su incarico dell'Autorità per le Garanzie nelle Comunicazioni [1].

In continuità con le attività di studio condotte nell'ambito del Progetto e in linea con gli obiettivi dello stesso, il documento descrive l'applicazione ad alcuni casi di studio delle metodologie sviluppate dalla Fondazione e presentate nei precedenti rilasci del Progetto [2][3] per la realizzazione dell'inventario e la determinazione dell'efficienza d'uso dello spettro.

I casi di studio analizzati costituiscono un insieme di bande e/o applicazioni, selezionati all'interno dell'intervallo di frequenze di interesse ai fini del Progetto compreso tra 400 MHz e 6 GHz e ritenuti di particolare rilievo per lo scenario italiano, anche alla luce delle attività attualmente condotte in ambito internazionale.

Lo scopo delle analisi sui casi di studio presentati è quello di verificare la applicabilità delle metodologie proposte, considerare i risultati ottenuti e formulare ogni utile considerazione o miglioria per poter poi completare le attività del Progetto. Si osservi in tal senso, che in linea con quanto previsto dal Progetto, questo documento rappresenta un primo elemento della seconda fase dei lavori: rispetto agli studi teorici della prima parte del progetto, le attività dovranno essere caratterizzate da un maggiore grado di applicatività.

3 Struttura del documento

Dopo la descrizione dei casi di studio selezionati (Capitolo 4) e un breve richiamo metodologico (Capitolo 5), il presente documento contiene dal Capitolo 6 al Capitolo 9 le analisi finalizzate all'inventario dello spettro radio, condotte nel rispetto dei formati e delle procedure descritte in [2] e applicate ai casi di studio di interesse.

La successiva parte del documento (Capitolo 10) contiene invece le stime di efficienza dell'uso dello spettro, ottenute secondo la metodologia descritta in [3].

Le principali conclusioni del presente lavoro sono tratte al Capitolo 11.

Il documento contiene anche un'appendice (Appendice A) dedicata alla realizzazione delle analisi per uno dei casi di studio su un'area territoriale più ridotta rispetto al caso dell'intero territorio nazionale. In particolare, come sarà chiaro nel seguito, l'analisi dei sistemi BWA basati su tecnologia WiMAX, selezionati come caso di studio di interesse è stata condotta in prima battuta per l'area della Regione Emilia-Romagna allo scopo di testare su un caso circoscritto le metodologie, poi applicate a tutta Italia.

4 Scelta dei casi di studio

Per quanto riguarda la scelta di casi di studio ritenuti significativi nell'intervallo di frequenze oggetto di inventario, si è deciso di focalizzarsi su 5 distinte bande e/o applicazioni che siano sufficientemente rappresentative dei diversi possibili utilizzi dello spettro. La selezione delle bande e/o delle applicazioni è avvenuta considerando anche i lavori condotti in ambito internazionale ed europeo. Nello specifico, le bande selezionate sono:

- la banda 3400-3600 MHz per i servizi di accesso radio a banda larga tramite tecnologia WiMAX
- la banda 863-870 MHz per i servizi basati sull'impiego di Short Range Device
- la banda 2300-2400 MHz; questo intervallo di frequenze rappresenta una banda allocata per i sistemi IMT a livello globale e in relazione ad essa vi è oggi uno spiccato interesse in ambito internazionale, anche allo scopo di promuoverne l'uso efficiente.
- bande impiegate per la radioastronomia
- bande per i servizi della Difesa.

Le attività di analisi sui casi di studio sono volte a individuare quali frequenze analizzare, quali dati acquisire con riferimento a ciascuna banda di frequenze, su che area estendere la ricerca, e sulle modalità di reperimento delle informazioni necessarie. Un ulteriore fondamentale obiettivo delle analisi sui casi di studio è l'applicazione su scala nazionale delle metodologie per la valutazione dell'efficienza dell'uso dello spettro a partire dalle informazioni collezionate per i casi di studio.

Le analisi sui casi di studio selezionati sono condotte in relazione a tutto il territorio nazionale. Per il caso di studio relativo alla banda 3400-3600, è stato dapprima considerato il caso di studio su scala regionale dell'Emilia Romagna. La motivazione di tale scelta risiede nella maggior facilità sia di reperire informazioni, per i contatti in essere tra Fondazione e altri Enti istituzionali operanti a carattere locale, sia di sviluppare metodologie di indagine su scala ridotta per applicarle successivamente a tutto il territorio nazionale.

In relazione alla modalità di reperimento dei dati, si è fatto ricorso a dati pubblicamente accessibili o resi disponibili da Enti istituzionali appositamente contattati. Le informazioni sono state acquisite generalmente per mezzo di colloqui frontali. Sono in particolare stati acquisiti i dati disponibili sul sistema EFIS, ove disponibili. Come risulterà evidente nel seguito, il grado di accuratezza e di disponibilità dei dati varia molto in funzione dell'interlocutore e del caso di studio in esame.

In particolare per il caso delle bande usate dal Ministero della Difesa, non è stato possibile ottenere informazioni utili ai fini del presente documento. Problemi analoghi sono stati sperimentati anche nell'ambito degli studi condotti dalla Commissione Europea [4].

In relazione alle bande utilizzate dal Ministero della Difesa non è stato quindi possibile ottenere alcun risultato. Per completezza occorre citare che, al momento, a livello europeo è in corso la definizione di un insieme minimo di informazioni che la NATO si è resa disponibile a comunicare all'EFIS circa l'utilizzo di specifiche bande impiegate per scopi militari.

5 Richiami metodologici

Per condurre le analisi richieste dall'inventario dello spettro radio è quanto più possibile necessario disporre dei dati descritti al paragrafo 12.4 del Deliverable D01 [2]. In particolare, occorre considerare innanzitutto i dati sulle allocazioni nominali, come compaiono nel Piano di Ripartizione Nazionale delle Frequenze (PNRF), il cui formato è richiamato in Figura 1. Ai fini dell'inventario occorre poi acquisire i dati circa i diritti d'uso, secondo il formato di Figura 2, sulle interfacce radio impiegate (Figura 3) e i dati necessari per valutare l'utilizzo effettivo e l'efficienza d'uso dello spettro radio. In relazione a quest'ultimo aspetto occorre sottolineare che il formato dei dati descritto in [2] varia in funzione del particolare servizio/applicazione; il

formato specifico di interesse per ciascuno dei casi di studio analizzati è quindi riportato nel relativo capitolo del presente documento.

I dati raccolti ai fini dell'inventario dello spettro consentono la stima dell'efficienza dell'uso dello spettro, valutata come combinazione di diversi termini che tengono conto dell'efficienza tecnica, economica e dell'impatto sociale, come descritto in [3].

BAND	Service	Band Holder	Utilisation	International Regulation
------	---------	-------------	-------------	--------------------------

Figura 1. Formato record per i dati relativi alle allocazioni nominali dello spettro (PNRF)

BAND	Lisence Holder	Expiry date	Location information	Coverage obligation	Primary or secondary use	Lisencing approach	Fee	Spectrum Trading
------	----------------	-------------	----------------------	---------------------	--------------------------	--------------------	-----	------------------

Figura 2. Formato record per i dati relativi ai diritti d'uso dello spettro

BAND	Radiocommunication Service	Application	Channeling	Occupied	Modulation/ bandwidth	Direction/ Separation	Transmit Power / Power Density	Channel access and occupation rules	Authorisation Regime	Additional essential requirements according to Art. 3.3 of R&TTE	Frequency planning assumptions	Planned changes	Reference	Notification number	Remarks
------	----------------------------	-------------	------------	----------	-----------------------	-----------------------	--------------------------------	-------------------------------------	----------------------	--	--------------------------------	-----------------	-----------	---------------------	---------

Figura 3. Formato record per i dati relativi alle interfacce radio per l'accesso allo spettro

6 L'impiego della banda 3400-3600 MHz in Italia

6.1 Fonti

La maggior parte delle informazioni necessarie per le analisi relative al caso di studio di cui al presente capitolo sono state rese disponibili dal Ministero dello Sviluppo Economico-Dipartimento delle Comunicazioni. Per il reperimento di specifiche informazioni si è fatto ricorso inoltre a dati forniti dall'Autorità o disponibili pubblicamente su web. Non è stato invece possibile coinvolgere direttamente i licenziatari che detengono i diritti d'uso per le frequenze oggetto di indagine, nonostante si sia provveduto a contattarne alcuni.

6.2 La realizzazione dell'inventario

Come già richiamato al capitolo 4, per condurre le analisi richieste dall'inventario dello spettro radio è quanto più possibile necessario disporre dei dati descritti al paragrafo 12.4 del Deliverable D01 [2].

6.2.1 Allocazioni nominali della banda: PNRF

L'utilizzo nominale della banda in esame è naturalmente desumibile dal Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (PNRF), di cui si riporta un estratto in Tabella 1, con le relative note.

I sistemi BWA di interesse per il caso di studio hanno statuto primario.

Tabella 1. ESTRAZIONE DA PNRF PER L'INTERVALLO DI FREQUENZE 3400-3600 MHz				
BANDA DI FREQUENZE (MHz)	SERVIZIO	GESTORE	UTILIZZAZIONI	NORMATIVA INTERNAZIONALE
3400,0000 - 3500,0000	FISSO <u>175</u> 175A 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni Ministero difesa		2008/411/CE ECC/DEC/(07)02
	MOBILE escluso mobile aeronautico 175 175A 175B 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-Servizi di comunicazioni elettroniche terrestri - IMT - <u>BWA</u>	
	FISSO VIA SATELLITE (s-T) 172 173 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RADIOLOCALIZZAZIONE E 172 175C	Ministero difesa		
3500,0000 - 3600,0000	FISSO 174 175 175A 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni Ministero difesa	- SAP/SAB	2008/411/CE ECC/DEC/(07)02 ERC/REC 25-10
	MOBILE escluso mobile aeronautico 174 175 175A 175B 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-Servizi di comunicazioni elettroniche terrestri -IMT - <u>BWA</u> - SAP/SAB	
	FISSO VIA SATELLITE (s-T) 172 173 175C	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Radiolocalizzazione 172 175C	Ministero difesa		

- 172 Nell'utilizzare frequenze della banda 3.400-3.600 MHz per il servizio di radiolocalizzazione devono essere prese particolari precauzioni per proteggere il servizio fisso via satellite.
- 173 Nella banda di frequenze 3.400-3.600 MHz il servizio fisso via satellite è soggetto a preventivo coordinamento con le utilizzazioni per il servizio fisso.
- 174 Nelle bande di frequenze 3.500-3.600 MHz e 5.850-5.925 MHz, previo accordo con il Ministero della difesa, può essere autorizzato l'impiego di ponti radio temporanei per riprese televisive esterne.
- 175 In accordo con la decisione della Commissione Europea 2008/411/CE e della CEPT ECC/DEC/(07)02 le bande di frequenze 3400-3600 MHz e 3600-3800 MHz possono essere impiegate, su base non esclusiva e fatti salvi la protezione ed il mantenimento delle altre utilizzazioni esistenti, per sistemi terrestri in grado di fornire servizi di comunicazioni elettroniche a banda larga (Broadband Wireless Access), conformemente ai parametri stabiliti nell'allegato della decisione 2008/411/CE. La banda di frequenze 3400-3600 MHz è disponibile per i suddetti sistemi con le modalità descritte nella nota 175A mentre la banda di frequenze 3600-3800 MHz dovrà essere resa disponibile entro il 1° gennaio 2012.
- 175A Le bande di frequenze 3.437-3.500 MHz e 3.537-3.600 MHz sono destinate all'introduzione di sistemi terrestri in grado di fornire servizi di comunicazioni elettroniche in accordo con la decisione 2008/411/CE. Il Ministero della difesa è impegnato a liberare le bande in questione dai vincoli legati alla riconversione di apparati militari entro e non oltre il 30 giugno 2014. Tale data è subordinata al finanziamento dell'intero programma in aderenza all'accordo quadro del 7 marzo 2007 tra il Ministero dello Sviluppo Economico-Comunicazioni e il Ministero della Difesa. Fino a tale data le applicazioni fisse e di radiolocalizzazione del Ministero della difesa, potranno essere utilizzate su base primaria e senza obbligo di protezione degli altri utilizzatori. L'uso di tali bande sarà in ogni caso soggetto al coordinamento con i servizi previsti in tabella e con quelli dei paesi confinanti.
- 175B La banda di frequenze 3.400-3.600 MHz è identificata per l'impiego da parte del sistema IMT. Questa identificazione non preclude l'impiego di questa banda da parte di altre applicazioni nei servizi ai quali essa è attribuita e non stabilisce priorità. Le procedure di coordinamento delle stazioni del servizio mobile escluso mobile aeronautico, devono essere effettuate in accordo alla nota RR 5.430 A del Regolamento delle radiocomunicazioni-

175C La banda di frequenze 3.400-3.600 MHz è identificata per l'impiego da parte del sistema IMT. Questa identificazione non preclude l'impiego di questa banda da parte di altre applicazioni nei servizi ai quali essa è attribuita e non stabilisce priorità. Le procedure di coordinamento delle stazioni del servizio mobile escluso mobile aeronautico, devono essere effettuate in accordo alla nota RR 5.430 A del Regolamento delle radiocomunicazioni.

La Figura 4 riporta una rappresentazione grafica che illustra i servizi aggiuntivi rispetto al mobile, previsti nella banda 3400-3600 MHz, indicando anche il gestore delle diverse porzioni di spettro o dei servizi offerti su tale spettro.



Figura 4. Utilizzo nominale della banda 3400-3600 MHz come da PNRF

6.2.2 I diritti d'uso per la banda

La banda 3400-3600 MHz è impiegata in Italia sia per usi civili che per usi militari. Sono attualmente destinati al BWA gli intervalli 3437-3500 MHz e 3537-3600 MHz, mentre il resto della banda è impiegato dal Ministero della Difesa (3400-3437 MHz e 3500-3537 MHz).

Nel 2011, infatti, sono stati destinati ad uso da parte del Ministero della Difesa anche due blocchi di 12 MHz (3425-3437/3525-3537 MHz), che nel 2008 non erano stati inclusi nella gara per il "Broadband Wireless Access". Questi blocchi si aggiungono ai due blocchi iniziali di 25 MHz già utilizzati per scopi militari.

A partire dall'esito della gara e tenendo conto delle successive evoluzioni è possibile ottenere le informazioni necessarie ai fini dell'inventario dello spettro radio circa i diritti d'uso per l'utilizzo della banda.

6.2.2.1 Licenziatari

Nel 2008 si è svolta in Italia la gara per l'assegnazione dei diritti d'uso in banda 3400-3600 MHz per i servizi BWA. È utile precisare che tale banda è destinata esclusivamente a servizi per l'accesso radio a banda larga e non a servizi interni di rete, backhauling, ponti radio o distribuzione di segnali radiotelevisivi.

La gara per l'assegnazione dei diritti d'uso è stata strutturata suddividendo le frequenze disponibili in 3 blocchi accoppiati, ciascuno di 21+21 MHz, schematizzati in Figura 5:

- Blocco A: 3437-3458 accoppiato con 3537-3558
- Blocco B: 3458-3479 accoppiato con 3558-3579
- Blocco C: 3479-3500 accoppiato con 3579-3600

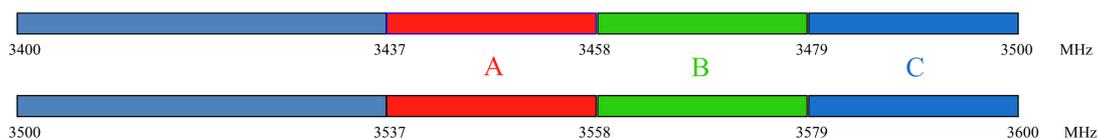


Figura 5. Blocchi di frequenze

I diritti d'uso sono stati assegnati su base territoriale secondo la ripartizione macroregionale e regionale illustrata in Figura 6. In particolare sono state individuate 7 Macroregioni per l'assegnazione dei 2 blocchi A e B, mentre il blocco C è stato riservato, su base regionale, agli operatori nuovi entranti, i cosiddetti *newcomers*.



Figura 6. Suddivisione territoriale per l'assegnazione dei diritti d'uso

6.2.2.2 Durata delle licenze

Le licenze sono state concesse per una durata di 15 anni a partire dalla data di rilascio e la loro scadenza è prevista nel primo semestre del 2023.

6.2.2.3 Estensione geografica

Alla conclusione delle procedure di gara (2008) la assegnazione delle licenze sul territorio nazionale era quella illustrata nelle seguenti figure (Figura 7, Figura 8 e Figura 9).



Figura 7. Aggiudicatari dei diritti d'uso in banda 3400-3600 MHz per i servizi BWA

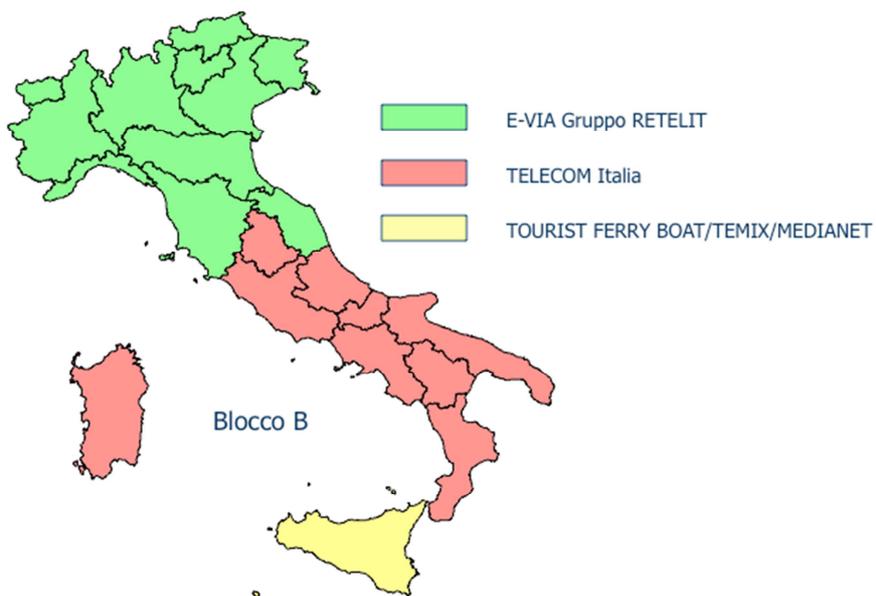


Figura 8. Aggiudicatari dei diritti d'uso in banda 3400-3600 MHz per i servizi BWA

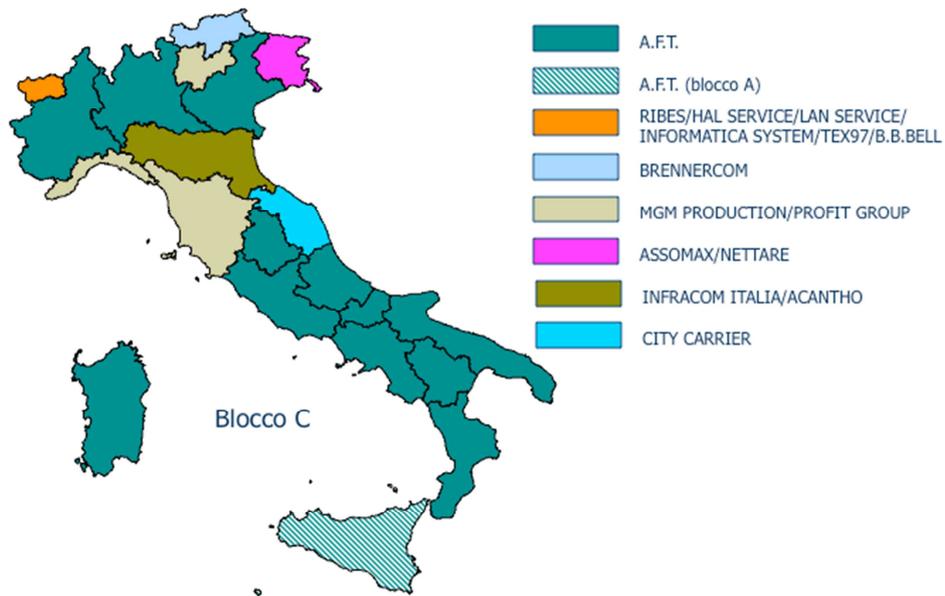


Figura 9. Aggiudicatari dei diritti d'uso in banda 3400-3600 MHz per i servizi BWA

La situazione aggiornata sui licenziatari dei diritti d'uso per i diversi blocchi di frequenza è resa disponibile dal MSE anche attraverso il sistema EFIS ed è illustrata graficamente nelle figure seguenti (dalla Figura 10 alla Figura 14).



Figura 10. Diritti d'uso per il Blocco A, assegnati ad ARIA.



Figura 11. Diritti d'uso per il Blocco B, assegnati a Telecom Italia.



Figura 12. Diritti d'uso per il Blocco C, assegnati a vari operatori.



Figura 13. Diritti d'uso per i blocchi A-low e B-low (3437-3479 MHz); assegnati a E-VIA e LINKEM, che utilizza tali frequenze solo nella regione Sicilia.



Figura 14. Diritti d'uso per i blocchi A-high e B-high (3537-3579 MHz); assegnati a ARIA e Mandarin, che utilizza tali frequenze solo nella regione Sicilia.

6.2.2.4 Obblighi di copertura

Secondo quanto previsto dal bando di gara, gli aggiudicatari sono tenuti al rispetto di alcuni vincoli quantificati in termini di punteggio per installazione. In particolare, ogni aggiudicatario è tenuto a raggiungere almeno 60 punti per provincia, garantendo l'installazione di impianti nei Comuni dell'area per la quale si è aggiudicato il relativo diritto d'uso, entro 30 mesi dal rilascio dello stesso diritto. Almeno 30 punti

per provincia devono essere poi realizzati, al fine di ridurre il digital divide, in Comuni, che hanno meno di 15000 abitanti e non sono raggiunti da copertura 3G, indicati in un apposito elenco. Il termine di 30 mesi previsto in origine è stato successivamente prorogato di ulteriori 24 mesi.

Per il caso specifico dei sistemi BWA occorre sottolineare che gli aggiudicatari sono tenuti a garantire la protezione dalle interferenze alle installazioni primarie della Difesa esistenti nel territorio di validità del proprio diritto d'uso per la durata stabilita dal piano di liberazione dei blocchi di frequenza in gara e non possono pretendere protezione da questi. Alla data odierna il piano di liberazione delle frequenze da parte del Ministero della Difesa dovrebbe essere stato completato e la disponibilità per i servizi BWA garantita.

6.2.2.5 Canone per i diritti d'uso

L'esito delle procedure di gara ha portato ad un introito complessivo per le licenze concesse per tutto il territorio nazionale pari a Euro 134.665.000. La Figura 15 riporta l'importo per MHz e per 1000 abitanti che costituisce un indicatore di uso comune, normalizzato su base regionale per facilità di confronto.

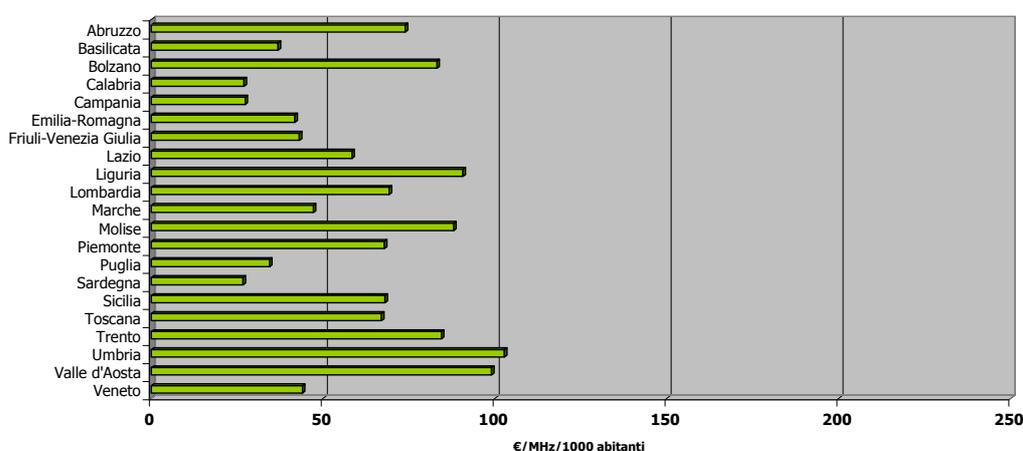


Figura 15. Importi totali per MHz e 1000 abitanti

6.2.3 Interfacce radio

Il formato proposto al paragrafo 12.4 di [2] per l'acquisizione delle informazioni sulle interfacce radio è desunto dall'EFIS. Ai fini del presente caso di studio, tuttavia, non è necessario acquisire le informazioni a livello dettagliato, poiché indicazioni più immediate, sintetiche e altrettanto significative si possono ottenere dalla conoscenza del sistema e della tecnologia implementata per la realizzazione del servizio BWA in Italia. In particolare, il servizio BWA è fornito da sistemi operanti in tecnologia WiMAX TDD che adottano la versione dello standard IEEE 802.16e, capace di consentire anche comunicazioni in mobilità, sebbene tale requisito non sia di interesse per gli usi della banda in esame.

Le informazioni relative alle interfacce radio, sono quindi desumibili da quanto previsto dallo standard.

6.2.4 Utilizzo effettivo della banda

In Figura 16 si richiama il formato del record dati [3] principalmente indirizzato alle valutazioni sull'utilizzo effettivo della banda in esame e sulla relativa efficienza d'uso, tenendo presente che in Italia tale banda è impiegata per i sistemi per l'accesso radio a banda larga (BWA) in tecnologia WiMAX.

BAND	Fixed/ Mobile Usage	Number of sites	Number of users	Capacity [bit/s]	Population coverage	Geographic coverage	Pending interference items	Advanced Solution for Environmental Sustainability	Spectrum demand trend	Refarming plan	Release/ Migration plan	Specific System Dismission
------	---------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------------------------	--	-----------------------------	-------------------	-------------------------------	----------------------------------

Figura 16. Formato record per l'inventario dell'uso dello spettro: radiomobile pubblico e BWA

6.2.4.1 Utilizzo fisso/mobile

L'impiego della versione dello standard IEEE 802.16e [5], già richiamata, implementa il cosiddetto WiMax mobile, sebbene le offerte commerciali degli operatori non prevedano servizi in mobilità.

6.2.4.2 Penetrazione del servizio WiMAX

A partire dai dati resi disponibili dal Ministero è stata calcolata la copertura sia rispetto al territorio sia alla popolazione residente. Le stime effettuate sono riferite a diverse velocità del collegamento radio in termini di *bit rate*, ricavabili a partire dagli opportuni requisiti in termini di intensità del segnale ricevuto. Le stime di copertura ottenute indicano un livello medio di penetrazione del servizio WiMAX in Italia.

6.2.4.3 Numero di utilizzatori

Non è stato possibile accedere a stime aggiornate circa il numero di utilizzatori dei sistemi WiMAX. I dati più recenti disponibili sono stati forniti dall'Autorità e derivano da un questionario somministrato agli operatori WiMAX all'inizio del 2011.

6.2.4.4 Possibili criticità in termini di interferenze

L'utilizzo della banda da parte dei sistemi WiMAX non presenta particolari criticità dal punto di vista dell'interferenza generata verso altri sistemi in bande adiacenti o nella stessa banda, sviluppati sul territorio nazionale o all'estero.

6.2.4.5 Trend della domanda di spettro

Come evidente anche dai risultati sinora ottenuti, le potenzialità dei sistemi WiMAX dispiegati in Italia non sono completamente utilizzate (es. potenzialità di ampliamento della copertura del servizio, mancato utilizzo della capacità di offrire connettività anche in condizioni di mobilità). Nel caso specifico dei sistemi BWA, basati su tecnologia WiMAX, tuttavia, la domanda di spettro non ha subito evoluzione negli anni successivi al rilascio delle licenze, anzi si è addirittura contratta e tali sistemi, in tutta Europa, non hanno ottenuto il successo e lo sviluppo immaginati al momento del rilascio dei diritti d'uso.

La banda è invece oggetto di forte interesse in Europa, nell'ambito del mandato della Commissione Europea [5] a rivedere le condizioni tecniche per l'uso armonizzato delle frequenze 3400-3800 MHz, ai fini dell'aggiornamento agli ultimi sviluppi tecnologici in modo tale da preservare la flessibilità nell'uso dello spettro. Il mandato prevede revisione delle condizioni tecniche minime, per l'uso armonizzato della banda 3400-3800 MHz e, se necessario, l'identificazione di nuove canalizzazioni.

A seguito del mandato, istituito nell'aprile del 2012, la CEPT ha avviato i propri studi condotti dal gruppo permanente ECC PT1. I risultati delle attività in corso sono attesi per settembre 2013.

6.2.4.6 Piani di refarming e/o di migrazione/rilascio

Non risultano ad oggi piani di refarming e/o di migrazione/rilascio della banda.

6.2.4.7 Dismissione di specifici sistemi

I sistemi WiMAX appartengono alla famiglia di sistemi IMT. Attualmente in molti tavoli internazionali si sta discutendo la possibilità di potenziare l'introduzione e lo sviluppo di tale famiglia di tecnologie, anche al fine di realizzare coperture micro-, pico- e femto-cellulari, che ben si adattano alle caratteristiche propagative di questo intervallo di frequenze.

7 L'impiego della banda 863-870 MHz

7.1 Fonti

L'intervallo di frequenze da 863 a 870 MHz, oggetto di indagine, costituisce una delle bande maggiormente utilizzate da parte dei dispositivi a corto raggio (*Short Range Devices* – SRDs) e le analisi che sono presentate in questo paragrafo si riferiscono a questo tipo di utilizzo.

Le informazioni raccolte per le analisi sulla banda di interesse derivano per la maggior parte da documenti pubblicamente accessibili e predisposti dalla Commissione Europea e/o dalla CEPT circa l'utilizzo della banda 863-870 MHz.

Ulteriori informazioni sono state raccolte grazie alla collaborazione e alla disponibilità di ANITEC.

Tra le attività condotte dalla CEPT per acquisire informazioni sull'uso effettivo di tale banda nei Paesi che ne fanno parte compaiono la realizzazione di campagne di monitoraggio (da parte del gruppo di lavoro WGFM 22) e la somministrazione di un questionario rivolto principalmente alle Amministrazioni e alle industrie.

Le analisi condotte dalla CEPT e in particolare le risposte fornite al citato questionario hanno portato alla recente stesura del ECC Report n.182 [7], approvato nel settembre del 2012. Il lungo tempo necessario per arrivare alla stesura di questo Report testimonia la complessità nel tracciare l'uso di una banda di forte interesse per i dispositivi SRD. A tale proposito si riassumono le principali tappe del lavoro svolto:

- il questionario è stato approvato per la somministrazione nel settembre del 2010;
- le risposte al questionario sono state ottenute nel primo semestre del 2011;
- l'elaborazione delle risposte e la stesura del report ha richiesto circa un anno (primavera 2011-primavera 2012);
- l'approvazione del Report per la pubblicazione, dopo la consueta consultazione pubblica, è avvenuta nel settembre 2012.

7.2 La realizzazione dell'inventario

La metodologia di indagine applicata per gli studi sulla presente banda coincide con quanto descritto per la banda 3400-3600 MHz al precedente capitolo 6.

7.2.1 Allocazioni nominali della banda: PNRF

L'utilizzo nominale della banda in esame deriva dal Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze (PNRF) di cui si riporta un estratto in Tabella 2, con le relative note.

L'intervallo di frequenze 863-870 MHz, utilizzato per i dispositivi a corto raggio, è compreso nell'intervallo più ampio 862-876 MHz in uso in Italia al Ministero della Difesa.

Per gli usi relativi ai dispositivi SRD, il riferimento nel PNRF sono le note citate in tabella riportate di seguito.

Tabella 2. ESTRAZIONE DA PNRF PER L'INTERVALLO DI FREQUENZE 863-870 MHz				
BANDA DI FREQUENZE (MHz)	SERVIZIO	GESTORE	UTILIZZAZIONI	NORMATIVA INTERNAZIONALE
862,0000 - 876,0000	FISSO	Ministero difesa		
	MOBILE escluso mobile aeronautico 110A 110B 110C 110D	Ministero difesa	-SRD apparati non destinati ad impieghi specifici -SRD Applicazioni audio senza fili -SRD sistemi di allarmi -SRD allarmi sociali -SRD Radiomicrofoni -SRD apparecchiature di identificazione a radio frequenza (RFID).	RES 224 RR 2006/771/EC 2006/804/EC ERC/DEC/(01)04 ERC/DEC/(01)09 ERC/DEC/(01)18 ERC/REC 70-03

110A In accordo con la Decisione della Commissione Europea 2006/771/EC e successive modifiche e della CEPT ERC/DEC/(01)18 le bande di frequenze 87,5-108 MHz e 863-865 MHz possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio destinati a sistemi audio aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione della CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 13).

Le applicazioni vocali analogiche a banda stretta dovrebbero utilizzare soltanto la sottobanda 864,8-865 MHz in accordo alla suddetta raccomandazione

Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera k) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

Inoltre la banda di frequenze 863-865 MHz può essere impiegata ad uso collettivo anche da apparati a corto raggio per radiomicrofoni non professionali, aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione della CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 10).

Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera h) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

110B In accordo con le Decisioni della Commissione Europea 2006/771/EC e successive modifiche e della CEPT ERC/DEC/(01)09 le bande di frequenze 868,6-868,7 MHz, 869,25-869,3 MHz, 869,3-869,4 MHz e 869,65-869,7 MHz possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio destinati a sistemi di allarme generici aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione della CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 7).

In accordo con la Decisione della Commissione Europea 2006/771/EC e successive modifiche la banda di frequenze 869,2-869,25 MHz può essere impiegata ad uso collettivo da apparati a corto raggio destinati ad allarmi a fini sociali aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione della CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 7).

Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera e) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

110C In accordo con la Decisione della Commissione Europea 2006/771/EC e successive modifiche e della CEPT ERC/DEC/(01)04 la banda di frequenze 863,0-870,0 MHz e le associate sottobande di frequenze 868,0-868,6 MHz, 868,7-869,2 MHz 869,40-869,65 MHz e 869,7-870,0 MHz possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio non destinati ad impieghi specifici, aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 1).

Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera o) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

110D In accordo con la Decisione della Commissione Europea 2006/804/EC la banda di frequenze 865-868 MHz può essere impiegata, su base di non interferenza e senza diritto a protezione, ad uso collettivo da apparati a corto raggio per le apparecchiature di identificazione a radiofrequenza (RFID), aventi le caratteristiche tecniche della suddetta decisione, contenute anche nella raccomandazione CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 11).

Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1 del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

7.2.1.1 La regolamentazione Europea

La Commissione Europea ha adottato una propria Decisione nel novembre del 2006 sulla armonizzazione dello spettro radio per gli usi da parte degli Short Range Devices [8]. Questa Decisione contiene un Annesso che è aggiornato con cadenza annuale allo scopo di rispondere agli sviluppi tecnologici e del mercato nel settore dei dispositivi a corto raggio. La Decisione del 2006 è quindi successivamente stata emendata con ulteriori Decisioni a cadenza pressoché annuale; un ulteriore provvedimento è atteso nei prossimi mesi del 2013.

La Decisione della Commissione prende essenzialmente le mosse dai contenuti della Raccomandazione ERC 70-03 [9], la quale fornisce i necessari parametri tecnici. Nei Paesi della CEPT, la Raccomandazione ERC 70-03 rappresenta il riferimento per l'uso dello spettro da parte degli SRD. Questa Raccomandazione contiene un insieme di Annessi sulle aree di impiego degli SRD. Per quanto riguarda il quadro complessivo delle designazioni per la banda 863-870 MHz occorre far riferimento complessivamente agli Annessi:

- Annex 1 (Non-specific)
- Annex 7 (Alarms)
- Annex 10 (Radio Microphones)
- Annex 11 (RFID)
- Annex 13 (Wireless Audio)

dai quali si ottiene il quadro illustrato in Figura 17.

La Raccomandazione ERC 70-03 fornisce indicazioni e linee guida a livello mondiale ed è presa come riferimento anche da molti Paesi che, a partire da tale documento, hanno poi sviluppato le proprie regolamentazioni nazionali. Tale circostanza evidenzia l'esistenza di forti percorsi di armonizzazione e mostra come il settore industriale di interesse per gli SRD sia in diversi casi veicolato dal contesto Europeo.

In Italia il quadro di riferimento per i dispositivi a corto raggio è allineato con quanto previsto in ambito CEPT. I sistemi SRD non sono considerati "Radio Service" dalle Radio Regulations; essi si basano su sistemi radio che permettono la comunicazione unidirezionale o bi-direzionale garantendo bassa capacità di interferenze con altre apparecchiature radio. Gli apparati radio SRD utilizzano antenne integrate o esterne e diversi tipi di modulazione.

La Raccomandazione ECC REC 70-03 definisce i requisiti tecnici per l'uso dello spettro da parte di SRD in termini di livelli di potenza massima consentita, spaziatura tra i canali e *duty cycle*.

Per i paesi CEPT che hanno aderito alla direttiva R&TTE [11], si fa riferimento all'articolo 12 per la marcatura CE e all'articolo 7.2 per la messa in servizio delle apparecchiature radio. L'articolo 12 stabilisce che ogni altro marchio può essere apposto purché non sia ridotta la visibilità della marcatura CE mentre l'articolo 7.2 stabilisce che gli Stati membri possono limitare la messa in servizio di apparecchiature radio solo per motivi connessi all'uso appropriato dello spettro, ad esempio per evitare interferenze o per questioni di sanità pubblica.

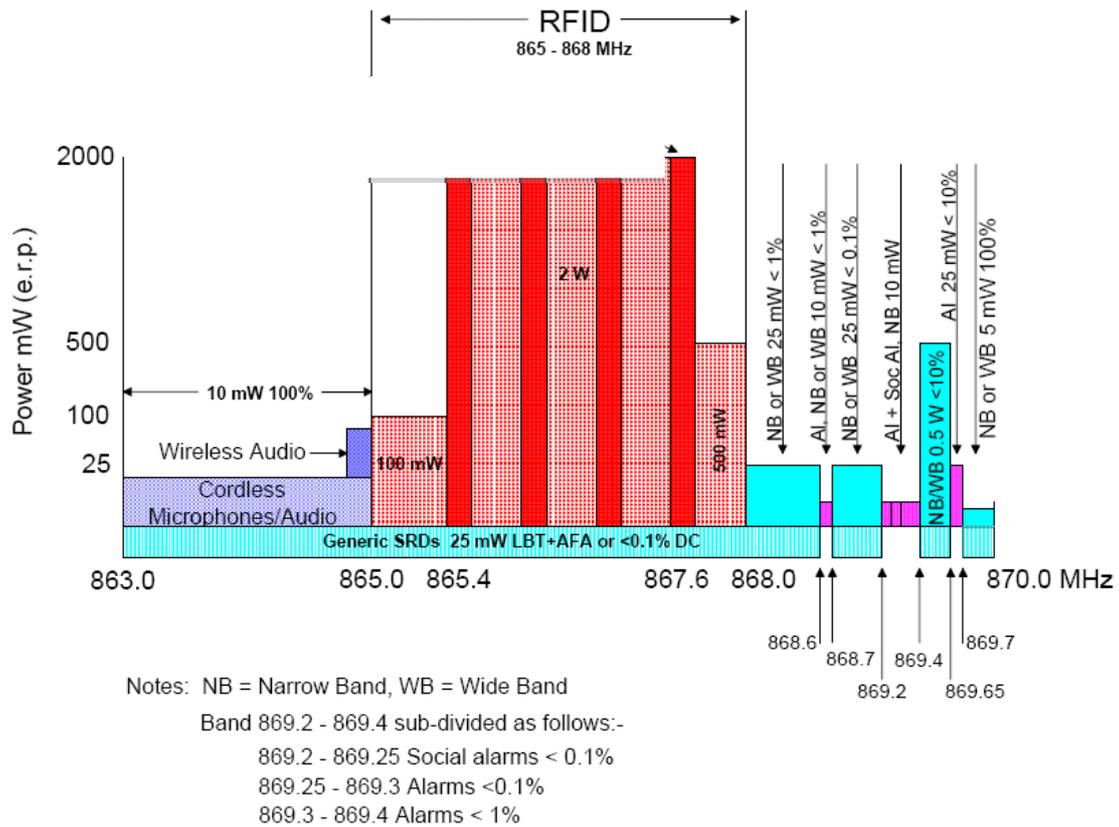


Figura 17. Quadro di riferimento per la banda 863-870 MHz, come da ERC/REC 70-03

7.2.2 I diritti d'uso per l'utilizzo della banda

L'utilizzo dei dispositivi a corto raggio è permesso su base non interferenziale e non licenziata e, naturalmente, senza la corresponsione di alcun canone e senza alcun diritto alla protezione rispetto ad altri sistemi e/o applicazioni. La grande maggioranza delle applicazioni non è soggetta neppure ad autorizzazione generale [9].

7.2.3 Interfacce radio

Secondo l'ECC Report n.182 [7], i meccanismi di accesso allo spettro utilizzati sono quelli riportati in Figura 18, dove compaiono:

- FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum
- DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum
- LBT: Listen Before Talking
- AFA: Adaptive Frequency Agility
- LBT combinato con AFA
- DC: Duty Cycle

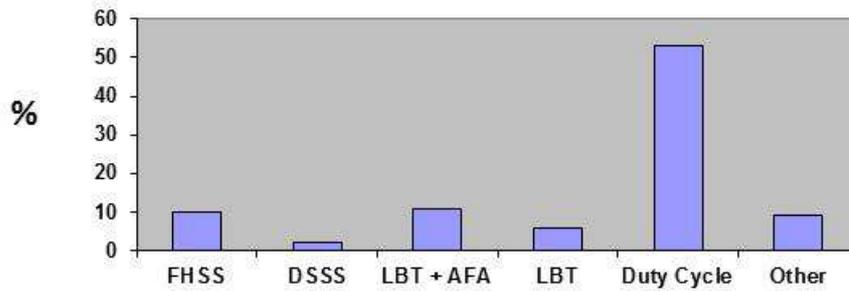


Figura 18. Penetrazione dei diversi meccanismi di accesso allo spettro (fonte: ECC Report n.182)

Il medesimo ECC Report n.182 [7] cita altri meccanismi come LBT+DC o altri tipi di accesso come l'accesso manuale. Per quanto riguarda la tecnologia RFID, le risposte fornite non hanno dato indicazioni univoche sui meccanismi di accesso, ma è risultato chiaro che si fa ricorso alla canalizzazione *4-reader*.

La tecnologia di accesso basata su DC è quella dominante ed è impiegata per metering, allarmi e applicazioni automotive.

Le modulazioni più impiegate sono FSK, GFSK, MSK e GMSK, cui si aggiungono, con una minore diffusione, ASK, PR-ASK, FM, AM. L'ECC Report n.182 indica infine che sono impiegate modulazioni a banda stretta (con larghezza di banda fino a 25 kHz) e modulazioni a banda larga distribuite secondo quanto illustrato in Figura 19.

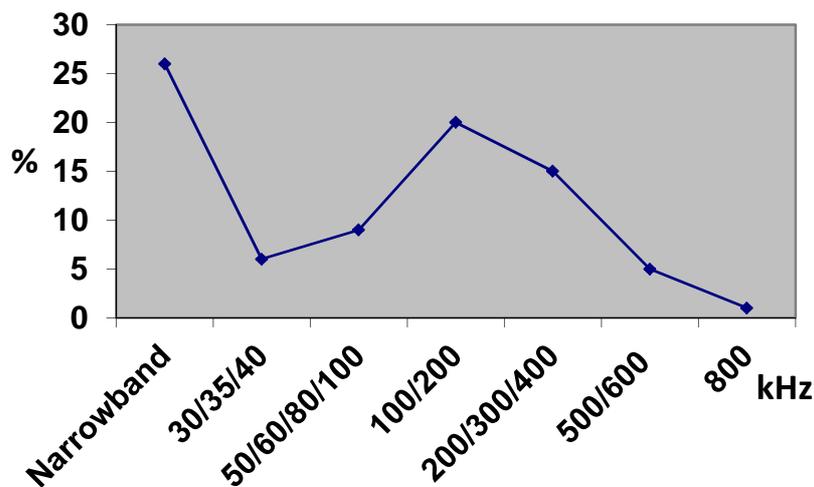


Figura 19. Penetrazione delle diverse modulazioni di frequenza utilizzate, indicate in termini di larghezza di banda (kHz) (fonte: ECC Report n.182)

7.2.4 Utilizzo effettivo della banda in Italia

Il formato del record dati principalmente indirizzato alle valutazioni sull'utilizzo effettivo della banda e sulla relativa efficienza d'uso, come descritto al paragrafo 12.4 di [2], è riportato in Figura 20.

BAND	Type application/usage	Technology	Geographic extent	Number of sold devices per year	Spectrum demand trend	Specific System Dismission
------	------------------------	------------	-------------------	---------------------------------	-----------------------	----------------------------

Figura 20. Formato record per l'inventario dell'uso dello spettro: SRD

7.2.4.1 Tipo di applicazioni

L'ECC Report n. 182 [7] riporta la Tabella 3, compilata sulla base delle risposte ricevute al questionario somministrato alle Amministrazioni e alle industrie. Sui dati in questione si tornerà nel seguito, in relazione al calcolo dell'efficienza nell'uso dello spettro (Capitolo 10).

Tabella 3. APPLICAZIONI CITATE NELLE RISPOSTE FORNITE ALLA CEPT DA PARTE DI AMMINISTRAZIONI E INDUSTRIE (FONTE: ECC REPORT N.182)	
Comunicazioni a due vie	Transazioni di pagamento
Controllo di accesso	Tracciamento di persone e beni
Allarmi	Protezione da attacchi personali
Applicazioni per gli anziani	Sicurezza personale (security)
Applicazioni per i centri di detenzione	Controllo remoto
Audio & Imaging	Lettori e tag RFID e relative applicazioni
Transceiver audio	Security
Automazione di edifici	Comunicazioni senza fili in ambito industriale
Call points	Rilevatori di fumo
Firme digitali	Allarmi sociali
Luci di emergenza, controllo delle luci	Telemetria
Healthcare	Veicoli remoti
Domotica	Tracciamento dei veicoli
Controllo delle intrusioni	Audio senza fili / Guide
Varchi radio	

In particolare possono essere raggruppate in tre diverse categorie, secondo quanto suggerito in [12] e riportato in Tabella 4, in base alla frequenza utilizzata.

Tabella 4. CATEGORIZZAZIONE DEGLI SRD IN FUNZIONE DELLE FREQUENZE D'USO		
Banda bassa (863-865 MHz)	Banda intermedia (865-868 MHz)	Banda alta (868-870 MHz)
Radiomicrofoni	Manifattura e distribuzione	Allarmi antincendio
Audio senza fili	Tag di specifici oggetti	Allarmi anti-intrusione
Dispositivi per supporto uditivo	Tracciamento	Automazione casa/ufficio
		Controllo degli accessi
		Controllo remoto
		Applicazioni mediche
		Social alarms/telecare
		Smart meter
		Telemetry
		Automotive

7.2.4.2 Tecnologie utilizzate

Le tecnologie impiegate sul mercato italiano rispecchiano i meccanismi e le proporzioni già descritte al paragrafo 7.2.3.

7.2.4.3 Estensione geografica

Come confermato da ANITEC, i dispositivi a corto raggio sono diffusamente impiegati su scala nazionale, in linea con quanto accade nel panorama internazionale.

7.2.4.4 Numero di dispositivi venduti per anno

Il Report ECC n.182 [7] contiene informazioni circa il numero di dispositivi venduti per anno in Europa, come riportato in Tabella 5.

Tabella 5. DISPOSITIVI SRD VENDUTI PER ANNO IN EUROPA (FONTE: ECC REPORT N.182)	
Metering	> 10 milioni
Home automation (inclusi remote controls)	> 10 milioni
Allarmi (inclusi dispositivi anti-intrusione)	> 10 milioni
Automotive	> 5 milioni
Industriali, inclusi sensori per l'industria	> 2 milioni
Audio	> 2 milioni
RFID	> 100 000 readers con milioni di tags
Allarmi sociali/personali	> 100 000 unità per anno.

I numeri riportati nell'ECC Report n.182 vengono indicati come valori minimi. Le cifre fornite, tuttavia, lasciano alcuni margini di incertezza, poiché non è stato possibile comprendere appieno se applicazioni diverse si riferiscono a scale geografiche diverse e poiché i totali sono a volte desunti dalle indicazioni di mercato fornite da coloro che hanno risposto al questionario.

Ai fini del presente lavoro sono di interesse informazioni riferite al mercato italiano. In tal senso occorre rilevare che i dati disponibili sono estremamente scarsi e non esistono studi di settore o dati statistici

strutturati pubblicamente accessibili. In parte ciò può essere presumibilmente imputato ad una forte frammentazione del mercato degli SRD, che vede un forte ruolo anche per le piccole e medie imprese molto diffuse in Italia.

Sui dati del mercato italiano si tornerà con maggiore dettaglio nel seguito, ai fini del calcolo dell'efficienza dell'uso della banda 863-870 MHz (Capitolo 10).

7.2.4.5 Trend della domanda di spettro

Per quanto riguarda i dispositivi a corto raggio, anche su mandato della Commissione Europea, è stato avviato negli ultimi anni un percorso per migliorare l'efficienza e la flessibilità d'uso delle porzioni di spettro disponibili per gli SRDs.

La CEPT dal 2010 ha avviato un percorso che intende verificare il livello di comprensione e applicabilità delle regole contenute nella Raccomandazione ERC 70-03 e a tale scopo ha individuato la necessità di comprendere quali parametri tecnici tra quelli possibili sono realmente utilizzati e verificare l'esistenza di ulteriori requisiti per soddisfare le esigenze tecnologiche attuali. Come già ricordato la Raccomandazione ERC 70-03 è stata aggiornata nel corso del mese di ottobre 2012.

Per il dettaglio della banda in esame è utile ricordare che essa rappresenta un intervallo di frequenze particolarmente appetibile per gli usi da parte dei dispositivi SRD, poiché l'utilizzo in tale banda non è specificamente legato al tipo di applicazione.

La banda 863-870 MHz rappresenta inoltre un esempio di uso fortemente armonizzato in Europa.

7.2.4.6 Piani di dismissione di specifici sistemi

Le tipologie di dispositivi così come le applicazioni dipendono dagli andamenti del mercato e dall'innovazione tecnologica. In tal senso non vi sono specifici piani di dismissione riferiti a precisi sistemi e/o tecnologie.

7.2.4.7 Campagne di monitoraggio

Come già richiamato, nel 2011 il gruppo FM 22 ha condotto attività di monitoraggio sull'uso della banda 863-870 MHz. Le attività di monitoraggio, sebbene tipicamente molto onerose, possono costituire un utile ed efficace strumento per ricavare informazioni circa le reali modalità di impiego dello spettro.

Le misure condotte nell'ambito dei lavori del gruppo FM 22 hanno interessato diversi Paesi e, nonostante l'Amministrazione italiana non abbia preso parte alle attività, i risultati ottenuti forniscono indicazioni applicabili anche al caso italiano, che come già detto è perfettamente in linea con il quadro Europeo.

Le misure sono state condotte in corrispondenza di hotspot e/o aree ad elevata penetrazione di dispositivi a corto raggio. Tra i risultati ottenuti dalla attività di monitoraggio si cita solamente che le misure non hanno mostrato situazioni di congestione.

8 L'impiego della banda 2300-2400 MHz

8.1 Fonti

Le informazioni raccolte sulla banda 2300-2400 MHz derivano per la maggior parte da documenti resi pubblici in ambito CEPT circa l'utilizzo di tale intervallo di frequenze, in relazione al quale anche l'Italia ha fornito alcune indicazioni. In tal senso è da rilevare in ambito europeo un forte interesse circa gli usi della banda oggetto di indagine.

Per il reperimento di informazioni sono stati tenuti anche stretti contatti con il Ministero dello Sviluppo Economico. L'acquisizione delle informazioni è stata resa particolarmente difficile per la mancanza di basi dati elettroniche strutturate.

8.2 La realizzazione dell'inventario

8.2.1 Allocazioni nominali della banda: PNRF

L'utilizzo nominale della banda in esame deriva dal PNRF di cui si riporta un estratto in Tabella 6, con le relative note. La banda considerata è compresa nel più ampio intervallo che per il PNRF va da 2300 a 2440 MHz.

Tabella 6. ESTRAZIONE DA PNRF PER L'INTERVALLO DI FREQUENZE 2300-2400 MHz				
BANDA DI FREQUENZE (MHz)	SERVIZIO	GESTORE	UTILIZZAZIONI	NORMATIVA INTERNAZIONALE
2300,0000 - 2440,0000	FISSO 43 155 156 158 158A 158B 158C 157	Ministero sviluppo economico- Comunicazioni	-ISM -SRD apparati non destinati ad uso specifico -SRD Radio LAN -SRD Rilievo di movimenti ed allarmi - SAP/SAB -Reti fisse per trasporto segnali audio	2006/771/EC ERC/DEC/(01)07 ERC/DEC/(01)08 ERC/REC 70-03 ERC/REC 25-10
	Radioamatore 43	Ministero sviluppo economico- Comunicazioni	-ISM	

- 43 (5.150) Le bande di frequenze 13.553-13.567 kHz (frequenza centrale 13.560 kHz), 26.957-27.283 kHz (frequenza centrale 27.120 kHz), 40,66-40,70 MHz (frequenza centrale 40,68 MHz), 2.400-2.500 MHz (frequenza centrale 2.450 MHz), 5.725-5.875 MHz (frequenza centrale 5.800 MHz) e 24,00-24,25 GHz (frequenza centrale 24,125 GHz) sono anche utilizzate dagli apparecchi per applicazioni industriali, scientifiche e medicali (ISM). I servizi di radiocomunicazione operanti in queste bande devono accettare i disturbi pregiudizievoli che possono verificarsi a causa delle citate applicazioni. Ogni misura praticamente possibile deve essere adottata per assicurare che le irradiazioni delle apparecchiature usate per tali applicazioni siano minime e che al di fuori della banda il livello delle irradiazioni sia tale da non causare disturbi pregiudizievoli ai servizi di radiocomunicazione ed in particolare alla radionavigazione e ad ogni altro servizio di sicurezza operante in accordo con le prescrizioni del presente piano.
- 155 La banda di frequenze 2.300-2.440 MHz è utilizzata per ponti radio ad uso privato analogici e numerici, P-P e P-MP, aventi capacità fino a 60 canali telefonici o equivalente. I sistemi P-MP possono essere realizzati nei primi 6 canali da 4 MHz.
- 156 Le bande di frequenze 2.367,5-2.372,5 MHz, 2.440-2.450 MHz e 2.468-2.483,5 MHz sono utilizzate per ponti radio di collegamento a sussidio della radiodiffusione sonora privata con canalizzazione a passi di 200 kHz.
- 157 Frequenze nelle bande 2.040-2.110 MHz e 2.215-2.450 MHz possono essere impiegate, previo coordinamento con le utilizzazioni dei servizi previsti in tabella, per collegamenti temporanei video in ausilio al servizio di radiodiffusione (SAP/SAB).

- 158 In accordo con la decisione CEPT ERC/DEC/(01)07 frequenze della banda 2.400-2.483,5 MHz possono essere impiegate ad uso collettivo da sistemi a corto raggio per la trasmissione dati a larga banda con tecniche a dispersione di spettro (tra cui [R-LAN](#)) aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione della CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 3). Tali utilizzazioni non debbono causare interferenze ai collegamenti dei servizi presenti in tabella, né possono pretendere protezione da tali utilizzazioni.
Tali applicazioni, relativamente all'uso privato, rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera b) del Codice delle Comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003, ad eccezione di quanto disposto dall'art. 104, comma 1, lettera c), numero 3) dello stesso Codice che prevede il regime di autorizzazione generale.
Per quanto riguarda l'uso pubblico, lo stesso è regolamentato dal d.m. 28/05/2003, modificato dal d.m.04/10/2005 e dalla delibera dell'Autorità n.183/03/CONS.
- 158A In accordo con la decisione della Commissione Europea 2006/771/EC e successive modifiche frequenze della banda 2.400-2.483,5 possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio non destinati ad impieghi specifici, aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 1). Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera o) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.
- 158B In accordo con la decisione CEPT ERC/DEC/(01)08 frequenze della banda 2.400-2.483,5 possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio usati per il rilievo di movimenti e sistemi di allarme aventi le caratteristiche tecniche della raccomandazione CEPT ERC/REC 70-03 (Annesso 6). Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera d) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.
Tali utilizzazioni non godono di protezione nei confronti dei servizi previsti in tabella.
- 158C Frequenze della banda 2.400-2.483,5 possono essere impiegate ad uso collettivo da apparati a corto raggio usati per la trasmissione di dati a larga banda con tecniche di modulazione a dispersione di spettro FHSS aventi una potenza equivalente irradiata isotropicamente non superiore a 100 mW. Tali applicazioni rientrano nel regime di "libero uso" ai sensi dell'art. 105, comma 1, lettera o) del Codice delle comunicazioni elettroniche, emanato con decreto legislativo 1° agosto 2003.

Come risulta dal PNRF, la banda in esame è utilizzata principalmente per i collegamenti privati punto-punto (P-P) e punto-multipunto (P-MP). In relazione ad essi esiste un piano di canalizzazione compatibile con collegamenti bidirezionali.

L'intervallo di frequenze da 2367.5-2372.5 MHz è utilizzato per ponti radio di collegamento a sussidio della radiodiffusione sonora privata con canalizzazione a passi di 200 kHz.

8.2.2 I diritti d'uso per l'utilizzo della banda

Non è stato possibile avere accesso ad informazioni dettagliate circa i diritti d'uso concessi per l'impiego della banda in esame, principalmente a causa della mancanza di basi dati informatiche strutturate. In particolare non è stato possibile reperire informazioni circa il numero di utilizzatori e/o la dislocazione geografica e la tipologia di collegamenti.

L'uso della banda per collegamenti P-P e P-MP è licenziato e concesso dietro pagamento di un contributo, determinato secondo quanto previsto dal Codice delle Comunicazioni Elettroniche [10].

Secondo l'Allegato 25 del CCE, ai fini della determinazione dei contributi per l'uso delle frequenze radio sono presi in considerazione i seguenti parametri:

- a) numero di frequenze in uso;
- b) lunghezza del collegamento nel caso di servizio fisso punto-punto;
- c) area di servizio per i servizi a copertura d'area, quali il servizio mobile e il servizio fisso punto-multipunto; concorrono alla determinazione dell'area di servizio l'angolo di apertura delle antenne e la potenza di apparato;
- d) larghezza di banda assegnata;
- e) posizionamento della banda nello spettro;
- f) numero di apparati radioelettrici o di tipologie di apparati.

8.2.3 Interfacce radio

Per quanto riguarda l'accesso allo spettro, si rileva che è stato possibile raccogliere solo poche informazioni e non si conoscono in particolare i dettagli implementativi dei collegamenti né le tecnologie utilizzate.

Le uniche informazioni affidabili si possono quindi desumere dal PNRF e dal piano di canalizzazione: i canali utilizzati per i collegamenti P-P e P-MP vanno da 1 a 4 MHz con velocità di collegamento tipicamente di 1 o 2 Mbps; i collegamenti fissi per il trasporto di segnali audio utilizzano invece canali da 200 kHz.

8.2.4 Utilizzo effettivo della banda in Italia

Nell'aprile del 2012 l'Italia ha fornito informazioni alla CEPT circa l'utilizzo corrente delle frequenze comprese tra 2300 e 2400 MHz, rispondendo ad un questionario che era stato somministrato alle Amministrazioni dei Paesi membri della CEPT.

Il questionario era composto da due sole domande, che sono riportate in Tabella 7 assieme alle risposte fornite dall'Italia.

Tabella 7. QUESTIONARIO CEPT RELATIVO ALL'USO DELLA BANDA 2300-2400 MHz (FONTE: CEPT)		
Paese	Qual è l'uso attuale della banda 2300-3400 MHz nel vostro Paese?	Quali sono i vostri piani di breve, medio e lungo periodo, in relazione all'uso futuro della banda?
Italia	In Italia la banda 2300-2400 MHz è ampiamente utilizzata per collegamenti punto-multipunto ad uso privato e anche per il trasporto di segnali audio per la radiodiffusione sonora.	In Italia non ci sono ulteriori piani rispetto all'uso futuro.

Si noti che l'intervallo di frequenze da 2334 a 2336 MHz è in uso alla Difesa.

Per quanto concerne la catalogazione delle informazioni sull'uso della banda, il formato record cui si fa riferimento è quello per il servizio fisso, (par. 12.4.4 di [2]), considerando di minor rilievo l'impiego della banda per altri usi. Il formato record è riportato per maggior chiarezza in Figura 21.

BAND	Types of link	Number of links	Capacity [bit/s]	Technical planning tool	Pending interference items	Advanced Solution for Environmental Sustainability	Spectrum demand trend	Release/Migration plan	Specific System Dismission
------	---------------	-----------------	------------------	-------------------------	----------------------------	--	-----------------------	------------------------	----------------------------

Figura 21. Formato record per l'inventario dell'uso dello spettro: Servizio Fisso

8.2.4.1 Tipo di collegamento

I collegamenti realizzati sono P-P e P-MP.

8.2.4.2 Numero di collegamenti

Pur in assenza di precise informazioni sul numero di collegamenti presenti in Italia e sulla loro dislocazione geografica e frequenziale, i reali utilizzatori sembrano essere in numero limitato.

8.2.4.3 Strumenti di pianificazione

Le modalità di assegnazione delle risorse sul territorio fanno riferimento al piano di canalizzazione adottato dal MSE. Non è al momento previsto l'impiego di alcun strumento di pianificazione ingegnerizzato (es. *tool software*).

8.2.4.4 Possibili criticità in termini di interferenze

L'utilizzo della banda non presenta particolari criticità dal punto di vista dell'interferenza generata verso altri sistemi in bande adiacenti o nella stessa banda, sviluppati sul territorio nazionale o all'estero.

8.2.4.5 Trend della domanda di spettro

La banda 2.3 GHz è una banda IMT armonizzata e impiegata in molte parti del globo per sistemi 3G e 4G di tipo TDD.

Attualmente vi è un forte interesse su questa banda. In ambito CEPT, ad esempio, è stato recentemente avviato un *project team* (PT FM 52) con lo scopo di predisporre una decisione finalizzata all'uso armonizzato della banda 2300-2400 MHz per sistemi MFCN. Il gruppo di lavoro ha il compito di prendere in considerazione anche approcci regolamentari innovativi quali il cosiddetto *Licensed Shared Access* (LSA).

8.2.4.6 Piani di migrazione/rilascio

Al momento in Italia non è stata ancora delineata una specifica strategia o pianificazione per l'uso della banda in futuro. Tra le opzioni possibili compare anche la possibilità di collocare gli attuali utilizzatori in una sottoporzione della banda, rendendo il resto delle frequenze disponibili per *Mobile Fixed Communication Networks* (MFCNs). Non è neppure escluso il ricorso ad approcci regolamentari basati sul concetto LSA, per quanto considerati al momento senza particolare enfasi in relazione a questa specifica banda.

9 L'impiego dello spettro da parte della radioastronomia

9.1 Fonti

Le informazioni circa l'impiego dello spettro da parte dei servizi di radioastronomia sono state raccolte grazie alla disponibilità dell'INAF-IRA (Istituto Nazionale di AstroFisica – Istituto di RadioAstronomia). Grazie ai contatti intercorsi è stato inoltre possibile ottenere ampie e preziose informazioni rese disponibili dal CRAF (*Committee on Radio Astronomy Frequencies*), con particolare riferimento alla pubblicazione del *CRAF Handbook for Radioastronomy* [13], che fornisce un quadro molto dettagliato delle frequenze usate per la radioastronomia e delle loro modalità di impiego. Il manuale illustra la situazione a livello globale in tutte e tre le regioni ITU; ciò è in linea con la dimensione delle attività scientifiche per la radioastronomia, anche alla luce delle più recenti tecniche di ricerca adottate che impiegano in maniera sistemica numerosi osservatori localizzati in diverse parti del pianeta.

9.2 Le bande per la radioastronomia

La radioastronomia è riconosciuta a livello ITU come un servizio di radiocomunicazione, sebbene per gli scopi di questo lavoro venga considerata alla stregua di un servizio scientifico, privilegiando maggiormente queste ultime finalità.

Le bande impiegate per la radioastronomia nell'intervallo 400 MHz-6 GHz presenti nel PNRF sono riportate nella seguente Tabella 8, con le relative note. Alcune specifiche note sono poi commentate nel seguito.

Tabella 8. ESTRAZIONE DA PNRF DELLE BANDE UTILIZZATE PER LA RADIOASTRONOMIA				
BANDA DI FREQUENZE (MHz)	SERVIZIO	GESTORE	UTILIZZAZIONI	NORMATIVA INTERNAZIONALE
406,1000 - 410,0000	FISSO 42	Ministero difesa		
	MOBILE escluso mobile aeronautico 42	Ministero difesa		ECC/DEC/(06)06
	RADIOASTRONOMIA	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
1400,0000 - 1427,0000	ESPLORAZIONE DELLA TERRA VIA SATELLITE (passiva) 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RADIOASTRONOMIA 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RICERCA SPAZIALE (passiva) 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
1610,6000 - 1613,8000	MOBILE VIA SATELLITE (T-s) 42 124A 132 133 135 136 137	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-sistemi di comunicazioni personali via satellite	RES 212 RR RES 225 RR n. 9.11A RR n. 9.21 RR ERC/DEC/(97)03
	RADIOASTRONOMIA 137	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		n. 9.21 RR RES 739 (WRC-03) ERC/DEC/(97)03
	RADIONAVIGAZIONE AERONAUTICA 42 134 137	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni Ministero difesa		
	Radiodeterminazione via satellite (T-s) 42 132 133 135 137	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-GPS	
1660,0000 - 1660,5000	MOBILE VIA SATELLITE T-s) 42 124A 125 127 139A	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-INMARSAT -sistemi di comunicazioni personali via satellite	
	RADIOASTRONOMIA	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
1660,5000 - 1668,4000	RADIOASTRONOMIA	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RICERCA SPAZIALE (passiva)	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Fisso 42 140	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-Reti fisse per trasporto segnali audio	

1668,4000 - 1670,0000	AUSILI METEOROLOGICI 42	Ministero difesa		
	FISSO 42	Ministero difesa		
	MOBILE escluso mobile aeronautico 42	Ministero difesa		
	RADIOASTRONOMIA	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
2655,0000 - 2667,0000	FISSO 159 160 165	Ministero difesa	-SAP/SAB	
	MOBILE escluso mobile aeronautico 159 160 163A 163B 164	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-IMT -SAP/SAB	
	Esplorazione della Terra via satellite (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Ricerca spaziale (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Radioastronomia 92A 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
2667,0000 - 2670,0000	FISSO 159 160 165	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-SAP/SAB	
	MOBILE escluso mobile aeronautico 159 160 163A 163B 164	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-SAP/SAB -IMT	RES 223 RR ERC/DEC/(97)03 ECC/DEC/(02)06 ECC/DEC/(05)05 ERC/REC 25-10
	Esplorazione della Terra via satellite (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Ricerca spaziale (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Radioastronomia 92A 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		RES 739 RR
2670,0000 - 2690,0000	FISSO 121 159 160 165	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-SAP/SAB	ERC/REC 25-10
	MOBILE escluso mobile aeronautico 121 159 160 163A 163B 164	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni	-SAP/SAB -IMT	RES 223 RR 2008/477/CE ECC/DEC/(02)06 ECC/DEC/(05)05 ERC/REC 25-10
	Esplorazione della Terra via satellite (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	Radioastronomia 92A 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		RES 739 RR
	Ricerca spaziale (passiva) 159 160	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
2690,0000 - 2700,0000	ESPLORAZIONE DELLA TERRA VIA SATELLITE (passiva) 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RADIOASTRONOMIA 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
	RICERCA SPAZIALE (passiva) 120	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		
4990,0000 - 5000,0000	FISSO	Ministero difesa		
	MOBILE escluso mobile aeronautico	Ministero difesa		
	Radioastronomia 92A	Ministero sviluppo economico-Comunicazioni		

42 (5.149) Nell'assegnare le frequenze alle stazioni degli altri servizi ai quali sono attribuite le bande seguenti: 13.360-13.410 kHz, 406,1-410,0 MHz, 1.610,6-1.613,8 MHz, 1.660-1.670 MHz, 22-22,50 GHz, 31,5-31,8 GHz, 42,5-43,5 GHz (ed in particolare nelle sottobande 42,77-42,87 GHz, 43,07-43,17 GHz e 43,37-43,47 GHz , ove vengono effettuate osservazioni di righe spettrali), 48,94-49,04 GHz, 76-77,5 GHz, 79-81 GHz, 81-86 GHz, 92-94 GHz, 94,1-100 GHz, 102-109,5 GHz, 111,8- 114,25 GHz, 130-134 GHz, 136-148,5 GHz, 151,5-158,5 GHz, 209-226 GHz, 241-248 GHz, 252-275 GHz, si deve cercare di adottare le misure praticamente possibili per evitare disturbi pregiudizievoli al servizio di radioastronomia. Le emissioni provenienti dallo spazio o dalle stazioni di aeromobile possono essere fonti di disturbi al servizio di radioastronomia.

92A Le bande di frequenze 322-328,6 MHz, 2.655-2.690 MHz, 4.990-5.000 MHz, 10,6-10,68 GHz, 14,47-14,5 GHz, 77,5-79 GHz, 94-94,1 GHz, 123-130 GHz, 134-136 GHz, 248-250 GHz possono essere utilizzate per il servizio di radioastronomia alle condizioni e previo l'espletamento delle procedure indicate nella nota 53.

- 120 (5.340) Nelle bande di frequenze 1.400-1.427 MHz, 2.690-2.700 MHz, 10,68-10,7 GHz, 15,35-15,4 GHz, 23,6-24 GHz, 31,3-31,5 GHz, 50,2-50,4 GHz, 52,6-54,25 GHz, 86-92 GHz, 100-102 GHz, 109,5-111,8 GHz, 114,25-116 GHz, 148,5-151,5 GHz, 164-167 GHz, 182-185 GHz, 190-191,8 GHz, 200-209 GHz, 226-231,5 GHz e 250-252 GHz è vietato ogni tipo di emissione. Nella banda di frequenze 48,94-49,04 GHz sono vietate le emissioni da stazioni di aeromobile.
- 121 Nell'assegnare frequenze alle stazioni dei servizi operanti nelle bande adiacenti alle bande 1.400-1.427 MHz, 2.690-2.700 MHz, 10,68-10,7 GHz, 15,35-15,4 GHz, 23,6-24 GHz, 31,3-31,5 GHz, 50,2-50,4 GHz, 52,6-54,25 GHz, 86-92 GHz, 100-102 GHz, 109,5-111,8 GHz, 114,25-116 GHz, 148,5-151,5 GHz, 164-167 GHz, 182-185 GHz, 190-191,8 GHz, 200-209 GHz, 226-231,5 GHz e 250-252 GHz si deve cercare di adottare le misure praticamente possibili per proteggere le stazioni di radioastronomia.
- 124A (5.351A) Per l'impiego delle bande di frequenze 1.518-1.544 MHz, 1.545-1.559 MHz, 1.610-1.645,5 MHz, 1.646,5-1.660,5 MHz, 1.670-1.675 MHz, 1.980-2.010 MHz, 2.170-2.200 MHz e 2.483,5-2.520 MHz e 2.670-2.690 MHz da parte del servizio mobile via satellite si deve tener conto delle Risoluzioni 212 (Rev.WRC-07) e 225 (Rev.WRC-2007) del Regolamento delle radiocomunicazioni.
- 125 (5.351) Le bande 1.525-1.544 MHz, 1.545-1.559 MHz, 1.626,5-1.645,5 MHz e 1.646,5-1.660,5 MHz non debbono essere usate per collegamenti di connessione di alcun servizio spaziale.
- 127 (5.354) L'impiego delle bande 1.525-1.559 MHz e 1.626,5-1.660,5 MHz da parte del servizio mobile via satellite è soggetto all'applicazione delle procedure di coordinamento e notifica previste nel numero 9.11A del Regolamento delle radiocomunicazioni.
- 132 (5.364) L'utilizzazione della banda 1.610-1.626,5 MHz da parte del servizio mobile via satellite (Terra-spazio) e del servizio di radiodeterminazione via satellite (Terra-spazio) è soggetta all'applicazione delle procedure di coordinamento e di notifica stabilite nel numero 9.11A del Regolamento delle radiocomunicazioni. Una stazione terrena mobile operante in uno dei due servizi in questa banda non deve produrre una densità di potenza isotropa equivalente irradiata superiore a -15 dB(W/4 kHz) nella parte di banda usata dal sistema che opera in accordo con le disposizioni della nota 134 del presente piano, a meno che non venga diversamente concordato dalle Amministrazioni disturbate. Nella parte di banda ove tale sistema non è operante è consentito un valore di -3 dB(W/4 kHz). Stazioni del servizio mobile via satellite non debbono causare disturbi pregiudizievoli a stazioni del servizio di radionavigazione aeronautica, a stazioni che operano in accordo con le disposizioni della nota 134 del presente piano e stazioni del servizio fisso, né possono pretendere protezione dalle suddette stazioni. Nell'effettuare il coordinamento delle reti del servizio mobile via satellite deve essere adottata ogni iniziativa possibile volta ad assicurare la protezione delle stazioni esercite conformemente alle disposizioni della nota 134 del presente piano.
- 133 (5.368) Nella banda 1.610-1.626,5 MHz le disposizioni del n. 4.10 del Regolamento delle radiocomunicazioni non si applicano ai servizi di radiodeterminazione via satellite e mobile via satellite con esclusione del servizio di radionavigazione aeronautica via satellite.
- 134 (5.366) La banda 1.610-1.626,5 MHz è riservata all'impiego ed allo sviluppo di sistemi elettronici di bordo in ausilio alla navigazione aerea ed ad ogni sistema di Terra o via satellite ad essi direttamente associato.
- 135 (5.372) Le stazioni dei servizi di radiodeterminazione via satellite e mobile via satellite non debbono causare disturbi pregiudizievoli alle stazioni di radioastronomia operanti nella banda 1.610,6-1.613,8 MHz.
- 136 I sistemi di comunicazioni personali del servizio mobile via satellite con tecnica di accesso multiplo a divisione di codice possono operare nella banda di frequenze 1.610-1.621,35 MHz, mentre quelli con tecnica di accesso multiplo a divisione di tempo possono operare nella banda di frequenze 1.621,35-1.626,5 MHz in accordo con quanto previsto nella decisione CEPT ERC/DEC/(97)03.
- 137 (5.367) Nelle bande di frequenze 1.610-1.626,5 MHz e 5.000-5.150 MHz possono essere assegnate per usi civili frequenze per il servizio mobile aeronautico via satellite (R) che gode dello statuto di servizio primario. Tali utilizzazioni sono soggette all'accordo da ottenersi con le procedure di cui al n. 9.21 del Regolamento delle radiocomunicazioni.
- 139A (5.376A) Le stazioni terrene mobili funzionanti nella banda di frequenze 1.660-1.660,5 MHz non debbono provocare disturbi pregiudizievoli alle stazioni del servizio di radioastronomia.

- 140 Frequenze della banda 1660,5-1668,4 MHz possono essere utilizzate per ponti radio di collegamento a sussidio della radiodiffusione sonora privata con canalizzazione a passi di 200 kHz a partire da 1660,7 MHz fino a 1668,1 MHz.
- Al fine di assicurare il livello di protezione richiesto dal servizio di radioastronomia, i collegamenti fissi:
- possono essere autorizzati solo in zone sufficientemente lontane dalle stazioni di radioastronomia con le quali non esista visibilità diretta, ovvero esistano schermi naturali che garantiscano la necessaria protezione;
 - devono impiegare sistemi di antenna molto direttivi e trasmettitori di potenza limitata al minimo necessario ad assicurare il collegamento.
- In ogni caso, i collegamenti devono operare con statuto secondario su base di non interferenza e senza diritto a protezione e con revoca immediata in caso di interferenze ai servizi primari previsti in tabella.
- 159 Frequenze nella banda 2.450–2.690 MHz possono essere impiegate per usi civili, previo coordinamento con le utilizzazioni dei servizi previsti in tabella, per collegamenti temporanei audio/video terrestri e via aeromobile, in ausilio al servizio di radiodiffusione. In accordo con la ECC/DEC/(02)06 la banda 2.500-2.690 MHz non sarà disponibile per collegamenti audio/video SAP/SAB dopo l'introduzione dell'UMTS/IMT.
- 160 Nella banda 2.450-2.690 MHz il Ministero della difesa può utilizzare frequenze, previo coordinamento con le utilizzazioni dei servizi previsti in tabella, per i sistemi audio/video per collegamenti con aeromobili.
- In accordo con la ECC/DEC/(02)06 la banda 2.500-2.690 MHz non sarà disponibile per tali collegamenti dopo l'introduzione dell'UMTS/IMT.
- 163A (5.384A) La banda di frequenze 2.500-2.690 MHz, o porzioni di essa, è identificata per l'impiego da parte del sistema IMT di cui fa parte il sistema [UMTS](#), in accordo con la Risoluzione 223 (WRC00) del Regolamento delle radiocomunicazioni. Questa identificazione non preclude l'impiego di queste bande da parte di altre applicazioni dei servizi ai quali sono attribuite e non stabilisce priorità. La destinazione della banda di frequenze 2.500-2.690 MHz, o di porzioni di essa, al sistema IMT, avverrà sulla base della domanda commerciale e previa idonea compensazione in termini di risorsa spettrale nei confronti del Ministero della difesa e con l'adozione delle procedure previste nel regolamento emanato con decreto ministeriale 25 marzo 1998 nr. 113.
- 163B In accordo con le decisioni CEPT ECC/DEC/(02)06 e CEPT ECC/DEC/(05)05, la banda di frequenze 2500 – 2690 MHz è la banda destinata all'estensione dei sistemi di telecomunicazioni mobili internazionali IMT di cui fa parte il sistema UMTS. Detta banda, destinata alla componente terrestre dei sistemi UMTS/IMT, potrà essere resa disponibile per il suddetto sistema, sulla base delle esigenze di mercato. L'utilizzo della banda 2500-2690 MHz deve rispettare lo schema di canalizzazione adottato dalla CEPT nella decisione ECC/DEC/(05)05 (Annesso 1).
- 164 In accordo con la decisione della Commissione Europea 2008/477/CE la banda di frequenze 2500-2690 MHz può essere impiegata, su base non esclusiva, per sistemi terrestri in grado di fornire servizi di comunicazioni elettroniche, conformemente ai parametri stabiliti nell'allegato della suddetta decisione.
- 165 (5.409) Nella banda di frequenze 2.550-2.690 MHz è vietato lo sviluppo di sistemi di ponti radio a diffusione troposferico.

La Tabella 8 contiene le allocazioni di frequenza in cui il servizio di radioastronomia riveste statuto primario. Per quanto riguarda le bande in cui tale servizio ha invece statuto secondario, occorre far riferimento alla nota 53 del PNRF che recita:

- 53 Le bande di frequenze 37,5-38,25 MHz, 73-74,6 MHz, 150,05-153 MHz, 1.330-1.400 MHz, 1.718,8-1.722,2 MHz, 3.260-3.267 MHz, 3.332-3.339 MHz, 3.345,8-3.352,5 MHz, 4.825-4.835 MHz, 4.950-4.990 MHz, 6.650-6.675,2 MHz, 22,81-22,86 GHz, 31,2-31,3 GHz, 36,43-36,5 GHz, sono anche attribuite al servizio di radioastronomia con statuto di servizio secondario. Esse possono essere utilizzate per tale servizio, previo accertamento da parte dell'autorità civile competente, di concerto con il Ministero della difesa, della possibilità di assicurare alle stazioni di radioastronomia protezione accettabile.
- Gli enti interessati all'attività delle stazioni di radioastronomia dovranno accertare presso la suddetta autorità, in fase di pianificazione delle ricerche, l'effettiva possibilità di protezione di dette stazioni.

Tra le bande contenute nella nota 53, quelle che cadono nell'intervallo di frequenze di interesse per l'inventario dello spettro radio sono:

- 1.330-1.400 MHz
- 1.718,8-1.722,2 MHz
- 3.260-3.267 MHz

- 3.332-3.339 MHz
- 3.345,8-3.352,5 MHz
- 4.825-4.835 MHz
- 4.950-4.990 MHz

A quanto indicato alla nota 53 del PNRF si aggiunge la nota 92 A, che recita:

92A Le bande di frequenze 322-328,6 MHz, 2.655-2.690 MHz, 4.990-5.000 MHz, 10,6-10,68 GHz, 14,47-14,5 GHz, 77,5-79 GHz, 94-94,1 GHz, 123-130 GHz, 134-136 GHz, 248-250 GHz possono essere utilizzate per il servizio di radioastronomia alle condizioni e previo l'espletamento delle procedure indicate nella nota 53..

Tra le bande contenute nella nota 92A, quelle che cadono nell'intervallo di frequenze di interesse per l'inventario dello spettro radio vi sono:

- 2.655-2.690 MHz
- 4.990-5.000 MHz

Nel PNRF vi sono inoltre numerose altre note, finalizzate a garantire protezione al servizio di radioastronomia. Per le frequenze di interesse valgono le note 120, 121, 123, 135, 139A, 140, 162, 181B.

Tra le note citate è di particolare interesse la nota 120 che è finalizzata alla protezione dei servizi passivi di radioastronomia e recita:

120 Nelle bande di frequenze 1.400-1.427 MHz, 2.690-2.700 MHz, 10,68-10,7 GHz, 15,35-15,4 GHz, 23,6-24 GHz, 31,3-31,5 GHz, 50,2-50,4 GHz, 52,6-54,25 GHz, 86-92 GHz, 100-102 GHz, 109,5-111,8 GHz, 114,25-116 GHz, 148,5-151,5 GHz, 164-167 GHz, 182-185 GHz, 190-191,8 GHz, 200-209 GHz, 226-231,5 GHz e 250-252 GHz è vietato ogni tipo di emissione. Nella banda di frequenze 48,94-49,04 GHz sono vietate le emissioni da stazioni di aeromobile.

Si noti infine la nota 109, relativa alla banda di frequenze 608-614 MHz che in Italia non è più disponibile per la radioastronomia a seguito del completamento della transizione alla televisione digitale terrestre:

109 Nella banda di frequenze 608-614 MHz al servizio di radioastronomia è attribuito lo statuto di servizio secondario fino alla data di transizione del servizio di radiodiffusione televisiva alla tecnica numerica. Fino a tale data la banda di frequenze 608-614 MHz può essere usata per il servizio di radioastronomia alle condizioni e previo l'espletamento delle procedure indicate nella nota 53.

9.3 Utilizzatori

Le frequenze per la radioastronomia sono utilizzate in Italia da INAF-IRA.

9.4 Interfacce radio

A seconda delle frequenze, i sistemi impiegati in radioastronomia variano (es. total power, spectrum line, VLBI).

Ricordando che i servizi di radioastronomia sono essenzialmente passivi, alcune delle informazioni citate al paragrafo 12.4 di [2], relativamente alla acquisizione di informazioni sulle interfacce radio, perdono di significato (es. potenza trasmessa).

9.5 Utilizzo dello spettro per la radioastronomia in Italia

Il formato delle informazioni da acquisire in fase di inventario circa gli usi dello spettro per la radioastronomia è quello dedicato alle applicazioni scientifiche, già descritto al paragrafo 12.4 di [2] e riportato in Figura 22 per maggior chiarezza.

BAND	Types of use	Technology	Number of installations	Geographic extent	Spectrum demand trend	Release/ Migration plan	Specific System Dismission
------	--------------	------------	-------------------------	-------------------	-----------------------	-------------------------	----------------------------

Figura 22. Formato record per l'inventario dell'uso dello spettro: Applicazioni Scientifiche

9.5.1 Le bande impiegate

Le bande utilizzate in Italia per la radioastronomia sono indicate in [13]. In particolare risultano utilizzate le frequenze elencate in Tabella 9 comprensive dello statuto all'interno della specifica banda.

Tabella 9. FREQUENZE UTILIZZATE DALLA RADIOASTRONOMIA IN ITALIA (FONTE: CRAF)	
Frequenza (MHz)	Statuto
406.1-410	Primario/attivo
1330-1400	Notifica di utilizzo
1400 – 1427	Primario/esclusivamente passivo
1610.6-1613.8	Primario/attivo
1640-1693	Usato per VLBI
1660-1660.5	Primario/attivo
1660.5-1668	Primario/passivo
1668-1670	Primario/attivo
1718.8-1722.2	Secondario
2290-2300	Usato per VLBI
4700-5050	-
4800-4990	Secondario
4990-5000	Primario/attivo

Da notare che il processo di transizione al digitale terrestre ha avuto l'effetto di impedire l'uso della banda 608-614 MHz in Italia, che risulta di forte interesse per la radioastronomia. Una conseguenza di questa esclusione è il fatto che gli osservatori italiani, per questa frequenza, non possono contribuire a sistemi VLBI.

9.5.2 Tecnologie

Le tecnologie impiegate sono diverse in funzione delle frequenze e degli usi dello spettro.

9.5.3 Numero di installazioni

I radiotelescopi e le installazioni di interesse per la radioastronomia in Italia sono localizzati a:

- Medicina (BO)
- Noto (SR)
- Cagliari
- Trieste

- Matera (ASI)

9.5.4 Estensione geografica

Il servizio di radioastronomia interessa per estensione tutto il territorio italiano, come si evince dalla dislocazione geografica delle stazioni.

9.5.5 Trend della domanda di spettro

La radioastronomia è un servizio che reclama spettro, richiedendo la protezione delle bande già utilizzate, il mantenimento delle stesse e il possibile ampliamento verso altre bande.

9.5.6 Piani di dismissione o migrazione/rilascio

A seguito del completamento del processo di digitalizzazione delle televisione digitale terrestre, l'uso della banda 608-614 MHz è stato cessato in Italia.

In aggiunta si riporta che l'osservatorio solare di Trieste è in fase di parziale dismissione.

10 Analisi dell'efficienza d'uso

Le valutazioni dell'efficienza d'uso per le bande oggetto di studio sono state condotte secondo la metodologia illustrata in [3]. La stima dell'efficienza tecnica, economica e sociale è stata ottenuta attraverso l'analisi e la valutazione degli indicatori (*Key Performance Indicators* – KPIs) proposti in [3]; la combinazione dei tre termini così stimati permette poi di arrivare ad un indicatore unico di efficienza.

10.1 Stima dell'efficienza tecnica per i casi di studio in esame

Secondo quanto indicato in [3], al fine di valutare l'efficienza tecnica, devono essere stimati e poi combinati i seguenti KPI:

- Efficienza spettrale
- Utilizzo della banda
- Condivisione delle risorse spettrali

L'efficienza spettrale per una tecnologia può esser stimata su base comparativa rispetto allo stato dell'arte dell'evoluzione tecnologica per un certo servizio e/o in una certa banda; si deve poi stabilire come una data risorsa spettrale viene utilizzata nel tempo e come la risorsa spettrale è utilizzata sul territorio, in riferimento ad esempio all'estensione geografica della copertura. Per i casi oggetto di studio, non si disponeva di informazioni sufficientemente accurate per la stima quantitativa dell'efficienza spettrale. Per questo motivo nelle valutazioni che compaiono nei paragrafi seguenti si procede con considerazioni di natura qualitativa che possono comunque fornire utili elementi per le stime di efficienza spettrale.

È poi opportuno disporre dell'informazione circa l'attuale utilizzo di una certa risorsa spettrale. Ad esempio, è noto che alcune bande, designate per specifiche applicazioni, non sono mai state oggetto di effettiva implementazione di sistemi che realizzano tali applicazioni. L'indicazione sul mancato utilizzo di una risorsa spettrale, ad esempio, fornisce un'utile e importante indicazione per la valutazione dell'(in)efficienza d'uso dello spettro.

L'uso condiviso delle risorse spettrali può e deve essere declinato in riferimento a diversi aspetti di interesse. La condivisione può ad esempio essere riferita a diverse applicazioni che utilizzano la medesima risorsa spettrale, ma può anche essere estesa a indicazioni circa potenziali criticità derivanti dall'uso di risorse frequenziali adiacenti da parte di applicazioni diverse.

I KPI elencati vengono valutati dal punto di vista qualitativo, attribuendo ad essi un punteggio secondo una scala di valori che va da 0 a 3; il valore 0 è utilizzato quando non esiste alcuna relazione fra l'applicazione oggetto di studio e l'indicatore analizzato. Per quanto riguarda i pesi da attribuire ai singoli KPI, essi verranno posti tutti pari all'unità. Il massimo punteggio attribuibile in senso qualitativo all'efficienza tecnica è quindi pari a 9.

10.1.1 Stima dell'efficienza tecnica per la banda 3400-3600 MHz

10.1.1.1 Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale

Al fine della stima dell'efficienza spettrale devono essere considerate l'efficienza dell'uso dello spettro riferita alla frequenza, al tempo e allo spazio.

Sebbene ad un ritmo non troppo sostenuto i sistemi di accesso BWA basati su tecnologia WiMAX hanno oggi raggiunto un discreto livello di sviluppo su tutto il territorio italiano. A partire dai dati relativi agli impianti realizzati sul territorio nazionale, sono state valutate le coperture e calcolata la percentuale di territorio e di popolazione coperta, per ciascuna delle diverse bit-rate che il sistema può fornire (si veda il precedente paragrafo 6.2.4.2). Considerando la bit rate più bassa per l'insieme di tutti i siti WiMAX presenti in Italia arriva si ottiene un valore di penetrazione medio.

L'efficienza nel tempo intesa come continuità del servizio offerto è poi caratterizzata senza dubbio da un elevato valore, così come l'efficienza in frequenza, dal momento che i sistemi realizzati implementano versioni evolute dello standard dalle elevate prestazioni (IEEE 802.16e).

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.1.1.2 Utilizzo della banda

L'utilizzo della banda può essere complessivamente dedotto dal grado di maturità dei sistemi BWA, che non sfruttano ancora appieno le potenzialità a propria disposizione, e dal numero degli utilizzatori che appare ancora esiguo.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.1.1.3 Condivisione delle risorse spettrali

Il sistema BWA basato su tecnologia WiMAX presenta buone potenzialità in termini di condivisione delle risorse spettrali come dimostrato nelle prime fasi di sviluppo del sistema quando, a fronte di un progressivo piano di liberazione della banda, la rete WiMAX è stata implementata in coesistenza con installazioni radar in uso al Ministero della Difesa; il criterio di condivisione adottato è stato essenzialmente basato sulla definizione di aree di rispetto.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.1.1.4 Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni di efficienza tecnica per sistemi BWA basati su tecnologia WiMAX in banda 3400-3600 MHz è riportato in Tabella 10 e ammonta a 6 punti su un totale di 9 punti massimi disponibili.

Tabella 10. STIMA DELL'EFFICIENZA TECNICA PER SISTEMI BWA BASATI SU TECNOLOGIA WiMAX IN BANDA 3400-3600 MHz	
KPI	Punteggio
Efficienza spettrale	2
Utilizzo della banda	2
Condivisione delle risorse spettrali	2
Punteggio totale	6

10.1.2 Stima dell'efficienza tecnica per la banda 863-870 MHz

10.1.2.1 Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale

L'efficienza spettrale dei sistemi basati su dispositivi SRD operanti in banda 863-870 MHz è certamente elevata, principalmente in considerazione del fatto che questi apparati utilizzano lo spettro su base non interferenziale e non protetta, grazie a tecniche di accesso efficaci ed evolute. Inoltre, lo sviluppo dei sistemi è costantemente in linea con lo stato dell'arte.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.1.2.2 Utilizzo della banda

L'enorme diffusione dell'utilizzo dei dispositivi SRD indica un uso molto spinto delle risorse a disposizione con applicazioni varie e di diversa natura.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.1.2.3 Condivisione delle risorse spettrali

I dispositivi SRD per loro natura sfruttano le risorse spettrali su base condivisa. L'enorme successo e la penetrazione di tali dispositivi per numerosi utilizzi testimonia la loro affermazione nelle bande destinate al loro impiego. Le campagne di monitoraggio realizzate dalla CEPT sulla banda in esame hanno inoltre mostrato l'assenza di situazioni di congestione rilevanti.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.1.2.4 Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni di efficienza tecnica per sistemi SRD operanti in banda 863-870 MHz è riportato in Tabella 11 e ammonta a 9 punti su un totale di 9 punti disponibili.

Tabella 11. STIMA DELL'EFFICIENZA TECNICA PER SISTEMI SRD OPERANTI IN BANDA 863-870 MHz	
KPI	Punteggio
Efficienza spettrale	3
Utilizzo della banda	3
Condivisione delle risorse spettrali	3
Punteggio totale	9

10.1.3 Stima dell'efficienza tecnica per la banda 2300-2400 MHz

Le analisi relative a questa banda sono riferite ai collegamenti punto-punto e punto-multipunto che rappresentano l'impiego principale in questo intervallo di frequenze. Le valutazioni di efficienza seguenti sono effettuate tenendo conto della scarsità di informazioni disponibili sul reale utilizzo della banda.

10.1.3.1 Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale

Tutti i termini di valutazione dell'efficienza spettrale riferiti all'efficienza nello spazio, nel tempo e in frequenza sono da valutarsi con punteggio basso. Infatti, pur in assenza di informazioni precise, sono state ottenute indicazioni generali che indicano un numero contenuto di collegamenti realizzati. Inoltre, pur dipendendo dal tipo di applicazione per cui sono impiegati, è comune che i collegamenti in ponte radio abbiano periodi di attività non continuativi. Infine, le informazioni circa le tipologie di collegamenti realizzati fanno riferimento a link a bassa capacità.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.1.3.2 Utilizzo della banda

Le informazioni rese disponibili forniscono indicazioni su un uso piuttosto limitato della banda sia in termini di collegamenti realizzati sia di utilizzatori del servizio.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.1.3.3 Condivisione delle risorse spettrali

Al momento la condivisione delle risorse spettrali non pare essere promossa nella banda in esame in alcun modo. I collegamenti fissi, tuttavia, per loro natura si prestano ad un uso condiviso delle risorse nei confronti di numerosi altri sistemi, come dimostrato dall'esperienza maturata in intervalli di frequenza diversi.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.1.3.4 Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni di efficienza tecnica dell'uso della banda 2300-2400 MHz da parte dei collegamenti P-P e P-MP è riportato in Tabella 12 e ammonta a 4 punti su un totale di 9 punti massimi disponibili.

Tabella 12. STIMA DELL'EFFICIENZA TECNICA PER LA BANDA 2300-2400 MHZ	
KPI	Punteggio
Efficienza spettrale	1
Utilizzo della banda	1
Condivisione delle risorse spettrali	2
Punteggio totale	4

10.1.4 Stima dell'efficienza tecnica per le bande impiegate per la radioastronomia

10.1.4.1 Elementi per la valutazione dell'efficienza spettrale

In relazione ai termini di valutazione dell'efficienza spettrale riferiti all'efficienza nello spazio, nel tempo e in frequenza si possono formulare le seguenti considerazioni. L'efficienza nello spazio dei sistemi per la radioastronomia è bassa soprattutto per il fatto che tali sistemi, in quanto passivi, necessitano di ampie aree di protezione. Inoltre la dislocazione dei radiotelescopi interessa solo poche località a livello nazionale, come è da aspettarsi anche per i costi collegati alla realizzazione e al mantenimento dei siti. Dal punto di vista dell'efficienza nel tempo si può invece considerare un valore molto alto in quanto i sistemi di radioastronomia non presentano periodi di arresto di rilievo in termini di funzionamento. Anche l'efficienza in frequenza è elevata in quanto i sistemi per la radioastronomia per la natura dello scopo per cui sono realizzati, implementano tecniche di rilevamento e modalità di funzionamento evolute.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.1.4.2 Utilizzo della banda

In generale, tutte le frequenze utilizzabili tra quelle complessivamente a disposizione della radioastronomia sono usate in modo molto intensivo. Il grado di armonizzazione complessivo per tali bande è inoltre molto elevato.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.1.4.3 Condivisione delle risorse spettrali

Le possibilità di un uso condiviso delle risorse spettrali impiegate per la radioastronomia sono scarse e la radioastronomia necessita di forte protezione dall'interferenza nociva potenzialmente generata da altre utilizzazioni dello spettro. In alcune bande, precisamente quelle designate per gli usi passivi dello spettro, la protezione è garantita dalla nota 5.340 del Radioregolamento dell'ITU che vieta ogni tipo di emissione. La radioastronomia si avvale inoltre di sofisticate tecniche per la soppressione dell'interferenza, allo scopo di rendere possibile ed efficace anche l'uso delle frequenze nelle bande non ricomprese dalla citata nota.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.1.4.4 Valutazione complessiva dell'efficienza tecnica

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle stime di efficienza tecnica per le bande impiegate per la radioastronomia è riportato in Tabella 13 e ammonta a 6 punti su un totale di 9 punti disponibili.

Tabella 13. STIMA DELL'EFFICIENZA TECNICA PER LE BANDE IMPIEGATE PER LA RADIOASTRONOMIA	
KPI	Punteggio
Efficienza spettrale	2
Utilizzo della banda	3
Condivisione delle risorse spettrali	1
Punteggio totale	6

10.2 Stima dell'efficienza economica per i casi di studio in esame

La stima dell'efficienza economica dell'attuale allocazione dello spettro, come spiegato nel Deliverable 2 paragrafi 5.3-5.4 e 6.2-6.3 [3], può essere svolta soltanto in relazione agli altri possibili utilizzi dello spettro o alle soluzioni alternative all'utilizzo dello spettro stesso, per l'applicazione che al momento lo utilizza. Ciò nonostante, nel caso di inventario dello spettro può essere comunque portata avanti una valutazione dell'impatto economico in termini di valore assoluto per l'utilizzo attuale delle bande di frequenza, senza porre poi a paragone tali valori con quelli ottenuti simulando altri potenziali utilizzi.

Per la valutazione d'impatto economico, si utilizzerà laddove possibile il concetto di *Economic Surplus*, suddiviso in *Consumer* e *Producer Surplus*, coerentemente con quanto descritto in [3]. In alcuni casi, però, non vi sarà alcun evidente beneficio di carattere economico (es. applicazioni scientifiche) oppure il beneficio economico sarà ascrivibile al solo risparmio derivante dall'utilizzo della banda in sostituzione di altre tecnologie fisiche per il complemento di reti di più ampie dimensioni.

Per gli scopi di questo studio, al fine di poter giungere ad una valutazione complessiva dell'utilizzo attuale delle bande oggetto di esame, si procede più semplicemente all'attribuzione di un punteggio qualitativo per le valutazioni economiche effettuate, seppur ovviamente più imprecisa.

In particolare, viene utilizzata una scala da 0 a 3 per il giudizio di efficienza economica, come per le altre stime di impatto, in cui:

- 0 viene attribuito a quelle applicazioni la cui stima di impatto economico complessivo è negativa;
- 1 se l'utilizzo della banda per una data applicazione ha un beneficio economico non negativo, ma prossimo allo 0;
- 2 se la stima di impatto economico fornisce risultati positivi ma modesti;
- 3 se il valore economico stimato per l'utilizzo della banda da parte dell'applicazione è significativamente elevato.

10.2.1 Stima dell'efficienza economica per la banda 3400-3600 MHz

La valutazione della banda impiegata da parte di sistemi BWA basati su tecnologia WiMAX richiede, in coerenza con la metodologia delineata in [3], i seguenti valori di input:

- numero di utenti del servizio, al fine di stimare l'impatto sulla popolazione del servizio
- ARPU o, in alternativa, i ricavi derivanti dal servizio in forma aggregata
- i costi del servizio

Questi dati sono in possesso degli operatori, ma non è stato possibile ottenerli attraverso un contatto diretto nel corso dello svolgimento del presente progetto di studio.

Si è proceduto perciò alla stima di ognuno di essi. Va sottolineato, come è logico attendersi, che un processo di stima è di per sé aleatorio, e tale aleatorietà non può che aumentare quando ci si trova nella situazione di dover stimare un insieme di valori così numeroso.

Ciò nondimeno, possono essere fatte alcune assunzioni ragionevoli che riducano (ma non annullino) la probabilità di errore.

- Il numero di utenti del servizio viene ricavato a partire dall'indagine condotta presso gli operatori da parte dell'Autorità nel gennaio 2011, applicando un tasso di crescita annuo pari a quello medio delle famiglie connesse al broadband in Italia negli ultimi 5 anni (3% - elaborazione su dati ISTAT), al fine di stimare il numero di utenze connesse al 31/12/2012.
- I ricavi medi per utente vengono posti pari al prezzo medio annuo del servizio, a partire dai prezzi medi mensili riportati in Tabella 14 rilevati dalle offerte commerciali degli operatori. Si rileva per completezza che alcuni degli operatori citati si avvalgono di reti WiMAX operanti in bande a libero uso.

Tabella 14. TARIFFA MEDIA MENSILE DI CONNESSIONE ADSL FLAT IN WiMAX, CON O SENZA SERVIZI VOCE, PER AZIENDE E PRIVATI; VALORI PER OPERATORE	
Operatore	Media della tariffa flat mensile (in €)
Linkem	24,00
Aria	37,45
Mandarin	39,29
Telecom Italia	30,38
Freemax	38,30
Eolo (NGI)	19,50
Quesse	62,83
Okcom (Teleunit)	26,90
Totale	34,83

- I costi vengono stimati per singola stazione e poi moltiplicati per il numero di stazioni presenti sul territorio oggetto di esame. Il costo unitario stimato per ogni stazione ammonta a 6123 € annui per il periodo di validità dei diritti d'uso pari a 15 anni ed è composto come illustrato in Tabella 15.

Tabella 15. STIMA DEL COSTO UNITARIO ANNUO PER STAZIONE WiMAX	
Voce	Valore
Costo fisso iniziale (CAPEX)	55.845 €
Anni di vita dell'investimento	15 (anni di licenza)
CAPEX per anno	3.723€
Costo operativo annuo (OPEX)	2.400 €
Totale costi unitari	6.123 €

Il valore del producer surplus che si ottiene è quindi pari a € 3.732.743.

Per calcolare il Consumer Surplus, si applica la formula di uso pratico, già descritta in [3]:

$$CS = \frac{1}{2} \frac{Ricavi}{|e|}$$

L'elasticità di prezzo e viene posta pari a -0,69, ricavata da uno degli studi più recenti e affidabili sull'elasticità di prezzo della banda larga [14]. Il valore del Consumer Surplus è quindi stimato in:

$$CS = \frac{1}{2} \frac{Ricavi}{|e|} = \frac{1}{2} \frac{22.918.940}{|-0.69|} = 16.607.928€$$

Dunque, il valore totale dell'impatto economico dell'utilizzo da parte del WiMax della banda 3400-3600 MHz è di:

$$3.732.629 + 16.607.928 = 20.340.671 €$$

Data la numerosità delle assunzioni, va ancora una volta ribadito come tale numero debba essere inteso più come una stima della grandezza di impatto che come un dato di elevata affidabilità numerica.

10.2.2 Stima dell'efficienza economica per la banda 863-870 MHz

In relazione ai dispositivi SRD che utilizzano la banda da 863 a 870 MHz, si ricorda che le applicazioni di interesse sono quelle citate dal Report ECC n. 182 [7] e riassunte nella precedente Tabella 3.

Il Report ECC n.182 [7] riporta anche il numero di dispositivi venduti annualmente in ambito CEPT (cfr. precedente Tabella 5), come dato parziale derivante dalle sole risposte delle aziende intervistate, ma comunque in grado di fornire una prima stima della dimensione del mercato in questione, suddiviso per applicazione.

Per dare un'idea dell'incompletezza di tale rilevazione, in [7] viene segnalato come il mercato degli allarmi personali sia stimato in 3 milioni di dispositivi l'anno, mentre i rispondenti ne hanno segnalato solamente 100.000. Tuttavia, questi dati sono utili al fine di comprendere quanto pesino all'interno della banda le differenti applicazioni, in termini di volume di utenti.

Data la vastità di applicazioni che rientrano nella categoria degli SRD, risulta difficile applicare il metodo dell'*Economic Surplus* come descritto in [3]. È tuttavia possibile stimare i ricavi delle imprese del settore a partire dal volume del mercato dell'industria in esame. Ottenuto tale valore, sarà possibile stimare la porzione di tale quota derivante dai dispositivi che operano in banda 863-870 MHz e poi valutarne il margine operativo, cioè il valore al netto dei costi, per giungere al *producer surplus*. Il *consumer surplus* verrà poi stimato di nuovo a partire dai ricavi calcolati come porzione del PIL derivante dall'industria dei dispositivi SRD, per la parte imputabile alla banda in esame, con l'usuale formula descritta nel Deliverable 2 [3].

Per quanto le fonti intervistate (ANITEC) sembrano confermare come nel mercato europeo degli SRD le imprese italiane abbiano un ruolo importante, gli unici dati disponibili sulla dimensione di tale mercato sono forniti dall'associazione di settore dei produttori di allarmi in Europa, EURALARM [15]. La stima da essi fornita è di 11 miliardi di euro annui per il solo mercato degli allarmi, per tutta l'Europa. Questi, secondo la stessa Euralarm, rappresentano il 70% del volume totale degli SRD, per il 90% attribuibile ai servizi della banda 863-870 MHz. Per questo motivo, il valore totale dei ricavi degli SRD in Europa, nella banda in esame, è di

$$11 / 0,7 * 0,9 = 14,143 \text{ miliardi di euro}$$

Per ricavare da tale valore quello di interesse per il solo mercato italiano, non disponendo di alcuna informazione aggiuntiva, si attribuisce alle imprese italiane del settore un peso sul totale europeo pari a quello del PIL italiano su quello dell'Unione.

Secondo recenti stime della Banca Mondiale, il PIL Italiano nel 2011 è stato di € 1.580.220.244.262, mentre quello dell'Unione Europea è stato di € 12.637.597575.530, per cui la quota italiana di PIL europeo è pari al 12,5%. Seguendo il ragionamento descritto, il valore del mercato degli SRD in banda 863-870 in Italia è quindi di:

$$14,143 * 0,125 = 1,768 \text{ miliardi di € annui}$$

Secondo stime dell'Unicredit [16], il Margine Operativo Lordo medio, nel 2010, del settore elettronico in Italia è stato del 6,2% circa, per cui si giunge ad un Producer Surplus pari a:

$$1,768 \text{ miliardi di €} * 0,062 = 109.643.261 \text{ €}$$

Per calcolare il Consumer Surplus, l'unico dato mancante è l'elasticità di prezzo degli Short Range Devices. Dopo approfondite ricerche in letteratura non è stato possibile reperire un tale dato, almeno tra le analisi di mercato degli ultimi 10 anni. Si è dunque proceduto ad utilizzare la stessa elasticità utilizzata nel caso del WiMAX. Per quanto questa rappresenti necessariamente una forzatura, l'unica via alternativa di procedere sarebbe quella di condurre un'indagine econometrica sul campo riguardo all'elasticità della domanda rispetto alle variazioni di prezzo per quanto riguarda i servizi maggiori presenti nella banda. Ciò, purtroppo, è ben al di là delle risorse e degli obiettivi del presente progetto. Inoltre, tenendo in considerazione il tipo di applicazione in esame, si ritiene che una domanda in una certa misura inelastica, come quella rappresentata da una elasticità di -0,69, costituisca un'assunzione alquanto ragionevole.

Dunque, assumendo un tale valore di elasticità e applicando la formula già mostrata nel caso della banda 3400-3600 MHz, il Consumer Surplus in questo caso è pari a 1,281 miliardi di euro.

Possiamo procedere al calcolo dell'economic surplus totale, derivante dall'utilizzo in Italia della banda 863-870 MHz per le applicazioni degli Short Range Devices, come:

$$\begin{aligned} \text{Economic Surplus} &= \text{Consumer Surplus} + \text{Producer Surplus} = \\ &= (109.643.261 + 1.281.478.048) \text{ €} = 1.391.121.299 \text{ €} \end{aligned}$$

Naturalmente, dato il grande numero di assunzioni fatte per giungere a tale valore, a partire da dati molto carenti, questo può essere considerato come puramente indicativo della dimensione dell'impatto economico del fenomeno oggetto di studio, in alcun modo utilizzabile direttamente in valutazioni future, che richiederanno un'indagine specifica, come del resto per ogni altra porzione di spettro di radiofrequenza oggetto di indagine.

10.2.3 Stima dell'efficienza economica per la banda 2300-2400 MHz

In questa banda operano i ponti radio impiegati per collegamenti punto-punto e punto-multipunto. Tali collegamenti sono importanti da un punto di vista economico, perché consentono di evitare costose opere di realizzazione di una connessione fisica anche in zone che da un punto di vista orografico possono presentare grosse difficoltà.

Per stimarne il valore economico, dunque, basterebbe stabilire il costo di una singola connessione fisica in sostituzione di quella radio, dividerlo per il numero di anni di operatività e moltiplicare il valore annuo così ottenuto per il numero di ponti radio presenti sul territorio nazionale.

Tuttavia, nonostante un costante contatto con il MSE, è risultato particolarmente complicato reperire i dati necessari per le presenti stime, principalmente a causa dell'assenza di banche dati elettroniche relative all'uso della banda in esame.

10.2.4 Stima dell'efficienza economica per le bande impiegate per la radioastronomia

La radioastronomia rientra nella tipologia di applicazioni scientifiche che utilizzano piccole porzioni dello spettro e non sono caratterizzate da ricadute economiche rilevanti, almeno nel breve periodo. Anche volendo considerare possibili usi alternativi delle bande attualmente impiegate per la radioastronomia, occorrerebbe disporre di informazioni molto varie e dettagliate che si differenziano a seconda della porzione di spettro che si vuole analizzare. Esistono, infatti, porzioni di spettro per le quali, anche a puro scopo di esercizio teorico, si potrebbero immaginare utilizzi alternativi, mentre vi sono altre bande per le quali non esiste un particolare interesse circa la possibilità di identificare impieghi ulteriori o diversi. Questa considerazione permette di comprendere come valutazioni di carattere economico appaiano di difficile percorribilità e interesse,

soprattutto se si volesse ottenere una stima applicabile alle bande impiegate per la radioastronomia nel loro insieme.

10.2.5 Stima qualitativa dell'efficienza economica per le bande oggetto di studio

Le considerazioni basate sull'*economic surplus* descritte ai precedenti paragrafi, in linea con quanto illustrato in [3], permettono di formulare le seguenti valutazioni di efficienza economica, espresse sulla base della scala di valori da 0 a 3 come già richiamato:

- **alla banda 3400-3600 MHz in uso al WiMAX si attribuisce un punteggio pari a 2, poiché il valore di *economic surplus* di 20 milioni di euro circa, se paragonato già a quello della banda 863-870 MHz, è sicuramente da ritenersi modesto;**
- **alla banda 863-870 MHz, in uso agli SRD, dato l'alto valore di economic surplus stimato, si attribuisce il punteggio massimo, pari a 3;**
- **alla banda 2300-2440 MHz, in uso ai ponti radio, viene attribuito un punteggio pari a 1, data la scarsità di informazioni a disposizione riguardo il suo effettivo utilizzo, ipotizzando comunque che l'esercizio dei ponti radio non avvenga in perdita, nel qual caso essi verrebbero sostituiti con una differente soluzione tecnologica;**
- **alle bande in uso alla radioastronomia, infine, viene attribuito un punteggio pari a 1, poiché non si tratta di un'applicazione dall'evidente valore economico, ma in una certa misura importante per la collettività, e presumibilmente con impatto economico non negativo.**

10.3 Stima dell'impatto sociale per i casi di studio in esame

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto sociale dell'attuale utilizzo della banda per una data applicazione, esso verrà valutato in relazione all'elenco di obiettivi suggerito da Analysys Mason e Hogan & Hartson nel loro studio per l'ARCEP (cfr. Deliverable 2 par. 5.5 [3]), che rappresentano quindi i KPI di interesse per le stime di efficienza in oggetto. La valutazione di ogni KPI, come specificato in [3], può essere effettuata tramite una scala di valori discreti. In questa sede, poiché l'intervallo costituito dai soli due valori (0,1) pare troppo poco accurato e troppo drastico, si utilizzerà una scala a tre valori (1,2,3) che sembra sufficiente a catturare la variabilità di un impatto basso, medio o alto, senza avventurarsi in valutazioni troppo articolate, necessarie invece per l'utilizzo di una scala con un maggior numero di livelli. Il valore 0 verrà comunque assegnato quando non sembrerà esserci relazione alcuna fra l'applicazione oggetto di studio e l'obiettivo sociale in questione.

Per quanto riguarda i pesi da attribuire ai singoli criteri, essi verranno posti tutti pari all'unità. Infatti, come descritto nel paragrafo 5.4 di [3], la scelta di quali obiettivi sociali ritenere più importanti è esclusivamente politica e dunque non può essere effettuata in questa sede.

Gli indicatori (KPI) selezionati per la stima del valore sociale di una applicazione [3] vengono richiamati qui per comodità:

- Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione
- Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità
- Inclusione sociale e resistenza all'esclusione
- Contributo ad uno sviluppo sostenibile
- Sviluppo regionale/locale
- Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica
- Crescita dei vantaggi competitivi regionali
- Ricerca e sviluppo

I KPI citati vengono valutati nei successivi paragrafi per tutte le applicazioni di interesse ai fini delle stime dell'impatto sociale nelle bande oggetto di studio. In considerazione del fatto che gli indicatori selezionati sono 8 e vengono valutati su una scala di valori compresa tra 0 e 3, il massimo punteggio attribuibile in senso qualitativo al valore sociale è pari a 24.

10.3.1 Stima dell'impatto sociale per la banda 3400-3600 MHz

Il WiMAX è un servizio in grado di garantire la connessione fissa ad internet in quelle aree del paese in cui essa non è fornita in altro modo; dunque esso incorpora parte del valore sociale di Internet stesso, nelle aree di copertura. Per questo, nella presente analisi, il suo impatto sociale è descritto a partire da quello dei servizi possibili attraverso la connessione dati.

10.3.1.1 Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione

Internet è un fondamentale tassello per l'educazione dei più giovani. Per quanto riguarda l'accesso all'informazione, la rete si va configurando sempre più come mezzo principale per l'informazione orizzontale e plurale, sia passiva che attiva. Il WiMAX porta la connessione dati laddove non sarebbe possibile ottenerla altrimenti, per cui ad esso va riconosciuto il massimo impatto su questo obiettivo, nelle aree coperte.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.3.1.2 Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità

Internet è stato uno dei principali artefici della globalizzazione, intesa sia da un punto di vista più strettamente economico che da quello socio-culturale. In quest'ottica, il supporto allo scambio culturale e allo sviluppo della comunità fornito dalla connessione tramite WiMAX, che connette alla rete comunità situate in aree rurali del paese, è da considerarsi abbastanza rilevante.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.3.1.3 Inclusione sociale e resistenza all'esclusione

L'agenda digitale della Commissione Europea ribadisce l'indicazione fornita nella strategia EU2020 nella banda larga una componente fondamentale della resistenza all'esclusione di fasce della popolazione poco coinvolte nella vita sociale del territorio. Il fenomeno dell'isolamento sociale è tanto più forte quanto più è rurale e con bassa densità la zona di residenza di persone che non sono attive da un punto di vista lavorativo. Il WiMAX, portando la connessione a internet proprio in tali zone, fornisce un contributo fondamentale nel cercare di contrastare tale fenomeno.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.3.1.4 Contributo a uno sviluppo sostenibile

Va riconosciuto come il WiMAX, consentendo di non realizzare scavi dispendiosi in alcune delle zone meno contaminate del paese, dal punto di vista paesaggistico, sia in qualche modo da etichettare come "tecnologia sostenibile". Ciò nonostante, il contributo del WiMAX a questo obiettivo può essere considerato complessivamente basso.

Va osservato che lo sviluppo dei sistemi WiMAX in Italia non è stato caratterizzato da particolari problemi legati all'esposizione del pubblico ai campi elettromagnetici, né in relazione a criticità derivanti dal mancato rispetto dei limiti di legge, né alla presenza di particolari situazioni di conflitto sociale dovute ad una accentuata sensibilità del pubblico circa i possibili rischi dovuti ai campi elettromagnetici.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.1.5 Sviluppo regionale-locale

Sull'importanza di Internet per lo sviluppo economico locale non c'è dubbio. Ad esempio, tramite la rete, molti distretti industriali italiani sono diventati a mano a mano più integrati e hanno potuto estendere i propri mercati e i propri bacini di fornitura al di là dei propri tradizionali confini geografici. Tuttavia, i vantaggi in questione sono tanto più elevati quanto più affidabile ed estesa è la rete, e quindi sono poco concretizzabili in caso di rete WiMAX che consente sì la connettività ma con capacità limitata rispetto all'utilizzo industriale. Per questo motivo, il contributo del WiMAX può essere considerato come limitato.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.1.6 Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica

Se, tramite il WiMAX, la copertura del territorio di servizi internet raggiunge un valore prossimo alla totalità della popolazione, è possibile per le amministrazioni locali dare impulso allo sviluppo di servizi di e-health e di sicurezza in maniera più decisa. Tuttavia, lo sviluppo di tali servizi non discende direttamente dalla presenza del servizio di connessione in WiMAX, dunque l'impatto di questo sul criterio in esame può essere considerato moderato e non elevato.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.3.1.7 Crescita dei vantaggi competitivi regionali

Per le stesse ragioni espresse riguardo allo sviluppo regionale e locale, il contributo del WiMax per la crescita dei vantaggi competitivi regionali si può considerare alquanto limitata.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.1.8 Ricerca e sviluppo

Partendo dal presupposto che i centri di ricerca, pubblici e privati, si trovano in zone del Paese più densamente popolate di quelle tipicamente a fallimento di mercato per il servizio internet in fibra/rame, dove opera il WiMAX, si può considerare il contributo del WiMAX a questo obiettivo come non rilevante.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni del valore sociale dell'uso della banda 3400-3600 MHz è riportato in Tabella 16 e ammonta a 13 punti su un totale di 24 punti massimi disponibili.

Tabella 16. STIMA DELL'IMPATTO SOCIALE PER SISTEMI BWA BASATI SU TECNOLOGIA WiMAX IN BANDA 3400-3600 MHz	
KPI	Punteggio
Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione	3
Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità	2
Inclusione sociale e resistenza all'esclusione	3
Contributo ad uno sviluppo sostenibile	1
Sviluppo regionale/locale	1
Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica	2
Crescita dei vantaggi competitivi regionali	1
Ricerca e sviluppo	0
Punteggio totale	13

10.3.2 Stima dell'impatto sociale per la banda 863-870 MHz

Gli SRD, in quanto componenti fondamentali di più servizi, hanno molteplici impatti sociali. In questa sede verranno analizzati gli impatti dei servizi ritenuti più significativi.

10.3.2.1 Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione

Seppur a primo impatto si potrebbe ritenere che le applicazioni citate in Tabella 3 e sviluppate nella banda 863-870 MHz siano poco o per nulla coerenti con l'obiettivo di sviluppo dell'educazione e l'accesso all'informazione, si può ritenere che i microfoni senza fili, e in generale l'audio senza fili, diano un limitato contributo su questo punto, se si considerano le visite guidate. Ciò nonostante, il contributo di tutto l'insieme delle applicazioni all'obiettivo in questione è da considerarsi limitato.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.2.2 Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità

Anche per questo obiettivo, come per il precedente, la maggior parte delle applicazioni indicate in Tabella 3 fornisce un contributo molto limitato. Di nuovo, il solo audio senza fili sembra essere in qualche modo in linea con l'obiettivo, date le sue applicazioni nel campo del turismo.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.2.3 Inclusione sociale e resistenza all'esclusione

Le applicazioni in questa banda appaiono scarsamente finalizzate all'inclusione sociale. Tuttavia, si può ipotizzare che alcune applicazioni come quelle a favore degli anziani contribuiscano all'obiettivo in maniera limitata.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.2.4 Contributo a uno sviluppo sostenibile

La domotica e la telemetria rappresentano due delle applicazioni più efficaci per il risparmio energetico tramite l'ottimizzazione dei consumi delle abitazioni e delle reti, rispettivamente. L'ottimizzazione energetica rappresenta un fulcro fondamentale per una società "green" e, dunque, per uno sviluppo sostenibile.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.3.2.5 Sviluppo regionale-locale

Nessuna delle applicazioni nella banda sembra giocare un ruolo sufficientemente importante nello sviluppo regionale e locale, sebbene l'ampiezza delle tecnologie SRD elencate facciano presumere che esse siano ampiamente utilizzate anche a livello regionale/locale e innervino quindi la società in maniera quasi inestricabile.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.2.6 Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica

Tra le applicazioni SRD elencate troviamo: *healthcare*, *call points*, allarmi, *security*, applicazioni per i più anziani, rilevatori di fumo e molto altro. Senza alcun dubbio, i servizi di salute e sicurezza pubbliche e le loro evoluzioni non possono prescindere da tali tecnologie.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

10.3.2.7 Crescita dei vantaggi competitivi regionali

Per quanto riguarda l'accrescimento o la conservazione dei vantaggi competitivi regionali, valgono le considerazioni già formulate circa lo sviluppo regionale/locale.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.2.8 Ricerca e sviluppo

Le attività di ricerca e sviluppo in alcuni settori usufruiscono ampiamente dei sensori senza fili che agiscono sull'intervallo di frequenze in esame. Inoltre, sempre più spesso si fa largo in questo campo l'utilizzo di tag e lettori RFID per l'identificazione di campioni.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni di impatto sociale dei sistemi SRD operanti in banda 863-870 MHz è riportato in Tabella 17 e ammonta a 13 punti su un totale di 24 punti massimi disponibili.

Tabella 17. STIMA DELL'IMPATTO SOCIALE PER SISTEMI SRD OPERANTI IN BANDA 863-870 MHz	
KPI	Punteggio
Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione	1
Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità	1
Inclusione sociale e resistenza all'esclusione	1
Contributo ad uno sviluppo sostenibile	3
Sviluppo regionale/locale	1
Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica	3
Crescita dei vantaggi competitivi regionali	1
Ricerca e sviluppo	2
Punteggio totale	13

10.3.3 Stima dell'impatto sociale per la banda 2300-2400 MHz

In questo specifico caso, le valutazioni dell'impatto sociale sono effettuate considerando che la banda in esame è utilizzata per ponti radio, che tipicamente vengono impiegati per il trasporto di informazioni lungo dorsali di collegamento.

Per le valutazioni dell'impatto sociale per la banda 2300-2400 MHz, occorre ricordare che quando si parla di una soluzione tecnica interna a un'infrastruttura, è necessario prestare attenzione nello stimarne l'impatto sociale, poiché si rischierebbe di attribuire a essa gli impatti (molto più ampi) che derivano dalla presenza e l'utilizzo delle reti in quanto tali.

10.3.3.1 Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione

Pur non essendo disponibili informazioni dettagliate per la specifica banda in esame, i ponti radio costituiscono un elemento utile per lo sviluppo di reti di comunicazione elettronica in aree in divario digitale. Il punteggio è attribuito, ipotizzando che solo parte dei collegamenti realizzati in questa banda siano dedicati a questo scopo.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.3.2 Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità

I ponti radio, in una certa misura, consentono la connessione radio in zone in cui il backhauling sarebbe più difficile e costoso da realizzare interamente via cavo. Per questo motivo, sebbene limitatamente, essi partecipano al contributo che le reti radio forniscono indubbiamente agli scambi culturali e allo sviluppo della comunità.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.3.3 Inclusione sociale e resistenza all'esclusione

Si può ipotizzare come le connessioni con ponti radio, essendo realizzate in zone orograficamente ostiche o per superare corsi d'acqua e superfici marine, consentano di operare il servizio in tali zone, permettendo dunque di non escluderle dalla copertura di rete. Per questo motivo l'impatto dell'applicazione sull'obiettivo di inclusione sociale e resistenza all'esclusione appare abbastanza significativa.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.3.3.4 Contributo a uno sviluppo sostenibile

I ponti radio consentono di realizzare collegamenti di buona capacità tra due porzioni di rete fissa per il backhauling di reti di comunicazione elettronica. In questo modo, si evita di realizzare scavi o connessioni su pali che inciderebbero negativamente sul patrimonio paesaggistico locale.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 2.

10.3.3.5 Sviluppo regionale-locale

Si applicano le stesse considerazioni esposte circa l'obiettivo di sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.3.6 Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica

Non sembra esserci collegamento fra l'applicazione di ponti radio in sostituzione di collegamenti fissi e salute e sicurezza pubbliche.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.3.7 Crescita dei vantaggi competitivi regionali

Si applicano le stesse considerazioni esposte circa l'obiettivo di sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 1.

10.3.3.8 Ricerca e sviluppo

Non sembra esserci collegamento fra l'utilizzo della banda per i ponti radio e l'obiettivo di agevolare la ricerca e lo sviluppo.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle valutazioni di impatto sociale dell'uso della banda 2300-2400 MHz da parte dei collegamenti P-P e P-MP è riportato in Tabella 18 e ammonta a 8 punti su un totale di 24 punti massimi disponibili.

Tabella 18. STIMA DELL'IMPATTO SOCIALE PER LA BANDA 2300-2400 MHz	
KPI	Punteggio
Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione	1
Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità	1
Inclusione sociale e resistenza all'esclusione	2
Contributo ad uno sviluppo sostenibile	2
Sviluppo regionale/locale	1
Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica	0
Crescita dei vantaggi competitivi regionali	1
Ricerca e sviluppo	0
Punteggio totale	8

10.3.4 Stima dell'impatto sociale per le bande impiegate per la radioastronomia

A prescindere dalle valutazioni qualitative che qui si presentano, va sicuramente rilevato che, per opinione comune, l'impiego dello spettro per scopi scientifici riveste un valore che merita di essere riconosciuto e preservato non solo a livello di pubblico, ma anche da parte degli organismi internazionali preposti alla gestione dello spettro.

Il CRAF nella propria pubblicazione del 2005 [13] cita un elenco di benefici per la società derivanti dalla radioastronomia. Tali benefici vengono qui brevemente richiamati, sebbene da essi non si possano facilmente ottenere indicazioni immediate per la stima dei KPI di interesse per la determinazione dell'impatto sociale ai fini del presente studio:

- Sviluppo di ricevitori a basso rumore applicabili in moltissimi campi e funzionanti con temperature di rumore di 1 Kelvin per GHz.
- Studio della termografia corporea attraverso tecniche radiomillimetriche (~45 GHz).
- Ricerca di tumori attraverso onde centimetriche con (~10 GHz) per mezzo di radiometri moderni e attraverso metodi interferometrici.
- La tomografia a raggi X computerizzata impiega metodi originariamente sviluppati per la mappatura delle sorgenti radio
- Rilevamento di incendi attraverso la loro radiazione a microonde.
- Sviluppo di sestanti radio per la navigazione marittima, che permettono la stima accurata della posizione in mare anche nelle giornate nuvolose e piovose.
- Previsione dei terremoti attraverso misure VLBI.
- La stima dei molti parametri geofisici come la deriva dei continenti, la misura della latitudine e la variazione della rotazione terrestre.
- Verifica sperimentale della teoria generale della relatività formulata da Einstein.
- Verifica dell'esistenza delle onde gravitazionali.
- Test delle teorie sull'origine dell'universo e stima dell'età dell'universo.

- Misura della temperatura dell'atmosfera e della distribuzione del vapor d'acqua e delle impurità come il monossido di carbonio attraverso tecniche di *remote sensing*.
- Monitoraggio del tempo atmosferico attraverso i radiometri.
- Utilizzo della spettroscopia per sorvegliare gli strati di ozono e l'inquinamento nell'atmosfera.
- Scoperta del buco nell'ozono.

10.3.4.1 Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione

Non sembrano esserci rilevanti connessioni fra l'applicazione oggetto di studio e questo obiettivo sociale.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.2 Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità

Non sembra esserci un contributo al supporto per lo sviluppo della comunità da parte di questa applicazione.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.3 Inclusione sociale e resistenza all'esclusione

L'attività di ascolto dello spazio remoto non ha alcun impatto evidente sull'obiettivo di inclusione sociale e resistenza all'esclusione.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.4 Contributo a uno sviluppo sostenibile

Non sembra esserci collegamento fra l'attività di radioastronomia e lo sviluppo sostenibile.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.5 Sviluppo regionale-locale

Non sembra esserci collegamento fra l'attività di radioastronomia e lo sviluppo regionale e locale.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.6 Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica

Non sembra esserci collegamento fra l'attività di radioastronomia e salute e sicurezza pubbliche.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.7 Crescita dei vantaggi competitivi regionali

Non sembra esserci collegamento fra l'attività di radioastronomia e i vantaggi competitivi regionali.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 0.

10.3.4.8 Ricerca e sviluppo

Essendo un'applicazione prettamente scientifica e di ricerca, è abbastanza ovvio che il contributo della radioastronomia riceva un punteggio alto.

Il punteggio complessivamente attribuito al presente KPI è pari a 3.

Il punteggio complessivo attribuito agli indicatori finalizzati alle stime di impatto sociale per le bande impiegate per la radioastronomia è riportato in Tabella 19 e ammonta a 3 punti su un totale di 24 punti massimi disponibili.

Tabella 19. STIMA DELL'IMPATTO SOCIALE PER LE BANDE IMPIEGATE PER LA RADIOASTRONOMIA	
KPI	Punteggio
Sviluppo dell'educazione e accesso all'informazione	0
Supporto per gli scambi culturali e lo sviluppo della comunità	0
Inclusione sociale e resistenza all'esclusione	0
Contributo ad uno sviluppo sostenibile	0
Sviluppo regionale/locale	0
Sviluppo di servizi di salute pubblica e di sicurezza pubblica	0
Crescita dei vantaggi competitivi regionali	0
Ricerca e sviluppo	3
Punteggio totale	3

10.4 Stima dell'efficienza dell'uso dello spettro per i casi di studio in esame

Le valutazioni condotte nei precedenti paragrafi in relazione all'efficienza tecnica, economica e al valore sociale, devono essere opportunamente combinate per ottenere un stima complessiva dell'efficienza dell'uso dello spettro nelle bande considerate.

Per giungere alla formulazione di un valore sintetico in grado di rappresentare congiuntamente le analisi di impatto effettuate per le bande oggetto di indagine, si propone qui, in linea con quanto descritto in [3], par. 6.4.4, di utilizzare una sommatoria delle tre efficienze considerate. Per quanto descritto nello stesso paragrafo, i pesi da attribuire a ciascuna delle efficienze all'interno della sommatoria si pongono pari a 1/3 per ciascuna, perché non è sicuramente questa la sede in cui si possa assumere la decisione di privilegiare una di esse, o in ogni caso stabilire una gerarchia. Ne discende che il giudizio complessivo di efficienza è ricavato tramite una media semplice dei vari giudizi di efficienza considerati, espressi in frazione del massimo teorico ottenibile tramite la scala scelta.

In Tabella 20 vengono riepilogati i valori dei giudizi di efficienza per ognuno dei casi di studio e ne viene mostrata la media, valore di sintesi delle stime di efficienza:

Tabella 20. STIMA DELL'EFFICIENZA DELL'USO DELLO SPETTRO PER I CASI DI STUDIO IN ESAME				
Banda	Stima di efficienza tecnica	Stima di efficienza economica	Stima del valore sociale	Stima di efficienza
3400-3600 MHz	6/9=0,666	2/3=0,666	14/24=0,583	0,638
863-870 MHz	9/9=1,000	3/3=1,000	13/24=0,541	0,847
2300-2440 MHz	4/9=0,444	1/3=0,333	8/24=0,333	0,370
Radioastronomia	6/9=0,666	1/3=0,333	3/24=0,125	0,375

10.4.1 Considerazioni sulle stime di efficienza

Le valutazioni riportate nel presente documento, come specificato in altre parti dello stesso, devono essere considerate come esemplificative della metodologia proposta nel Deliverable 02 [3], data anche la scarsità di fonti di informazioni a partire dalle quali è stato necessario svolgere l'analisi.

Si è qui scelto di utilizzare una stessa metodologia di giudizio dell'efficienza per le bande considerate, sebbene ognuna di esse sia assegnata ad applicazioni molto diverse da quelle delle altre bande. Tale scelta è giustificata dalla necessità di fornire valori di stima dell'efficienza paragonabili.

Corre l'obbligo di sottolineare come non necessariamente debba essere questa la strada da percorrere.

Si potrebbe decidere, ad esempio, di escludere alcuni indicatori dal calcolo del valore sociale per alcune applicazioni. Risulta evidente, infatti, come gli indicatori scelti, a partire dal lavoro dell'ARCEP (2008), siano tali da privilegiare le applicazioni che hanno una massa considerevole di utenti e un impatto ad ampio spettro sulla società, penalizzando invece quelle più specifiche e di nicchia.

Ne discende che la radioastronomia, tra le bande in esame, è la più penalizzata, in quanto applicazione molto specifica in uso alla sola attività di ricerca scientifica.

Inoltre, la metodologia utilizzata viene considerata come appropriata nei casi, come questo, in cui si stia valutando l'utilizzo di una specifica banda per una data applicazione, senza tenere in considerazione la presenza o meno di altre bande per la stessa. Nel caso di valutazione complessiva dello spettro radio, e addirittura di una riconsiderazione della sua allocazione, bisognerebbe tener conto di altri fattori, come ad esempio la conservazione o nuova assegnazione di almeno una banda per ogni applicazione, che altrimenti scomparirebbe, con evidenti gravi ripercussioni economiche e sociali derivanti dallo smantellamento della relativa filiera.

11 Conclusioni

Le valutazioni condotte nel presente Deliverable costituiscono una prima applicazione della metodologia di realizzazione dell'inventario dello spettro radio e di valutazione dell'efficienza d'uso per specifici servizi e/o applicazioni.

Le valutazioni sono state condotte su specifici casi di studio che rappresentano diversi utilizzi pubblici e privati dello spettro. I casi analizzati hanno permesso di validare la metodologia proposta e di evidenziare le criticità di applicazione.

In particolare, come atteso, la maggior parte delle difficoltà si incontra nella fase di acquisizione delle informazioni necessarie per procedere sia alla realizzazione dell'inventario sia alle valutazioni di efficienza. Le fonti consultate in relazione ai casi in esame sono state sia di tipo istituzionale che privato e si è riscontrata in generale un'ottima disponibilità da parte delle persone contattate; non è stato invece possibile reperire informazioni circa le bande in uso al Ministero della Difesa. Sono state riscontrate difficoltà oggettive nel reperimento delle informazioni principalmente collegate alla assenza pressochè totale di basi di dati informatiche strutturate (fatta eccezione per le analisi in banda 3400-3600 MHz utilizzata per il servizio BWA in tecnologia WiMAX). Tale circostanza, non solo rende molto difficile una valutazione accurata delle modalità e dell'efficienza dell'uso dello spettro, ma provoca un cospicuo aumento delle risorse in termini di tempo e di persone necessarie per poter completare le analisi, penalizzando al contempo la qualità delle valutazioni ottenibili. In alcuni casi, come per gli SRD, l'assenza di informazioni prettamente riferite al caso nazionale è stata parzialmente colmata attraverso il ricorso a fonti disponibili in ambito Europeo, anche se è stato necessario un lavoro di adeguamento al contesto nazionale che per forza di cose si riflette sulla affidabilità dei dati.

Le valutazioni di efficienza sono quindi state condotte a fronte di informazioni disponibili che presentano diversi gradi di affidabilità e ciò si deve tenere ben presente per una corretta lettura dei risultati di questo studio. In Figura 23 sono riportati schematicamente e qualitativamente i risultati ottenuti per le valutazioni di efficienza, accompagnati da indicazioni riassuntive sulla affidabilità delle informazioni disponibili.

Per quanto riguarda le valutazioni di efficienza ottenute, si può osservare che le analisi sul valore sociale dell'uso dello spettro forniscono stime sempre piuttosto basse. Ciò suggerisce che i KPI utilizzati in questo studio e derivati da quanto proposto da ARCEP (cfr Deliverable D02 [3]) sembrano essere non del tutto adatti allo scenario italiano. Può essere quindi raccomandabile valutare l'ampliamento o la modifica dei KPI

selezionati. Si ricorda, tuttavia, che il valore sociale rappresenta un tema strettamente legato alle politiche che un Paese attua in relazione alla gestione dello spettro e per questo il presente lavoro ha voluto concentrarsi più sulla metodologia di indagine di tale valore, piuttosto che sul dettaglio dei KPI potenzialmente selezionabili.

In relazione alle valutazioni di efficienza va infine sottolineato che le stime complessive dell'efficienza d'uso dei servizi e delle applicazioni considerate sono ottenute combinando e attribuendo peso unitario all'efficienza tecnica, economica e al valore sociale. Nei casi pratici, le politiche di gestione dello spettro stabilite dalle Amministrazioni possono invece, in funzione del caso specifico, privilegiare alcuni aspetti rispetto ad altri. Ciò può essere particolarmente rilevante per le analisi riferite a porzioni di spettro impiegate per servizi di pubblica utilità e/o per scopi scientifici.

Banda (MHz)	Servizi/Applicazioni	Qualità delle informazioni per inventario	Qualità delle informazioni per valutazioni di efficienza	Valutazione di efficienza tecnica	Valutazione di efficienza economica	Valutazione sul valore sociale	Valutazione sulla efficienza d'uso della banda
863-870	SRD						
2300-2400	Servizio Fisso						
3400-3600	BWA						
Varie	Radioastronomia						
Varie	Difesa						

	Informazioni disponibili		Grado di efficienza elevato
	Informazioni scarse		Grado di efficienza accettabile
	Informazioni molto scarse		Uso inefficiente
	Nessuna informazione		Efficienza non valutabile

Figura 23. Sintesi dei risultati ottenuti: qualità delle informazioni disponibili e valutazioni di efficienza

12 Riferimenti bibliografici

- [1] Delibera N. 707/11/CONS “Definizione di tre Progetti esecutivi di ricerca, ai sensi dell’art.2 della convenzione tra l’Autorità per le garanzie nelle comunicazioni e la Fondazione Ugo Bordoni”, 12 dicembre 2011.
- [2] Analisi conoscitiva sull’attribuzione, l’assegnazione e l’utilizzo dello spettro radioelettrico: Deliverable D01 “Relazione sulla definizione dei formati e delle procedure di acquisizione dei dati”.
- [3] Analisi conoscitiva sull’attribuzione, l’assegnazione e l’utilizzo dello spettro radioelettrico: Deliverable D02 “Documento descrittivo degli indicatori di prestazione (KPI)”.
- [4] WIK- Consult, “Inventory and review of spectrum use: Assessment of the EU potential for improving spectrum efficiency”, Study for the European Commission, Bad Honnef, 11 Settembre 2012.
- [5] IEEE 802.16, “IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks”, www.ieee.org
- [6] Radio Spectrum Committee Working Document “Mandate to CEPT to undertake studies on amending the technical conditions regarding spectrum harmonisation in the 3400-3800 MHz frequency band” RSCOM12-09 rev2, Brussels 29 marzo 2012.
- [7] ECC Report 182, “Survey about the use of the frequency band 863-870 MHz”, settembre 2012.
- [8] 2006/771/CE, Decisione della Commissione, del 9 novembre 2006 , relativa all’armonizzazione dello spettro radio per l'utilizzo da parte di apparecchiature a corto raggio.
- [9] ERC Recommendation 70-03, “Relating to the use of Short Range Devices (SRD), Tromsø 1997. Modificazioni successive 9 ottobre 2012.
- [10] D.Lgs 1 agosto 2003 n. 259, Codice delle Comunicazioni Elettroniche, GU n.214 del 15 settembre 2003 e s. m. i.

- [11] Direttiva 1999/5/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 1999 riguardante le apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazione e il reciproco riconoscimento della loro conformità.
- [12] Office of Communications (Ofcom), Final Report on “Short Range Devices operating in the 863 870 MHz frequency band”, 2210/SRDMMR/R/3, 5th August 2010.
- [13] CRAF, CRAF Handbook for Radioastronomy, 3^a edizione, 2005.
- [14] Dutz, M., Orszag, J., and Willig, R. “The Substantial Consumer Benefits of Broadband Connectivity for US Households.” Mimeo, luglio 2009.
- [15] www.euralarm.org
- [16] https://www.unicredit.it/content/dam/unicredit/chisiamo/UniCreditImprese/Scenari/PDF/osservatorio_sui_settori_industriali_-_luglio_2011.pdf

13 Storia del documento

Versione	Data	Osservazioni	Distribuzione
1.0	29 Gennaio 2013	Prima bozza – Analisi preliminari di efficienza non incluse	Interna Progetto
2.0	6 Febbraio 2013	Bozza definitiva – Conclusioni da inserire	Interna Progetto
2.1	21 Marzo 2013	Inserimento paragrafo di Conclusioni	Interna Progetto
FINALE	31 Marzo 2013	Versione Finale	Interna Progetto

Appendice A: il caso di studio dell'Emilia-Romagna per la banda 3400-3600 MHz

Per sviluppare e validare la metodologia di studio relativa alla banda 3400-3600 MHz, impiegata in Italia per il servizio BWA basato su tecnologia WiMAX, è stato scelto di procedere effettuando analisi preliminari dedicate esclusivamente all'area regionale dell'Emilia-Romagna, che costituisce, rispetto al caso nazionale, un laboratorio di dimensioni più contenute e rende maggiormente semplici l'acquisizione dei dati e la loro analisi. Gli studi su tutto il territorio nazionale sono quindi stati condotti in un secondo momento.

A.1 Fonti

La maggior parte delle informazioni utilizzate per le analisi di cui alla presente Appendice sono state ottenute dalla Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia-Romagna, con la quale la FUB collabora da lungo tempo.

Le informazioni ulteriormente necessarie sono state ottenute dalle medesime fonti già descritte al paragrafo 6.1, con particolare riferimento al Ministero dello Sviluppo Economico e all'Autorità.

A.2 La realizzazione dell'inventario

A.2.1 I diritti d'uso per la banda

In fase di aggiudicazione dei diritti d'uso attraverso le procedure di gara condotte dal Ministero nel 2008, il territorio dell'Emilia-Romagna è stato ricompreso nella Macroarea n.3, per la quale i diritti d'uso sono stati assegnati ad ARIADSL (oggi ARIA S.p.A.), E-Via Gruppo Retelit S.p.A. e INFRACOM ITALIA/ACANTHO, che partecipò attraverso la società Wimaxer S.p.A. costituita per l'occasione.

Retelit S.p.A. attraverso la controllata E-via, nel 2011 ha stretto accordi con Linkem, mentre Wimaxer S.p.A. nel 2011 ha ceduto i diritti d'uso a Wavemax s.r.l., che ha cominciato ad operare in Emilia-Romagna solo dal giugno del 2012.

L'esito della gara è riportato in Tabella 1, dove è indicato l'importo con il quale i licenziatari si sono aggiudicati i diritti d'uso, validi fino al 2023. Circa gli obblighi di copertura, vale quanto già descritto al precedente paragrafo 6.2.2.4.

Blocco	Diritto d'uso	Assegnatario	Importo
A	Macroregionale A	ARIADSL	€ 7,520,000
B	Macroregionale B	E-VIA GRUPPO RETELIT	€ 6,880,000
C	Regionale C1 Friuli-Venezia Giulia	ASSOMAX/NETTARE	€ 680,000
	Regionale C2 Veneto	A.F.T.	€ 2,835,000
	Regionale C3 Emilia-Romagna	INFRACOM ITALIA/ACANTHO	€ 2,115,000
	Regionale C4 Marche	CITY CARRIER	€ 1,120,000

A.2.2 Interfacce radio

In Emilia-Romagna è implementata la versione IEEE 802.16e dello standard WiMAX. Le informazioni relative alle interfacce radio, sono quindi desumibili da quanto previsto dallo standard.

A.2.3 Utilizzo effettivo della banda

In Figura 1 si richiama il formato del record dati indirizzato alle valutazioni sull'utilizzo effettivo della banda in esame e sulla relativa efficienza d'uso, tenendo presente che in Italia tale banda è impiegata per i sistemi per l'accesso radio a banda larga (BWA) in tecnologia WiMAX.

BAND	Fixed/ Mobile Usage	Number of sites	Number of users	Capacity [bit/s]	Population coverage	Geographic coverage	Pending interference items	Advanced Solution for Environmental Sustainability	Spectrum demand trend	Refarming plan	Release/ Migration plan	Specific System Dismission
------	---------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	------------------------	------------------------	----------------------------------	--	-----------------------------	-------------------	-------------------------------	----------------------------------

Figura 1. Formato record per l'inventario dell'uso dello spettro: radiomobile pubblico e BWA

In questo paragrafo verranno dapprima illustrati i risultati per il caso di analisi dell'Emilia-Romagna, che hanno avuto permesso di sviluppare e validare la metodologia di studio applicata a tutto il territorio nazionale al capitolo 6.

A.2.3.1 I siti presenti in Emilia-Romagna

I dati forniti dall'ARPA Emilia-Romagna indicano, alla data del 31 dicembre 2012, 55 siti sul territorio regionale, la cui ripartizione provinciale è indicata in Tabella 2 suddivisa per operatore. In sintesi l'operatore ARIA è presente su gran parte del territorio regionale con 33 siti, seguito da Wavemax con 14 siti concentrati però su due sole province. Anche l'operatore E-VIA è presente su due province, ma con soli 5 siti, mentre LINKEM ha 3 siti concentrati in una sola provincia. Le province in cui sono presenti più operatori sono quindi Bologna, Parma, Ravenna e Rimini, mentre a Ferrara e Modena è presente solo un operatore e a Forlì-Cesena, Reggio-Emilia e Piacenza non vi sono operatori che offrono servizio.

La distribuzione geografica dei siti sul territorio regionale è illustrata in Figura 2, da cui si evince la dislocazione non uniforme con province prive di installazioni WiMAX.

Provincia	ARIA	E-VIA	LINKEM	WAVEMAX	Totale
Bologna	7	4	-	-	11
Ferrara	5	-	-	-	5
Forlì-Cesena	-	-	-	-	-
Modena	8	-	-	-	8
Parma	3	1	-	-	4
Piacenza	-	-	-	-	-
Ravenna	7	-	3	12	22
Reggio-Emilia	-	-	-	-	-
Rimini	3	-	-	2	5
Totale	33	5	3	14	55

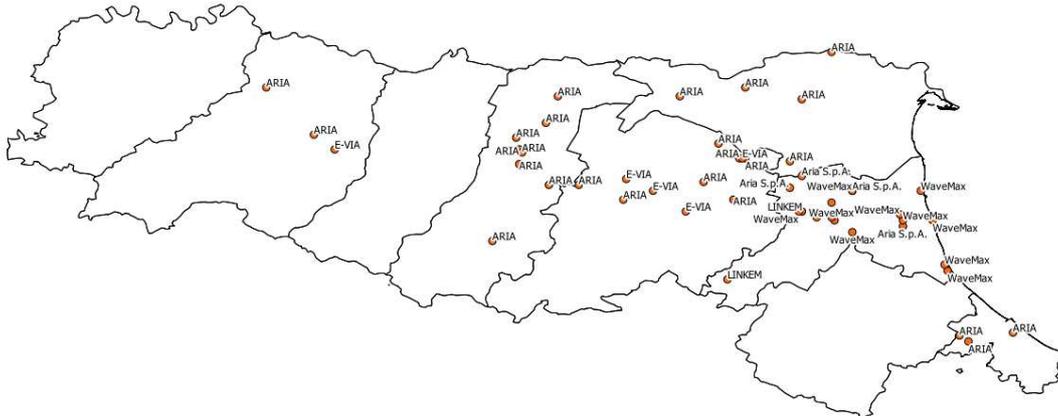


Figura 2. Impianti WiMAX in Emilia-Romagna

Si noti che il numero dei siti presenti in Emilia-Romagna risulta complessivamente diverso da quello ricavabile dai dati forniti dal Ministero. Tale disallineamento dei dati è purtroppo da tenere in conto ogni qualvolta le procedure di acquisizione dei dati provengono da fonti diverse che possono essere popolate secondo criteri differenti.

A.2.3.2 Informazioni sulla copertura del servizio

Le informazioni sulla copertura potenziale dei sistemi WiMAX realizzati in Emilia-Romagna è stata calcolata sia rispetto alla percentuale di territorio regionale sia alla popolazione residente. Le valutazioni sono espresse in termini percentuali a partire dalle valutazioni della copertura del servizio stimata attraverso simulazioni elettromagnetiche. Le stime effettuate sono riferite a diverse velocità del collegamento radio in termini di *bit rate*, ricavabili a partire dagli opportuni requisiti in termini di intensità del segnale ricevuto. La Tabella 3 riassume le stime di copertura ottenute e fornisce una prima indicazione del livello di penetrazione del servizio WiMAX in Regione. La Figura 3 mostra la localizzazione delle aree regionali in cui il servizio WiMAX è offerto e la loro estensione geografica per diverse velocità di connessione.

Tabella 3. COPERTURA DEL SERVIZIO WiMAX IN EMILIA-ROMAGNA		
Capacità del collegamento (Mbit/s)	% territorio coperto	% popolazione coperta
18	2	9
16	2	11
12	3	14
8	4	18
6	7	21
4	9	24
2	11	26

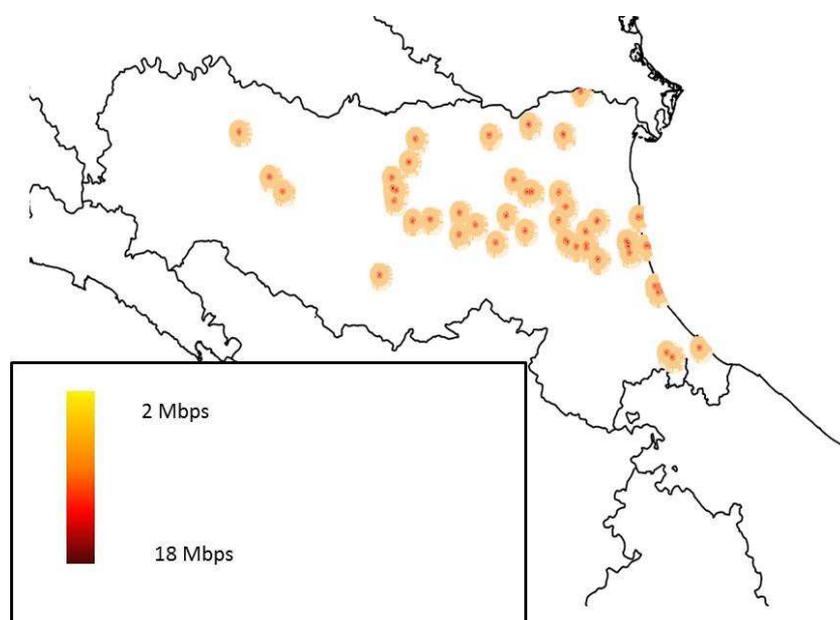


Figura 3. Copertura del servizio WiMAX in Emilia-Romagna

A.2.3.3 Ulteriori informazioni

Per quanto riguarda le ulteriori informazioni necessarie a completare le valutazioni circa l'utilizzo effettivo della banda in esame in Emilia-Romagna, si fa riferimento a quanto già illustrato ai precedenti paragrafi 6.2.4.3-6.2.4.7. Si osservi, in particolare, che non è stato possibile avere informazioni specifiche riferite al territorio regionale, circa il numero degli utilizzatori.

A.3 Stima dell'efficienza d'uso

Per le valutazioni dell'efficienza d'uso della banda 3400-3600 MHz in Emilia-Romagna si fa riferimento alla metodologia e alle considerazioni già presentate al capitolo 10 sulla medesima banda. Le specificità relative al caso in esame, territorialmente limitato, vengono descritte di seguito.

A.3.1 Stima dell'efficienza tecnica

Per le valutazioni relative all'efficienza tecnica occorre sottolineare che la percentuale di copertura ricavata a partire dai dati resi disponibili dall'ARPA Emilia-Romagna è pari al 26% della popolazione residente in Regione (cfr. Tabella 3). Tale cifra risulta inferiore alla media nazionale e caratterizza un utilizzo delle risorse meno efficiente sul territorio, quantificato in un minor punteggio, espressione dell'indicatore di

efficienza tecnica. In tal senso il punteggio complessivamente attribuibile all'efficienza tecnica per i sistemi BWA operanti in Emilia-Romagna è pari a 5, come illustrato in Tabella 4, su un totale di 9 punti disponibili.

Tabella 4. STIMA DELL'EFFICIENZA TECNICA PER SISTEMI BWA BASATI SU TECNOLOGIA WiMAX IN BANDA 3400-3600 MHZ OPERANTI IN EMILIA-ROMAGNA	
KPI	Punteggio
Efficienza spettrale	1
Utilizzo della banda	2
Condivisione delle risorse spettrali	2
Punteggio totale	5

A.3.2 Stima dell'efficienza economica

Così come per il caso nazionale, anche per l'Emilia-Romagna non è stato possibile reperire i dati necessari per la valutazione della banda dedicata al servizio WiMAX, in coerenza con la metodologia già delineata in [3]. In particolare non è stato possibile ottenere informazioni dettagliate su:

- numero di utenti del servizio, al fine di stimare l'impatto sulla popolazione del servizio
- ARPU o, in alternativa, i ricavi derivanti dal servizio in forma aggregata
- i costi del servizio

Si è proceduto anche qui alla stima di ognuna delle informazioni sopra riportate. Di nuovo, è molto importante notare come un processo di stima sia di per sé aleatorio, e la confidenza nelle stime non possa che diminuire man mano che si stimano sempre più fattori che non sia stato possibile reperire altrimenti, per quanto le stime partano da assunzioni ragionevoli.

Di seguito vengono elencate le assunzioni sui dati di input necessari, per le analisi relative alla sola Emilia-Romagna:

- il numero di utenti del servizio viene ricavato a partire da quelli stimati a livello nazionale, utilizzando la proporzione delle antenne rispetto al totale risultante dai dati forniti dal Ministero. Considerando che le antenne in Emilia-Romagna sono 55 su 2572 complessivamente presenti in Italia, esse rappresentano il 2,1% del totale. In regione vengono quindi considerati 1172 utenti, il 2,1% dei 54830 stimati a livello nazionale;
- i ricavi medi per utente, così come fatto a livello nazionale, vengono posti pari al prezzo medio annuo del servizio, che risulta esser pari a 418€ circa (rif. par. 10.2.1);
- vengono utilizzati gli stessi costi stimati per singola stazione per il caso nazionale (rif. par. 10.2.1) e poi moltiplicati per il numero di stazioni presenti sul territorio oggetto di esame.

Dunque, il valore del Producer Surplus per l'applicazione è calcolato come illustrato in Tabella 5.

Tabella 5. STIMA DEL PRODUCER SURPLUS	
Voce	Valore
Numero utenti stimati	1172
ARPU	418 €
Ricavi annui stimati	489.896 €
Numero di antenne	55
Costo per antenna annuo	6.123 €
Costi totali annui delle antenne	336.765 €
Costi di gestione	15% dei ricavi 73.484 €
Producer Surplus	79.647 €

Per calcolare il Consumer Surplus, si applica la formula di uso pratico, già richiamata al paragrafo 10.2.1:

$$CS = \frac{1}{2} \frac{Ricavi}{|e|}$$

L'elasticità di prezzo viene posta pari a -0,69 [14] e il valore del Consumer Surplus è quindi pari a:

$$CS = \frac{1}{2} \frac{Ricavi}{|e|} = \frac{1}{2} \frac{490.102}{|-0.69|} = 355.146€$$

Dunque, il valore totale dell'impatto economico dell'utilizzo da parte del WiMAX della banda 3400-3600 MHz in Emilia-Romagna è di:

$$79.822 + 355.146 = 434.968 €$$

Data la numerosità delle assunzioni fatte qui, va ancora una volta ribadito come tale numero debba essere inteso più come una stima della grandezza di impatto che come un dato di elevata affidabilità numerica.

Nonostante la stima dell'economic surplus risulti più contenuta rispetto a quanto ottenuto per il caso nazionale (cfr. par. 10.2.1) il punteggio complessivamente attribuibile al valore sociale per i sistemi BWA operanti in Emilia-Romagna è pari a 2, su un totale di 3 punti disponibili.

A.3.3 Stima dell'impatto sociale

Per i fini del presente caso di studio valgono le considerazioni già formulate al precedente paragrafo 10.3.1 e il punteggio complessivamente attribuibile all'impatto sociale per i sistemi BWA operanti in Emilia-Romagna è pari a 13, su un totale di 24 punti disponibili.

A.3.4 Stima dell'efficienza dell'uso dello spettro

Le valutazioni condotte in relazione all'efficienza tecnica, economica e al valore sociale, devono essere opportunamente combinate per ottenere un stima complessiva dell'efficienza dell'uso dello spettro nelle bande considerate. Applicando la metodologia già descritta al paragrafo 10.4 si ottiene la stima dell'efficienza dell'uso della banda 3400-3600 MHz in Emilia-Romagna per i sistemi BWA descritta in Tabella 6.

Tabella 6. STIMA DELL'EFFICIENZA DELL'USO DELLA BANDA 3400-3600 MHz IN EMILIA-ROMAGNA PER I SISTEMI BWA				
Banda	Stima di efficienza tecnica	Stima di efficienza economica	Stima del valore sociale	Stima di efficienza
3400-3600 MHz	5/9=0,555	2/3=0,666	14/24=0,583	0,601