



**ISTITUTO SICUREZZA SOCIALE
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA**

U.O. Tutela dell'Ambiente Naturale e Costruito

**MONITORAGGIO CAMPI
ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZA
ANNO 2006**

E.T.A. Dott. Omar Raimondi

T.T.A. P.I. Giancarlo Ceccoli
T.T.A. Geom. Silvio Conti



INTRODUZIONE

Da sempre sulla terra è presente un fondo naturale di radiazione elettromagnetica non ionizzante dovuto ad emissioni del sole, della terra stessa e dell'atmosfera. Il progresso tecnologico ha aggiunto a questo fondo naturale un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane. L'uso sempre crescente delle nuove tecnologie ha infatti portato, negli ultimi decenni, a un aumento, sul territorio, della presenza di sorgenti di campo elettrico, campo magnetico e campo elettromagnetico, rendendo sempre di maggiore attualità la problematica dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (NIR).

Le principali sorgenti artificiali di campi elettromagnetici nell'ambiente sono gli impianti per la radiotelecomunicazione e per il trasporto di energia, che operano a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz e precisamente: i sistemi di produzione-distribuzione-utilizzo dell'energia elettrica interessano l'intervallo di frequenza da 0 a 300 Hz ed i campi elettromagnetici da essi prodotti sono comunemente chiamati ELF (campi a frequenza estremamente bassa); gli impianti per la radiotelecomunicazione generano campi elettromagnetici RF (campi a radiofrequenza o alta frequenza) e riguardano l'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz. Relativamente ai campi elettromagnetici ad alta frequenza, negli ultimi decenni si è assistito ad una crescita dell'emittenza radiotelevisiva e soprattutto della telefonia mobile. Un apporto recente è da attribuire all'entrata in servizio del nuovo sistema di comunicazione multimediale “Universal Mobile Telecommunications System” (UMTS). Attualmente si stanno sviluppando nuovi sistemi Wireless sia per il broadcasting radiotelevisivo sia per la telefonia mobile e fissa, quali i sistemi di diffusione radiotelevisiva digitale DAB (Digital Audio Broadcasting) e DVB (Digital Video Broadcasting) ed i sistemi di connessione radio Wi-Fi (Wireless Fidelity).

Le modalità d'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia ed i sistemi biologici, gli effetti di tale interazione e le possibili applicazioni dipendono strettamente dalla frequenza e di conseguenza anche i riferimenti normativi sono differenziati. Il problema dei possibili effetti dei campi elettromagnetici sulla salute umana ha assunto negli ultimi anni una rilevanza sempre crescente, tanto da essere considerato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità una delle quattro emergenze del prossimo futuro. La Repubblica di San Marino, al fine di tener conto di una situazione di incertezza sui possibili effetti a lungo termine di tali esposizioni, ha scelto la strada



della “prudent avoidance”, cioè di ridurre le emissioni per quanto possibile, pur garantendo la funzionalità del servizio.

Gli indicatori che vengono di seguito riportati, rappresentati sia come metadati che come dati oggettivi, sono stati classificati e suddivisi secondo le cinque categorie dello schema DPSIR (fig.1). Tale schema, sviluppato in ambito AEA, si basa su una struttura di relazioni causa/effetto che lega tra loro i seguenti elementi:

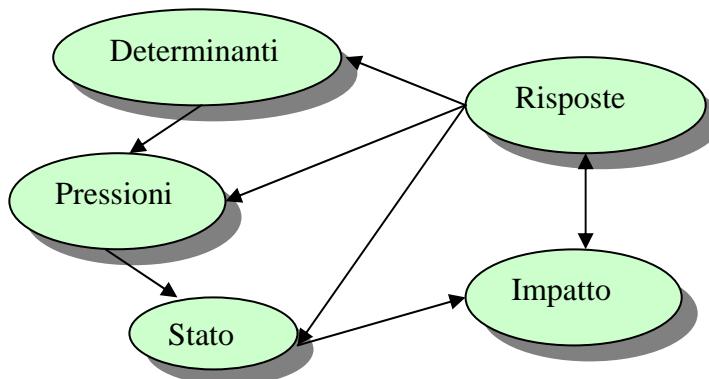


Figura. 1: Schema DPSIR

1. **Determinanti (D)**, che descrivono i settori produttivi dal punto di vista della loro interazione con l’ambiente e perciò come cause generatrici primarie delle pressioni ambientali;
2. **Pressioni (P)**, che descrivono i fattori di pressione in grado di influire sulla qualità dell’ambiente;
3. **Stato (S)**, che descrive la qualità attuale e tendenziale dell’ambiente e delle sue risorse;
4. **Impatto (I)**, che descrive le ripercussioni, sull’uomo e sulla natura e i suoi ecosistemi, dovute alla perturbazione della qualità dell’ambiente;
5. **Risposte (R)**, che, all’interno dell’Annuario regionale dei dati ambientali di Arpa Emilia-Romagna, sono generalmente rappresentate dalle risposte agenziali alle criticità dell’ambiente in termini di attività di monitoraggio e controllo ispettivo.



PRESSIONI

SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Densità degli impianti e siti per radiotelecomunicazione in rapporto alla superficie territoriale	DIPSIR	D/P
UNITA' DI MISURA	N° impianti/chilometro quadrato, N° impianti/1.000 abitanti	FONTE	SIA
COPERTURA SPAZIALE DATI	Intero territorio	COPERTURA TEMPORALE DATI	2005
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRÉ AREE TEMATICHE INTERESSATE	Controllo territoriale
RIFERIMENTI NOORMATIVI	L.142/2003 Decreto 166/2005		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Aggregazione dati		

Descrizione dell'indicatore

Gli impianti per radiotelecomunicazioni comportano la presenza nell'ambiente di campi elettromagnetici come supporto dell'informazione da trasportarsi a distanza. La loro installazione è regolamentata dalla Legge 142/2003

Tra le principali sorgenti di radiazioni non ionizzanti ad alta frequenza presenti nel territorio, ed in particolare nei centri abitati, vi sono le stazioni radio base (SRB) per la telefonia mobile. Le frequenze attualmente utilizzate dalle SRB sono comprese tra i 900 ed i 2.200 MHz e le potenze in antenna variano da qualche milliwatt ad alcune decine di Watt, a seconda della tipologia dell'impianto. Le antenne sono generalmente montate su edifici o tralicci ed emettono fasci di energia a radiofrequenza tipicamente molto stretti nella direzione verticale, ma abbastanza larghi nella direzione orizzontale. La copertura territoriale del servizio radiotelevisivo è realizzata tramite impianti che diffondono il segnale in un raggio di azione dell'ordine delle decine o delle centinaia di chilometri. Gli impianti radiotelevisivi hanno frequenze all'incirca comprese tra 50 MHz e 870 MHz e possono avere potenze superiori a 1.000 Watt, dovendo diffondere il segnale su aree anche piuttosto vaste. La L 142/03 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici prevede l'istituzione di un "catasto delle sorgenti fisse e mobili di campi elettrici,



magnetici ed elettromagnetici e delle zone territoriali interessate, al fine di rilevare i livelli di campo presenti nell'ambiente”.

Scopo dell'indicatore

Quantificare le fonti di pressione principali sul territorio per i campi a radiofrequenza (RF).

Grafici e tabelle

Tabella 1 :Distribuzione degli impianti di radiodiffusione e telefonia mobile sul territorio in termini di valore assoluto e di densità per superficie

CASTELLO	SITI SRB	SITI RTV	TOTALE	Densità per superficie	Densità per superficie	Densità per superficie
				SRB	RTV	TOT.
	N.	N.	N.	N°SITI / Km ²	N°SITI / Km ²	N°SITI / Km ²
Acquaviva	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Borgo Maggiore	1	1	2	0,11	0,11	0,22
Chiesanuova	1	2	3	0,14	0,28	0,42
San Marino Città	1	3	4	0,18	0,92	1,10
Domagnano	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Faetano	1	2	3	0,13	0,26	0,39
Fiorentino	1	1	2	0,15	0,15	0,30
Montegiardino	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Serravalle	3	0	3	0,28	0,00	0,28
TOTALE	8	11	19	0,13	0,18	0,31



Tabella 2 :Distribuzione degli impianti di radiodiffusione e telefonia mobile sul territorio in termini di valore assoluto e di densità per abitante (dati popolazione anno 2004)

CASTELLO	SITI SRB	SITI RTV	TOTALE	Densità per abitante		
				SRB	RTV	TOT
	N.	N.	N.	N°SITI / 1000ab.	N° SITI / 1000ab.	N° SITI / 1000ab.
Acquaviva	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Borgo Maggiore	1	1	2	0,17	0,00	0,17
Chiesanuova	1	2	3	0,45	1,56	2,01
San Marino Città	1	5	6	2,01	16,08	18,09
Domagnano	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Faetano	1	2	3	0,93	5,55	6,48
Fiorentino	1	1	2	1,86	2,79	4,66
Montegiardino	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Serravalle	3	0	3	0,11	0,00	0,11
TOTALE	8	11	19	0,37	1,17	1,54

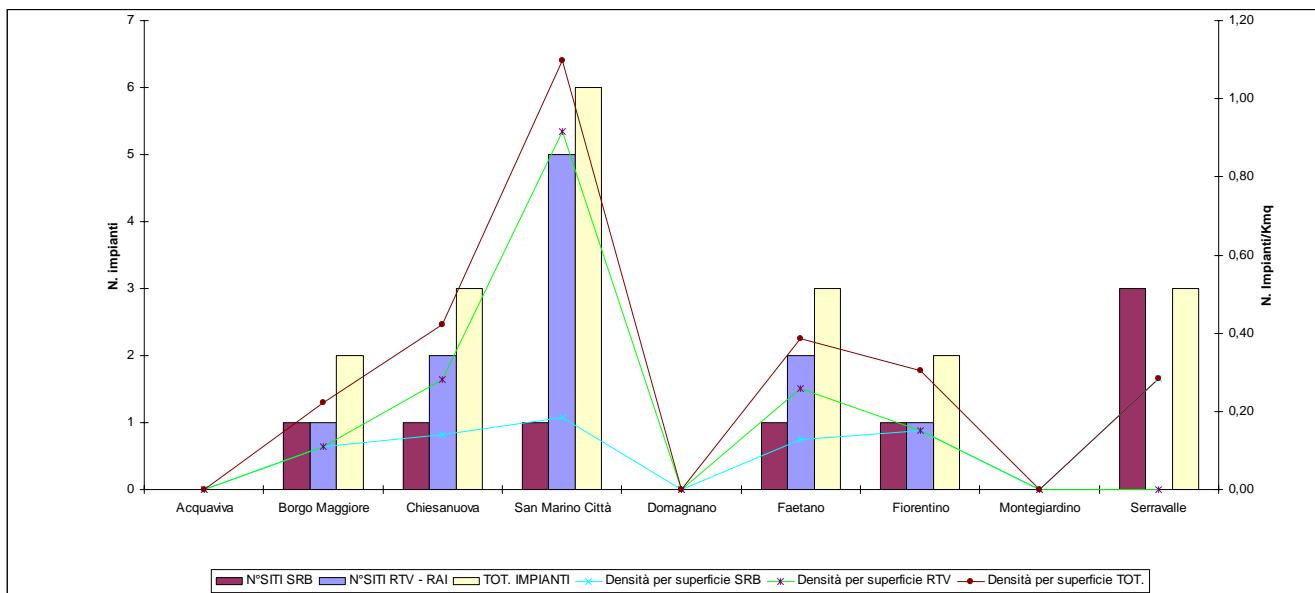


Grafico 1 :Numero di impianti di radiodiffusione e telefonia mobile e densità per superficie territoriale diversificati per tipologia e castello

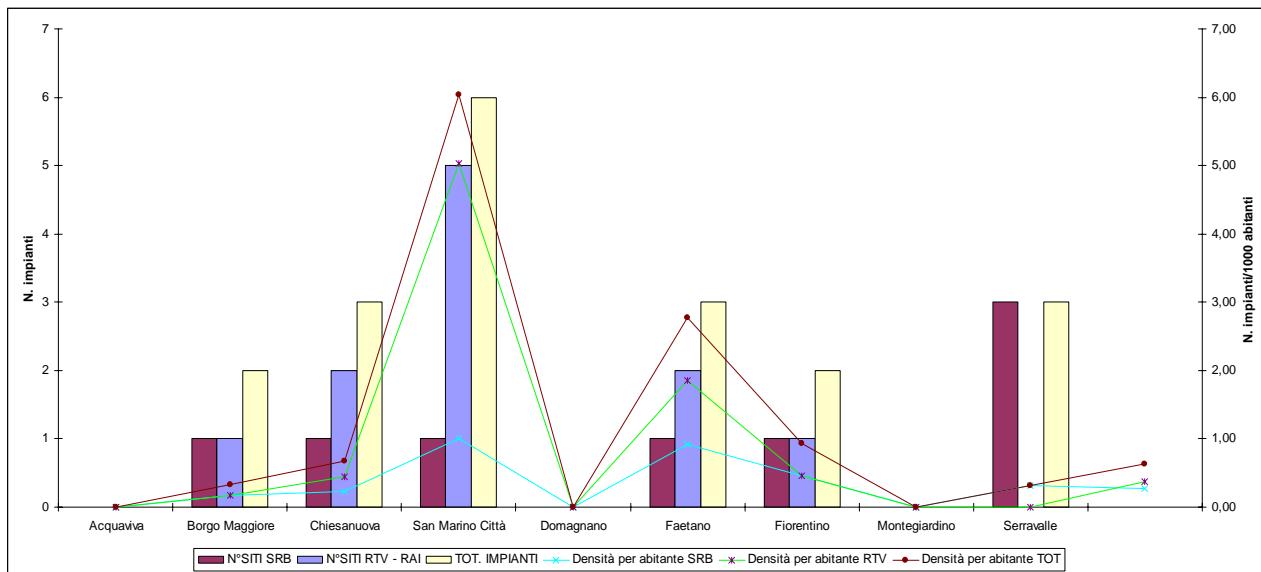


Grafico 2 :Numero di impianti di radiodiffusione e telefonia mobile e densità per abitante territoriale diversificati per tipologia e castello (dati popolazione anno 2004).

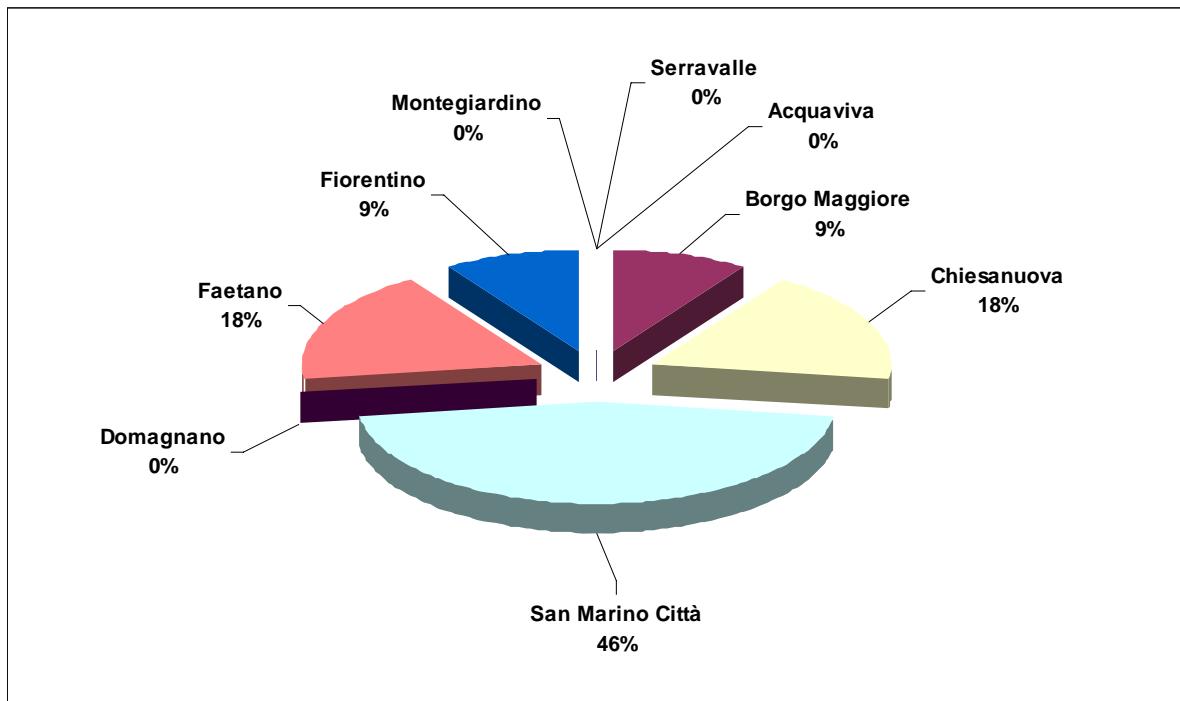


Grafico 3 :Distribuzione percentuale degli impianti di radiodiffusione per castello.

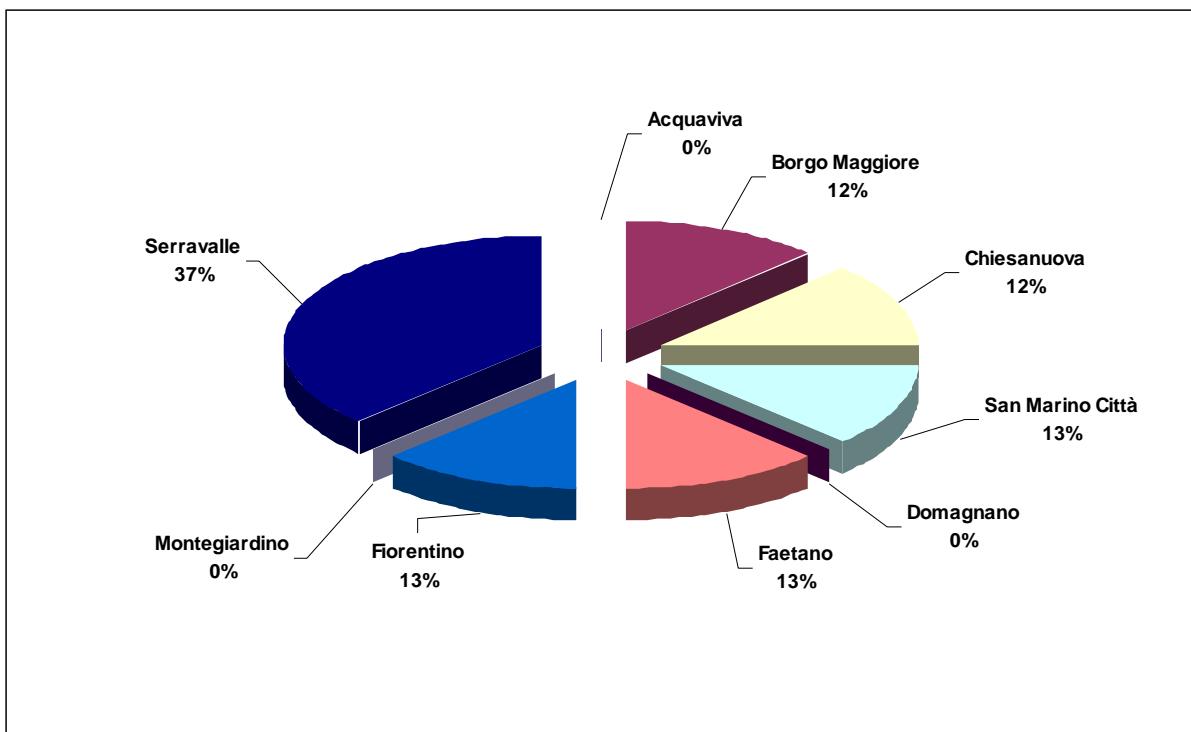


Grafico 4 :Distribuzione percentuale del totale degli impianti di telefonia mobile TIM per castello.

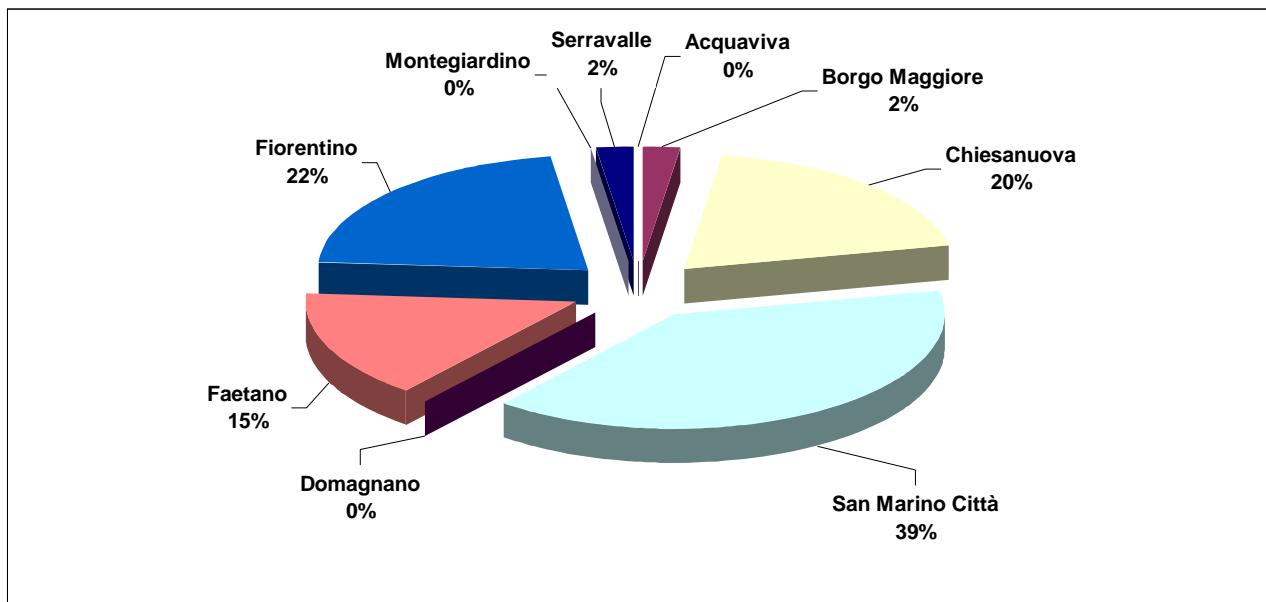


Grafico 5 :Distribuzione percentuale del totale degli impianti di radiodiffusione e telefonia mobile per castello.



Tabella 3 :Localizzazione degli impianti di telefonia mobile TIM sul territorio

Località	Sito
San Marino Città	Contrada del collegio c/o Hotel Titano
Dogana	Via Martelli Teatro Nuovo
Dogana	Centro commerciale Atlante
Chiesanuova	Via del Poggio (Ex Casa Parrocchiale)
Fiorentino	Ripetitore Centro Commerciale C'è
Borgo Maggiore	Via Ordelaffi
Faetano	Via Riva dei Liscari
Serravalle	Str. Cardio (Galazzano)

Tabella 4 :Localizzazione degli impianti radiotelevisivi sul territorio

Località	Sito	Gestore
San Marino Città	Contrada Omagnano "FUNIVIA - ROCCA"	RTV - RAI
San Marino Città	Via Salita alla Rocca "PRIMA TORRE"	RTV
San Marino Città	Viale Kennedy "RTV SEDE"	RTV
San Marino Città	Nido del falco	SPS Spa
Faetano	Via del Fosso "MONTE PULITO"	RTV - RAI
Chiesanuova	Via Mezzanotte "CHIESANUOVA"	RTV - RAI
Fiorentino	Via Pian di Loto "CERBAIOLA"	RTV
Ventoso	Nei pressi del confine di Stato	RTV



Commento ai dati

Sul territorio della Repubblica di San Marino, a fine 2006, si contano 11 impianti RTV, la cui distribuzione all'interno dei territorio interessa principalmente il Castello di San Marino Città che raccoglie circa il 46% degli impianti.

A fine 2006 si rileva la presenza, sul territorio di 8 siti che ospitano impianti per la telefonia cellulare funzionanti, (intendendo con il termine impianti i singoli sistemi GSM, DCS, E-TACS e UMTS) della ditta TIM; la distribuzione di questi impianti è più omogenea sul territorio rispetto agli impianti radiotelevisivi e, la maggior percentuale si riscontra nel Castello di Serravalle.

Sia gli impianti radiotelevisivi che le stazioni radio base presentano una bassa densità sul territorio, ma gli impianti RTV risultano concentrati in un numero minore di Castelli rispetto agli impianti per la telefonia cellulare, che devono infatti essere distribuiti in modo più uniforme sul territorio per garantire la copertura del servizio.



STATO

SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Valori massimi di campo elettrico, generati da impianti per radiotelecomunicazioni	DIPSIR	S
UNITA' DI MISURA	Percentuale	FONTE	SIA
COPERTURA SPAZIALE DATI	Intero territorio	COPERTURA TEMPORALE DATI	2005
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRÉ AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NOORMATIVI	L.142/2003		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Media trascinata su sei minuti		

Descrizione dell'indicatore

Il campo elettrico (V/m) è il parametro da prendere in considerazione ai fini del monitoraggio dei campi elettromagnetici generati da impianti di radiotelecomunicazione. Quello emesso da una sorgente RF dipende dalle caratteristiche di quest'ultima ed in particolare dalla potenza immessa in antenna.

Nel caso degli impianti di telefonia mobile, il campo elettrico generato varia nel tempo in base al numero di utenti del servizio ed alla loro collocazione spaziale. Tali sistemi impiegano potenze dell'ordine delle decine di Watt ed interessano aree poco estese, al massimo di qualche Km, coprendo in modo capillare il territorio. L'altezza delle installazioni, le potenze impiegate e la tipologia delle antenne utilizzate fanno sì che generalmente nelle aree circostanti l'impianto i valori di campo elettromagnetico risultino ampiamente al di sotto dei limiti di riferimento normativo. Viceversa, per coprire bacini di utenza molto ampi, le emittenti radiotelevisive solitamente impiegano potenze in ingresso più alte e assai poco variabili nel tempo, risultando pertanto sorgenti più critiche per quanto riguarda l'entità dei campi elettromagnetici generati.

I valori di campo elettrico rilevati nei diversi punti di misura sono stati elaborati e classificati in maniera tale da ottenere dati confrontabili con i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente e, allo stesso tempo, dati rappresentativi dei livelli di campo elettrico più comunemente riscontrabili nelle varie situazioni territoriali, caratterizzate dalla presenza di impianti per radiotelecomunicazioni in aree con presenza di persone per tempi prolungati.



Per ogni punto di monitoraggio indagato, si prende come riferimento il valore della media trascinata su sei minuti e tale valore viene raggruppato su base territoriale nelle cinque seguenti classi di valori, aventi ad estremi il limite di esposizione di 20 V/m, il valore di attenzione ed obiettivo di qualità di 6 V/m e le rispettive metà, pertanto 10 V/m e 3 V/m (L 142/03).

- $E(\text{media 6 min}) < 1.5 \text{ V/m}$
- $1.5 \text{ V/m} = E(\text{media 6 min}) < 3 \text{ V/m}$
- $3 \text{ V/m} = E(\text{media 6 min}) < 6 \text{ V/m}$
- $6 \text{ V/m} = E(\text{media 6 min}) < 20 \text{ V/m}$
- $E(\text{media 6 min}) \geq 20 \text{ V/m}$

L'indicatore è quindi rappresentato dalla distribuzione percentuale di appartenenza alle classi sopra indicate dei valori misurati nel corso delle campagne di monitoraggio svolte nei diversi castelli del territorio

Scopo dell'indicatore

Quantificare i livelli di campo elettrico generati da impianti per radiotelecomunicazioni presenti sul territorio, rapportandoli ai valori di riferimento normativo, ed individuare situazioni di potenziale criticità da sottoporre ad indagini più approfondite.



Grafici e tabelle

Tabella 3 :Classificazione percentuale dei valori massimi delle medie su sei minuti di campo elettrico misurato nei diversi castelli dove sia possibile la permanenza di popolazione , per tipologia di impianti monitorati (SRB, RTV)

CASTELLO	Tipologia	<1,5 V/m	>=1,5; <3 V/m	>=3;<6 V/m	>=6 V/m
Acquaviva	SRB	0	0	0	0
	RTV	0	0	0	0
Borgo Maggiore	SRB	100	0	0	0
	RTV	0	0	0	0
Chiesanuova	SRB	100	0	0	0
	RTV	75	25	0	0
San Marino Città	SRB	50	50	0	0
	RTV	57	21,5	21,5	0
Domagnano	SRB	0	0	0	0
	RTV	0	0	0	0
Faetano	SRB	100	0	0	0
	RTV	100	0	0	0
Fiorentino	SRB	100	0	0	0
	RTV	75	25	0	0
Montegiardino	SRB	0	0	0	0
	RTV	0	0	0	0
Serravalle	SRB	86,4	13,6	0	0
	RTV	100	0	0	0

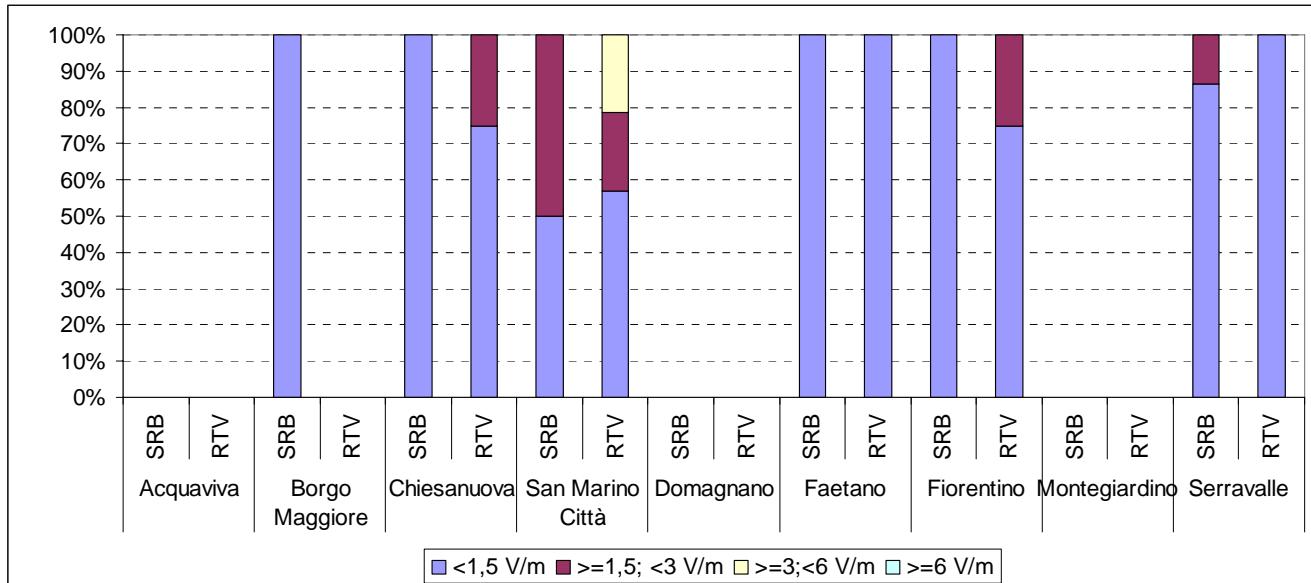


Grafico 6 : Classificazione percentuale dei valori massimi delle medie su sei minuti di campo elettrico misurato nei diversi castelli, per tipologia di impianti monitorati (SRB, RTV)



Commento ai dati

Le campagne di misura effettuate nel corso del 2006 consistono in circa un'ottantina di rilievi puntuali effettuati nei pressi degli impianti per la radiodiffusione e telefonia mobile che interessano il territorio della Repubblica di San Marino.

I risultati dei rilievi effettuati hanno evidenziato livelli di campo elettrico ampiamente al di sotto dei valori di riferimento normativo. In particolare, unicamente nel Castello di San Marino Città sono stati rilevati valori di campo elettrico superiore a 3 V/m in una percentuale di circa il 20% dei rilievi effettuati in tale area, che è interessata dalla presenza di impianti radiotelevisivi. Nel medesimo Castello, una buona percentuale dei valori di campo elettrico riscontrati risultano compresi tra 1,5 e 3 V/m per il contributo sia dell'impianto di telefonia mobile che di quelli radiotelevisivi.

Nei Castelli di Chiesanuova e Fiorentino, i rilievi effettuati presso gli impianti di telefonia mobile sono tutti al di sotto di 1,5 V/m, mentre per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi, il 25% dei rilievi ha prodotto valori di campo compresi tra 1,5 e 3 V/m.

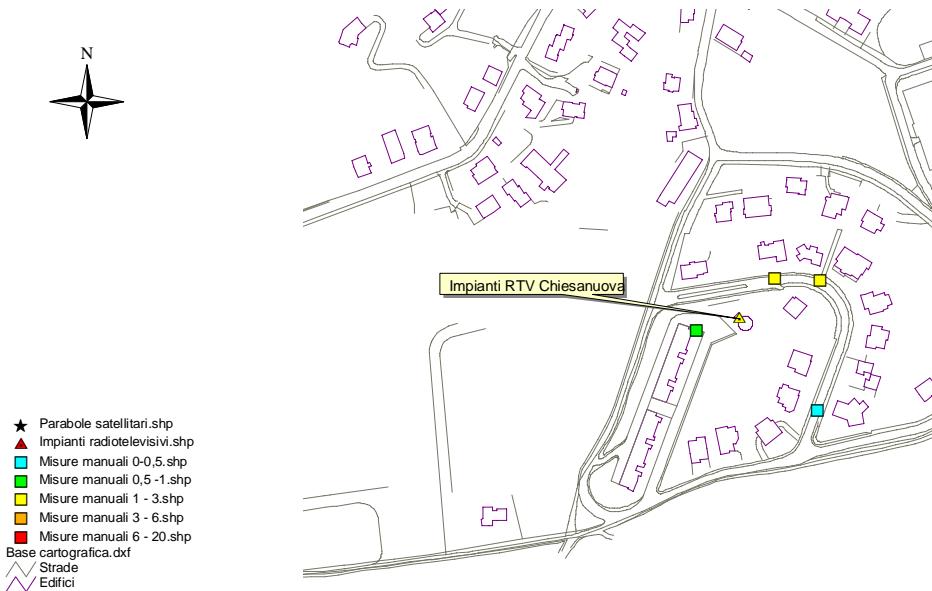
A Borgo Maggiore e a Faetano i valori di campo elettrico riscontrati sono risultati interamente al di sotto di 1,5 V/m.

Per quanto concerne i limiti normativi di riferimento, questi sono definiti dalla Legge n.142/2003 e sono: 20 V/m come limite di esposizione, e 6 V/m come valore di cautela, intesi come valori efficaci di campo elettrico alle frequenze considerate.



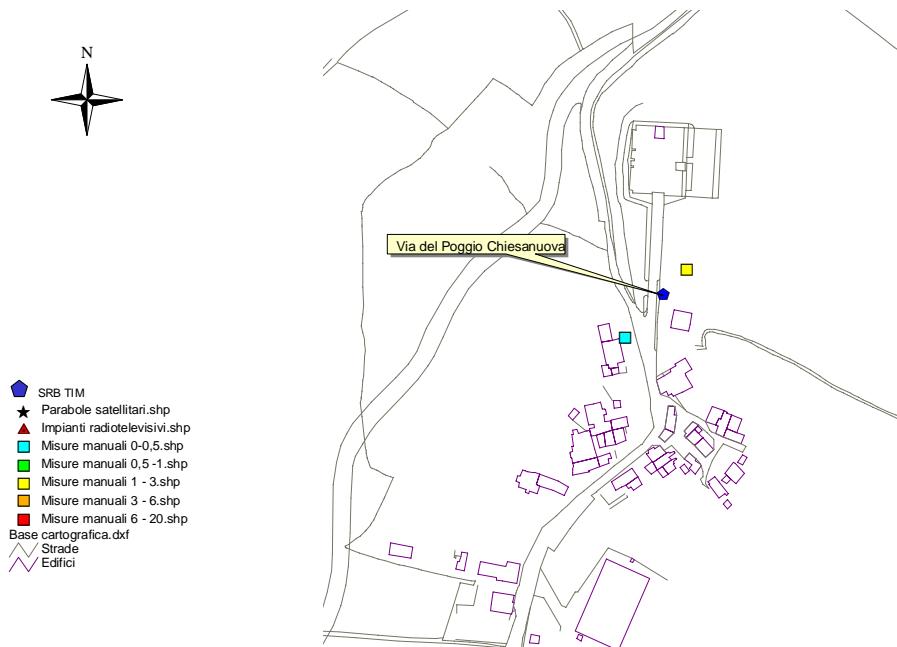
Mappe dei rilievi effettuati

CHIESANUOVA



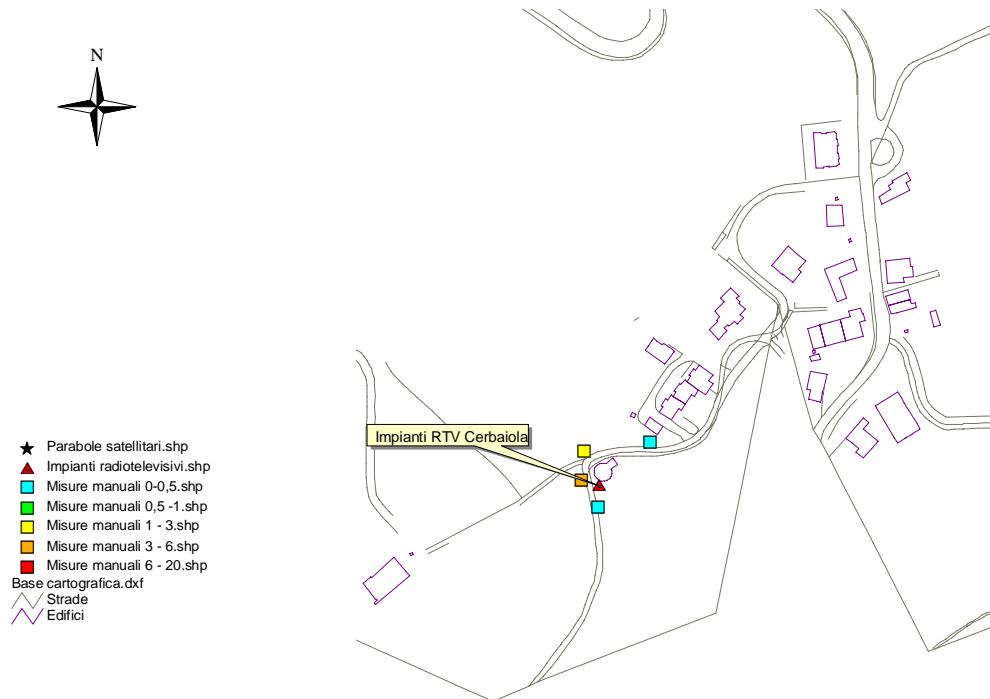


CHIESANUOVA



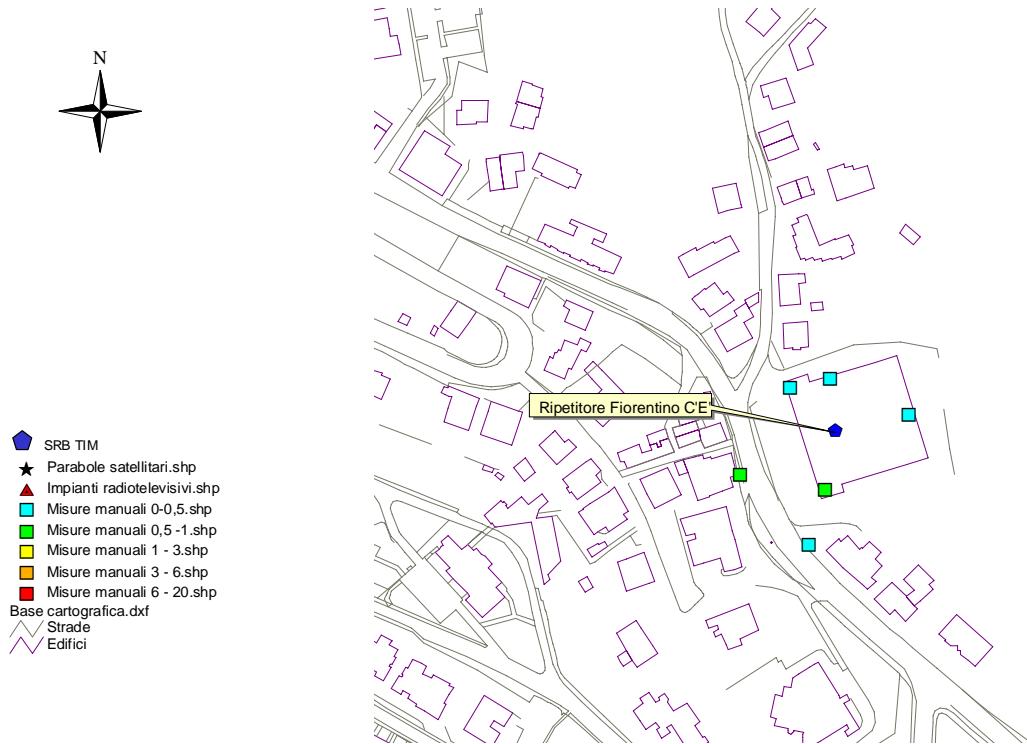


FIORENTINO



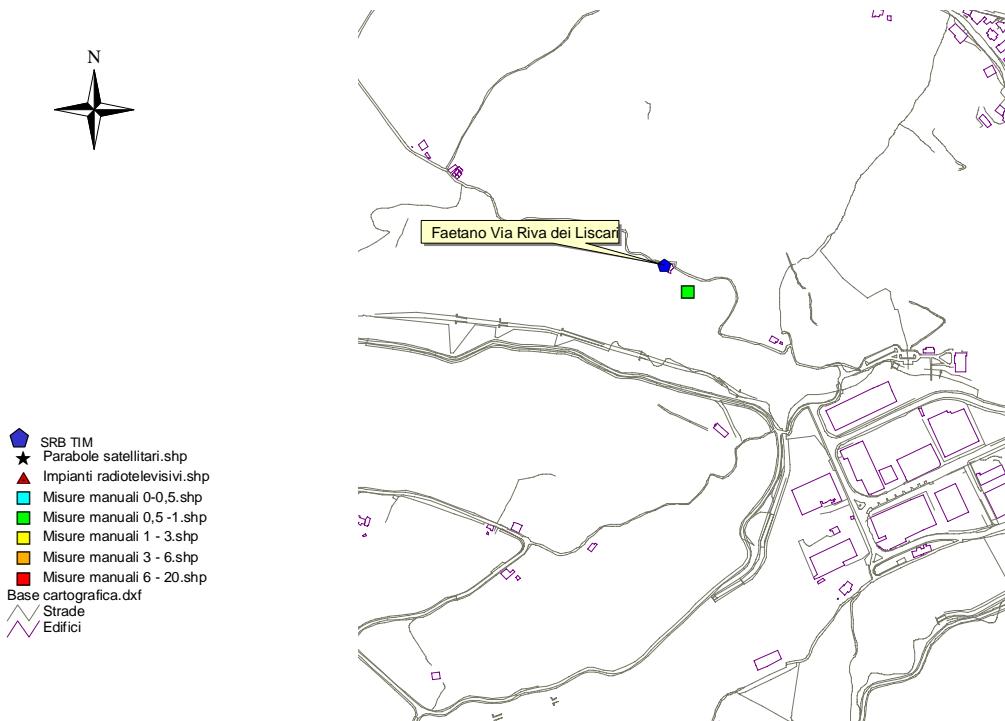


FIORENTINO



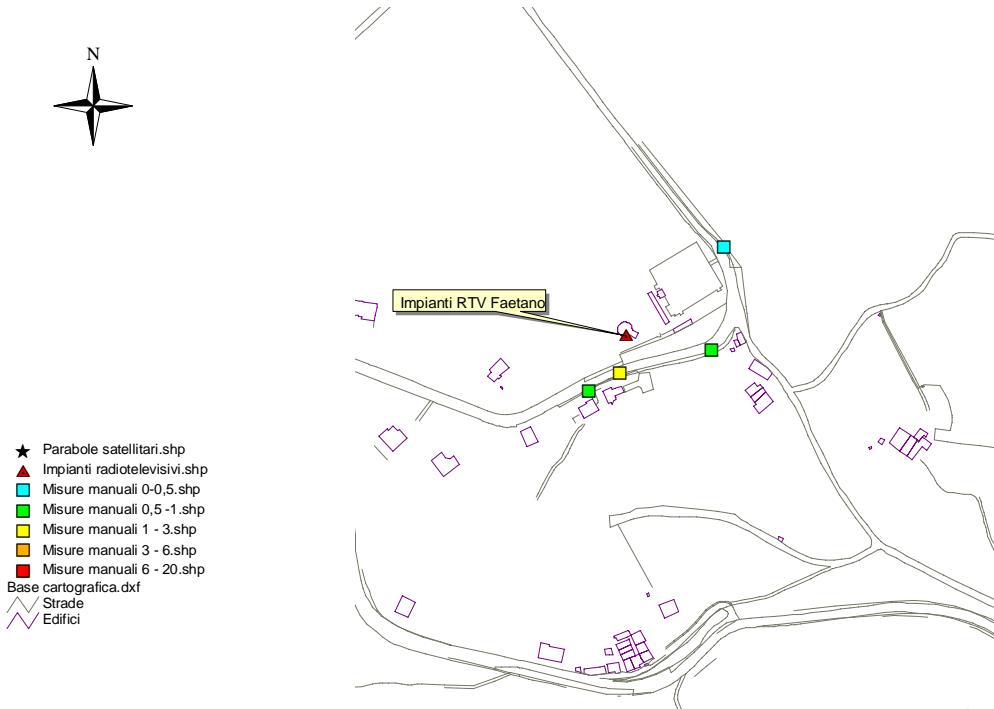


FAETANO



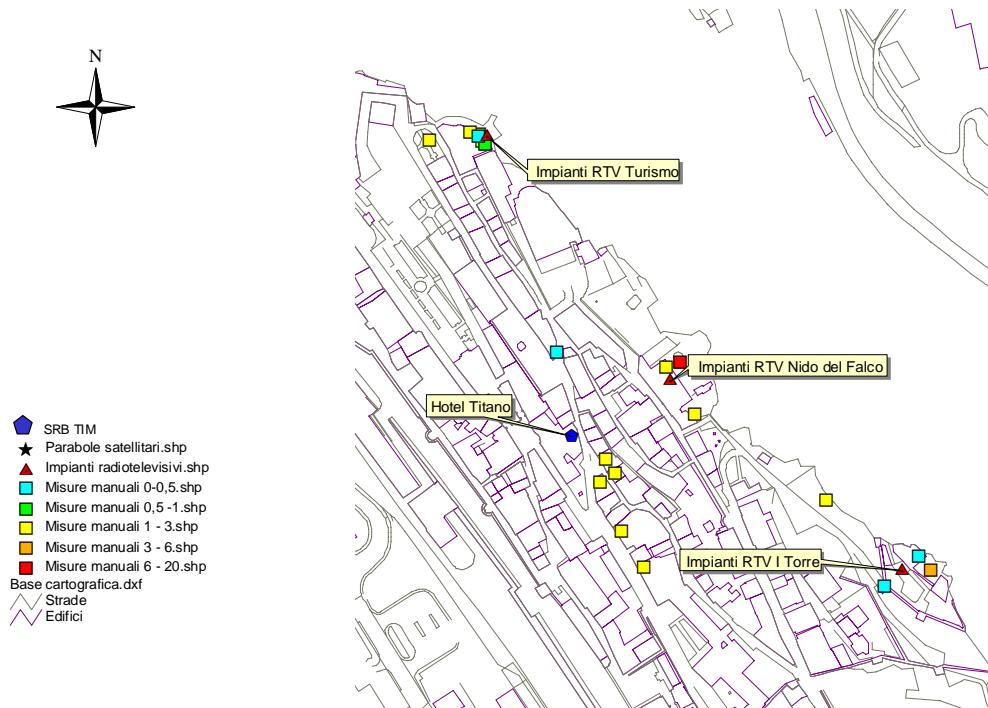


FAETANO





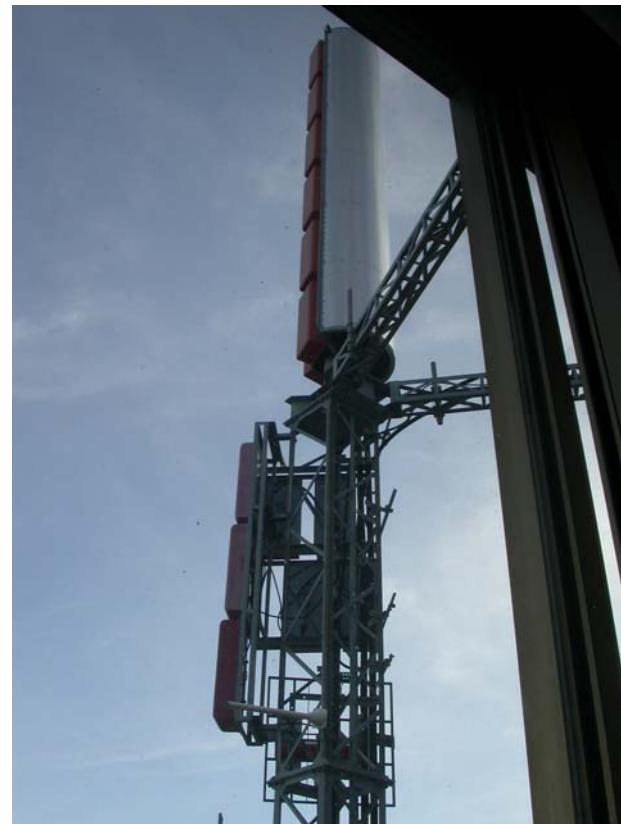
SAN MARINO CITTA'



Prima Torre



Nido del Falco



Turismo



Turismo



Turismo



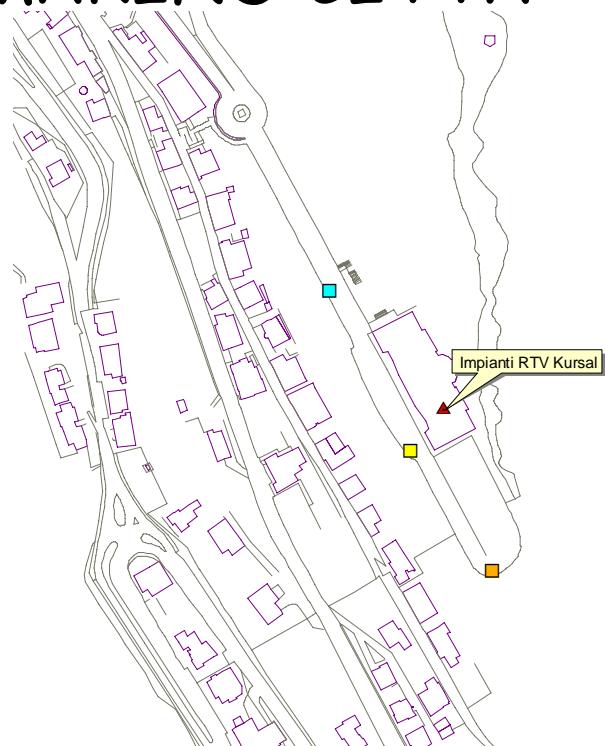
Hotel Titano



SAN MARINO CITTA'

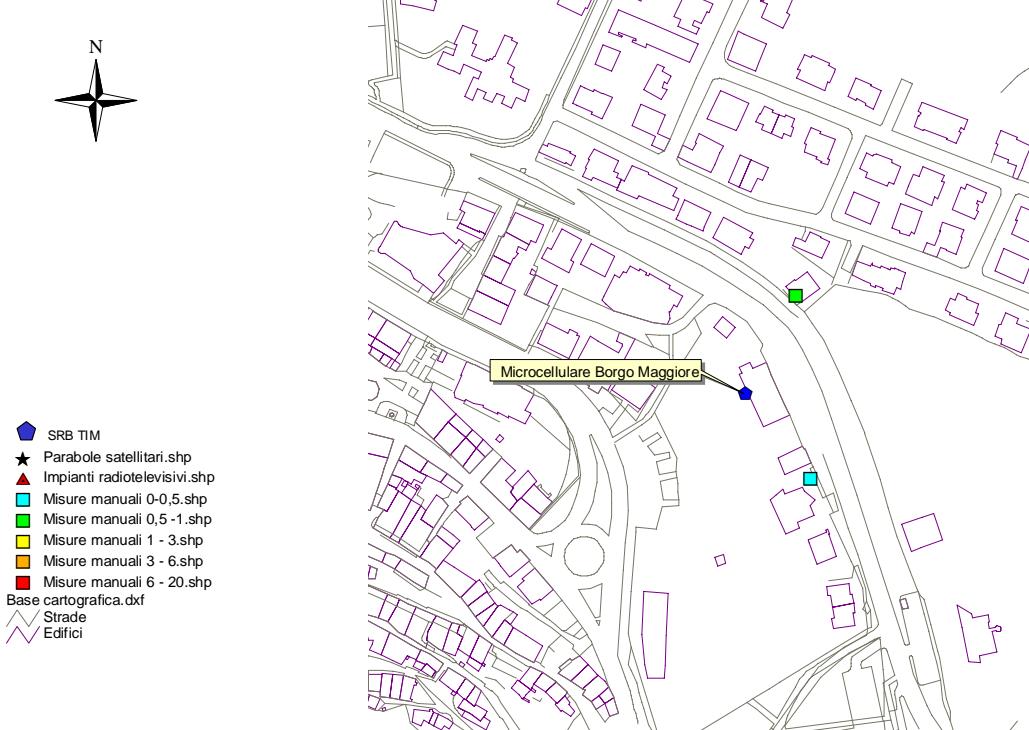


- ★ Parabole satellari.shp
- ▲ Impianti radiotelevisivi.shp
- Misure manuali 0-0,5.shp
- Misure manuali 0,5 - 1.shp
- Misure manuali 1 - 3.shp
- Misure manuali 3 - 6.shp
- Misure manuali 6 - 20.shp
- Base cartografica.dxf
- Strade
- Edifici



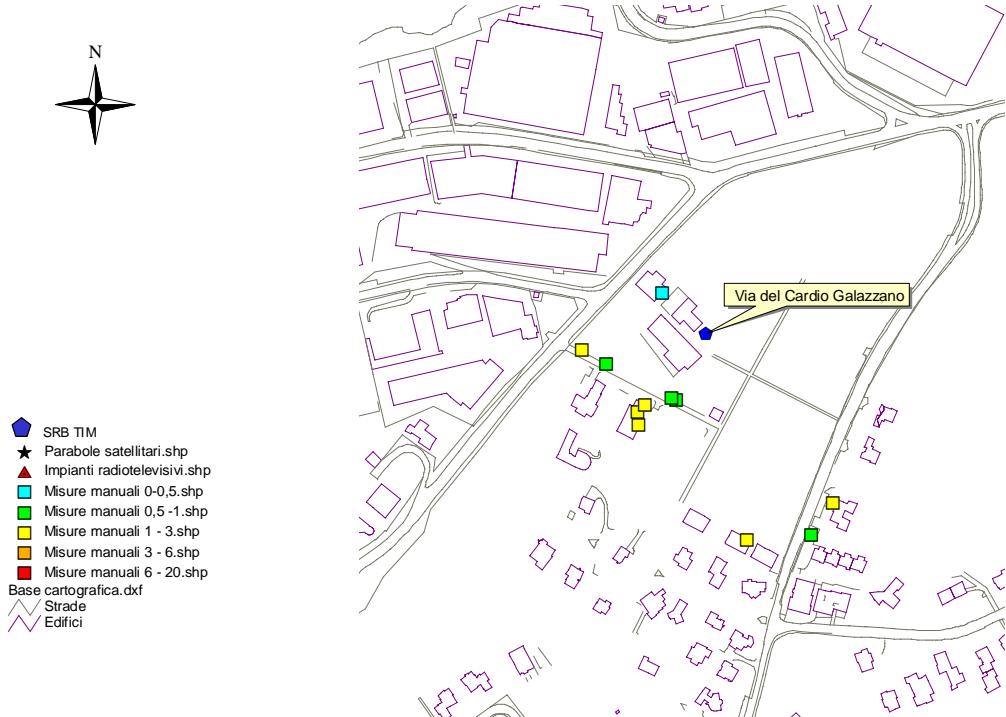


BORGO MAGGIORE





GALAZZANO

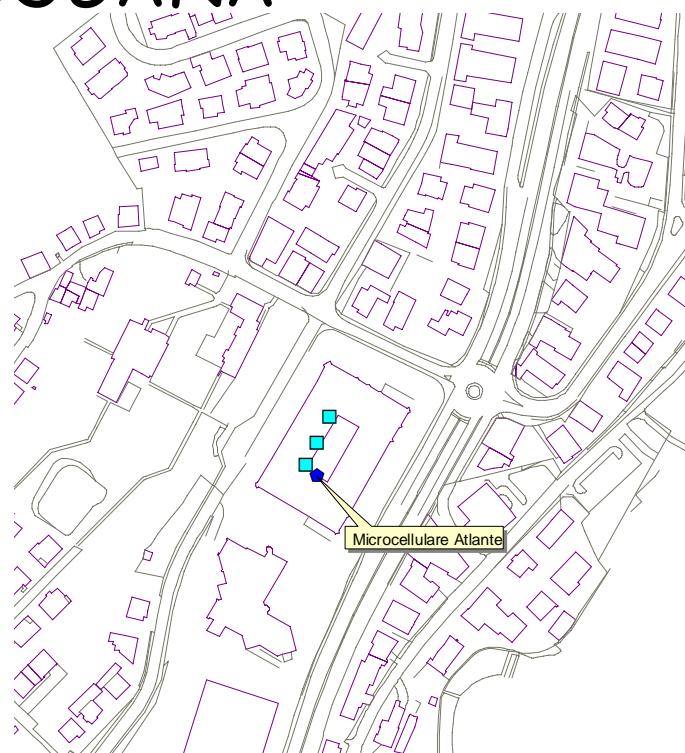




DOGANA



- ◆ SRB TIM
- ★ Parabole satellitari.shp
- ▲ Impianti radiotelevisivi.shp
- Misure manuali 0-0,5.shp
- Misure manuali 0,5 -1.shp
- Misure manuali 1 - 3.shp
- Misure manuali 3 - 6.shp
- Misure manuali 6 - 20.shp
- Base cartografica.dxf
- ~~~ Strade
- ~~~ Edifici

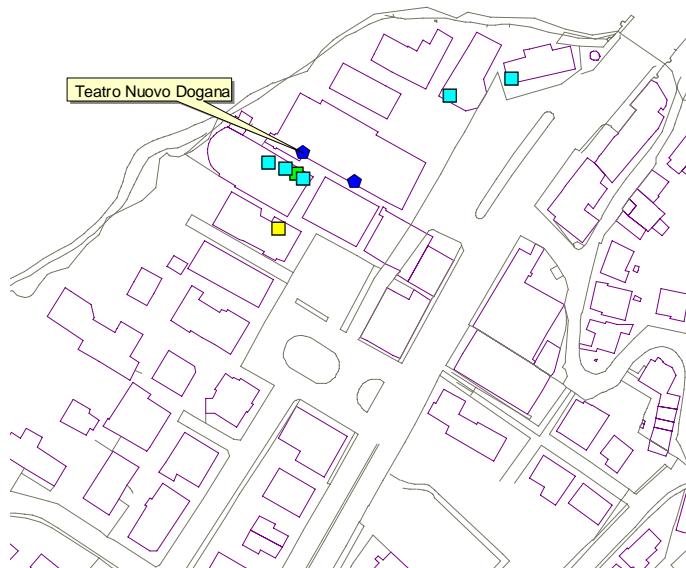




DOGANA

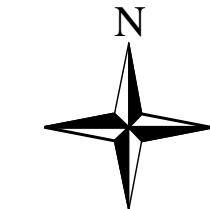


- ◆ SRB TIM
- ★ Parabole satellitari.shp
- ▲ Impianti radiotelevisivi.shp
- Misure manuali 0-0,5.shp
- Misure manuali 0,5-1.shp
- Misure manuali 1 - 3.shp
- Misure manuali 3 - 6.shp
- Misure manuali 6 - 20.shp
- Base cartografica.dxf
- ~~~ Strade
- ~~~ Edifici

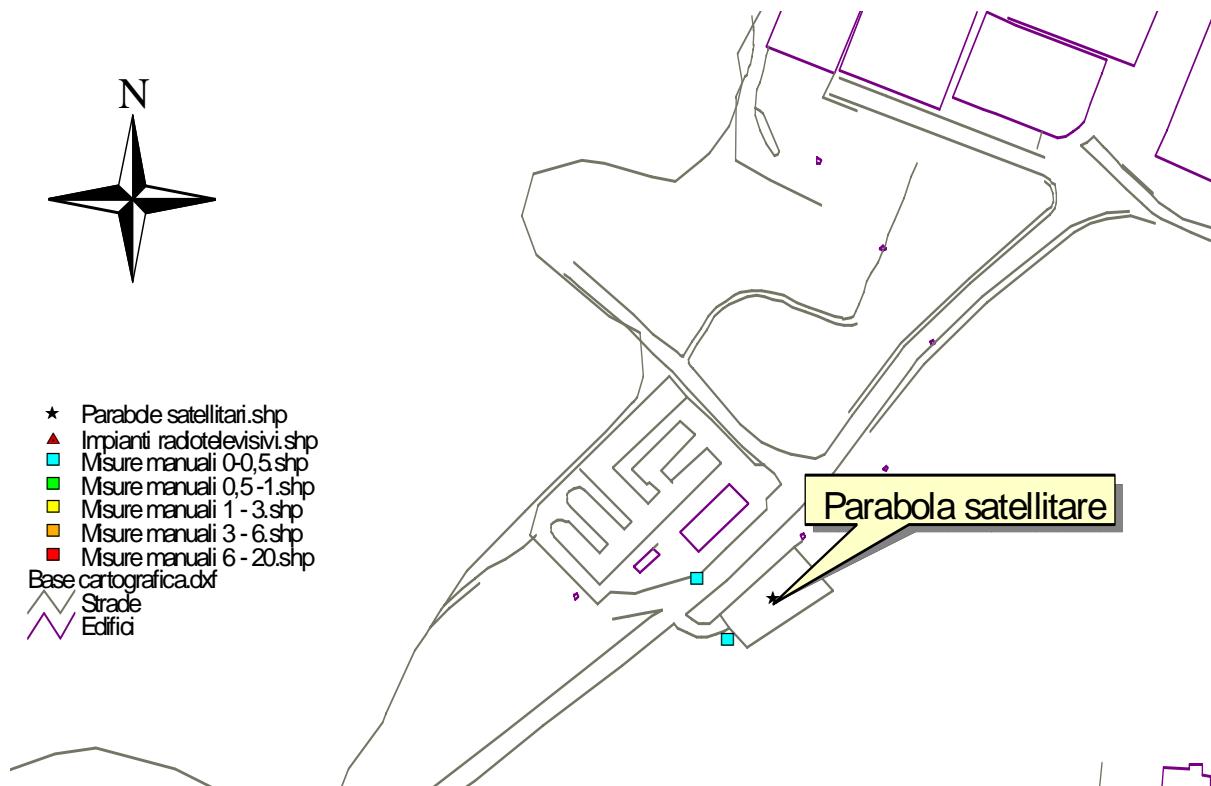




ROVERETA



- ★ Parabole satellitari.shp
- ▲ Impianti radiotelevisivi.shp
- Misure manuali 0-0,5.shp
- Misure manuali 0,5-1.shp
- Misure manuali 1 - 3.shp
- Misure manuali 3 - 6.shp
- Misure manuali 6 - 20.shp
- Base cartografica.dxf
- Strade
- Edifici





Gualdicciolo

