

---

Aeroporto "Il Caravaggio"  
di Bergamo Orio al Serio  
**Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030**



**Procedura VIA**

*Documento di risposta alla richiesta di  
integrazioni nota MATTM prot. 16899 del  
01.07.2019*

Rilievo dei livelli di campo elettromagnetico  
di fondo presso l'Aeroporto internazionale  
di Orio al Serio  
AA.09.AR01



NUMERO DOCUMENTO: **A19004.01.1001TR**  
REVISIONE DOCUMENTO: **01.00**  
DATA: **05/12/2019**  
CAGE CODE: **A615**

**Cliente: S.A.C.B.O. S.P.A.**

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ DEL PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE  
CON GLI APPARATI DI ASSISTENZA AL VOLO, PRESSO L'AEROPORTO  
DI BERGAMO - ORIO AL SERIO**

**RILIEVO DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTROMAGNETICO DI FONDO  
AEROPORTO INTERNAZIONALE DI ORIO AL SERIO**

**CDRL N.:**

**Contratto N.: IP: 51/2019**

<b>No. pagine / Nr. of pages</b>	<b>Classificazione / Classification</b>
<b>47</b>	NON CLASSIFICATO / UNCLASSIFIED
	NON CLASSIFICATO CONTROLLATO / UNCLASSIFIED CONTROLLED
	RISERVATO / RESTRICTED
	RISERVATISSIMO / CONFIDENTIAL
	SEGRETO / SECRET
<b>47</b>	<b>No. totale delle pagine / Total nr. of pages</b>

## Firme

Autore: <b>Special Test Laboratory</b> Environmental/EMC and Tempest Laboratory	 ..... Giuliano Casazza
Approvazione: <b>Team Leader Special Test Laboratory</b> Lab. Qualifiche Ambientali/EMC/Tempest	 ..... Vincenzo Villone

## Punto di Contatto

Angelo Valentino VTS Ports & Boarder Business Area angelo.valentino@leonardocompany.com Tel: +39 06 4150 3803 Fax:+39 06 4150 3728	Leonardo S.p.A. Sito: Roma Via Tiburtina km 12,400 00131 - Italy
--	---

**LISTA DELLE REVISIONI**

Rev.	Modifica N.	Data	Descrizione	Autore/i
01.00		05/12/2019	Prima Edizione	G. Casazza

La versione elettronica di questo documento è stata archiviata in Portable Document Format (.pdf) per mezzo dell'applicativo Edea2.

## INDICE

<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>6</b>
1.1	Scopo .....	6
<b>2</b>	<b>Documenti Referenziati.....</b>	<b>6</b>
2.1	Documenti applicabili .....	6
2.2	Documenti di Referimento.....	6
<b>3</b>	<b>Definizioni e Acronimi.....</b>	<b>7</b>
3.1	Definizioni.....	7
3.2	Acronimi .....	7
<b>4</b>	<b>Normative di Riferimento .....</b>	<b>8</b>
4.1	D.Lgs 81/08 e ss.mm.ii. Rev. di aprile 2019 – valori di esposizione per i lavoratori .....	8
4.2	DPCM 08-07-2003 – valori di esposizione per la popolazione .....	10
<b>5</b>	<b>Strumenti e Calibrazioni .....</b>	<b>11</b>
5.1	Strumenti di Misura .....	11
<b>6</b>	<b>Metodologia e Zone di Misura .....</b>	<b>23</b>
6.1	Zone di misura.....	23
6.2	Metodologia di misura .....	25
<b>7</b>	<b>Valori Misurati.....</b>	<b>26</b>
7.1	Punto di Misura 1 .....	28
7.2	Punto di Misura 2 .....	29
7.3	Punto di Misura 3 .....	30
7.4	Punto di Misura 4 .....	31
7.5	Punto di Misura 5 .....	32
7.6	Punto di Misura 6 .....	33
7.7	Punto di Misura 7 .....	34
7.8	Punto di Misura 8 .....	35
7.9	Punto di Misura 9 .....	36
7.10	Punto di Misura 10 .....	37
7.11	Punto di Misura 11 .....	38
7.12	Punto di Misura 12 .....	39
7.13	Punto di Misura 13 .....	40
7.14	Punto di Misura 14 .....	41
7.15	Punto di Misura 15 .....	42
7.16	Punto di Misura 16 .....	43
7.17	Punto di Misura 17 .....	44
7.18	Punto di Misura 18 .....	45
7.19	Punto di Misura 19 .....	46
<b>8</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>47</b>

**LISTA DELLE TABELLE**

Tabella 1 – Valori di azione .....	8
Tabella 2 – Obiettivi di qualità stabiliti dal DPCM 8 Luglio 2003 .....	10
Tabella 3 – Limiti di esposizione.....	10
Tabella 4 – Valori Misurati e zone di misura.....	27

**LISTA DELLE FIGURE**

Figura 1 – Misuratore portatile di CEM.....	11
Figura 2 – Certificati di taratura per sensori di campo elettromagnetico .....	22
Figura 3 – Punti di misura.....	24

## 1 INTRODUZIONE

Lo scopo di questo documento è quello di riportare i risultati di una campagna di misure dei campi elettromagnetici di fondo presso l'Aeroporto Internazionale di Bergamo – Orio al Serio nelle aree interessate dai principali interventi previsti dal Piano di Sviluppo Aeroportuale approvato in linea tecnica da ENAC e attualmente sottoposto all'iter di Valutazione di Impatto Ambientale.

Inizio test: il 06/11/2019

Fine test: il 06/11/2019

### 1.1 Scopo

Lo scopo delle misure è la rilevazione del valore del campo elettromagnetico di fondo con particolare riferimento alle emissioni correlate con il funzionamento degli attuali apparati radar.

Le misure del valore del campo elettromagnetico sono state eseguite secondo le indicazioni della Norma CEI 211-7 (gennaio 2001) Guida per le misure e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana e all'Appendice 211-7/B (gennaio 2008): Misure e valutazione del campo elettromagnetico emesso dagli impianti radar di potenza.

La misura del campo elettromagnetico emesso da un radar viene condotta in accordo alle Linee Guida ICNIRP (1988). In particolare, esse prevedono che debba essere misurato il livello di campo elettromagnetico, sia di picco che medio.

## 2 DOCUMENTI REFERENZIATI

### 2.1 Documenti applicabili

Rif.	Identificativo	Titolo
A1.	DPCM 08-07-2003	<b>Decreto del presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003</b> Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generate da frequenze comprese tra 100KHz e 300GHz.
A2.	Raccomandazione CE 12 Luglio 1999 (1999/519/CE)	<b>Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999</b> relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300GHz.
A3.	D.Lgs 81/08 e ss.mm.ii. Rev. di aprile 2019	<b>Decreto Legislativo n. 81 del 2008 e successive modifiche e integrazioni (TITOLO VIII – CAPO IV: Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici)</b>
A4.	CEI-211-7 (gennaio 2001)	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10KHz – 300GHz, con riferimento all'esposizione umana.
A5.	Appendice CEI-211-7/B (gennaio 2008)	Misure e valutazione del campo elettromagnetico emesso dagli impianti radar di potenza.

### 2.2 Documenti di Referimento

Rif.	Numero	Titolo
R1.	PAS057-P-IT rev.00.	Gestione delle apparecchiature di misura.

### 3 DEFINIZIONI E ACRONIMI

#### 3.1 Definizioni

Termine	Descrizione
N/A	N/A

#### 3.2 Acronimi

Acronimo	Descrizione
AVG	Average (Media)
CE	Comunità Europea
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CEM	Campo Elettromagnetico
CENELEC	Comitato europeo di normazione elettrotecnica
D.Lgs	Decreto Legislativo
DPCM 08-07-2003	Decreto del presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003
Em	Elettromagnetico
HERP	Hazards of Electromagnetic Radiation to Personnel
ICNIRP	Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti
m	metri
msc	millisecondi
mT	millitesla
RMS	Root mean square "radice quadrata della media"
$\mu$ T	microtesla
V/m	Volt/metro

## 4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 4.1 D.Lgs 81/08 e ss.mm.ii. Rev. di aprile 2019 – valori di esposizione per i lavoratori

Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori. La valutazione, la misurazione e il calcolo devono essere effettuati in conformità alle norme europee standardizzate del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (CENELEC).

Finché le citate norme non avranno contemplato tutte le pertinenti situazioni per quanto riguarda la valutazione, misurazione e calcolo dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, il datore di lavoro adotta le specifiche buone prassi individuate od emanate dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e per l'igiene del lavoro, o, in alternativa, quelle del Comitato Elettrotecnico italiano (CEI), tenendo conto, se necessario, dei livelli di emissione indicati dai fabbricanti delle attrezzature.

A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici effettuata in conformità al comma 1, qualora risulti che siano superati i valori di azione di cui all'articolo 208, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

La valutazione, la misurazione e il calcolo di cui ai commi 1 e 2 non devono necessariamente essere effettuati in luoghi di lavoro accessibili al pubblico, purché si sia già proceduto ad una valutazione conformemente alle disposizioni relative alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz e risultino rispettate per i lavoratori le restrizioni previste dalla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio, del 12 luglio 1999(N), e siano esclusi rischi relativi alla sicurezza.

I valori di azione sono riportati nella Tabella 1.

**Tabella B1**

VA per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ambientali a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz

<i>Intervallo di frequenza</i>	<i>VA (E) per l'intensità del campo elettrico [V/m] (RMS)</i>	<i>VA (B) per l'induzione magnetica [μT] (RMS)</i>	<i>VA (S) per la densità di potenza [W/m<sup>2</sup>]</i>
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
$1 \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8 / f$	$2,0 \times 10^6 / f$	-
$10 \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	-
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	-
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	-
$6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

**Tabella 1 – Valori di azione**

## Note:

- $f$  è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.
- Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, Seq, E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di 6 minuti.
- Per le frequenze che superano 10 GHz, Seq, E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un qualsiasi periodo di  $68/f1,05$  minuti ( $f$  in GHz).
- Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per  $(2)^{1/2}$ . Per gli impulsi di durata  $t_p$  la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come  $f = 1/(2t_p)$ . Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per  $10^a$ , dove  $a = (0,665 \log (f/10) + 0,176)$ ,  $f$  in Hz.
- Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.
- Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.
- Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz, Seq valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

#### 4.2 DPCM 08-07-2003 – valori di esposizione per la popolazione

La Legge 22 Febbraio 2001 n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 Marzo 2001, detta i principi fondamentali diretti ad "assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (Articolo 1, Finalità della legge) ma non stabilisce i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, per i quali rimanda a successivi decreti del Presidente del Consiglio dei ministri (Articolo 4, Funzioni dello Stato).

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 199 del 28 Agosto 2003, stabilisce i seguenti limiti di esposizione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dagli effetti dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m <sup>2</sup> )
0.1 < f < 3 MHz	60	0.2	-
3 < f < 3000 MHz	20	0.05	1
3 < f < 300 GHz	40	0.1	4

**Tabella 1: Limiti di esposizione stabiliti dal DPCM 8 Luglio 2003**

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m <sup>2</sup> )
0.1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0.016	0.1 (3 MHz ÷ 300 GHz)

**Tabella 2: Valori di attenzione stabiliti dal DPCM 8 Luglio 2003**

Frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza D (W/m <sup>2</sup> )
0.1 MHz < f ≤ 300 GHz	6	0.016	0.1 (3 MHz ÷ 300 GHz)

**Tabella 2 – Obiettivi di qualità stabiliti dal DPCM 8 Luglio 2003**

I suddetti valori si intendono mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di 6 minuti.

Raccomandazione C.E 519 del Consiglio 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz (1999/519/CE).

limitazione dell'esposizione della Raccomandazione Europea 1999/519/CE				
Intervallo di frequenza [MHz]	Intensità del campo elettrico [V/m]	Intensità del campo magnetico [A/m]	Induzione magnetica ( $\_T$ )	Densità di potenza dell'onda piana equivalente $S_{eq}$ (W/m <sup>2</sup> )
10-400	28	0,073	0,092	2
400-2000	$1,375f^{1/2}$	$0,0037f^{1/2}$	$0,0046f^{1/2}$	$f/200$
2000 - 300000	61	0,16	0,20	10

**Nota:** per le frequenze comprese fra 10 MHz e 300 GHz i valori di riferimento di **picco** si ottengono moltiplicando i corrispondenti valori efficaci (rms) per 32.

**Tabella 3 – Limiti di esposizione**

## 5 STRUMENTI E CALIBRAZIONI

Tutta la strumentazione del Laboratorio è regolarmente tarata secondo i piani di manutenzione e calibrazione stabiliti dalla procedura PAS057-P-IT.

Tutti gli standard di riferimento utilizzati nel sistema di calibrazione di cui sopra sono supportati da certificati, report o schede attestanti la data, la precisione e le condizioni in cui sono stati ottenuti i risultati forniti.

### 5.1 Strumenti di Misura

Per la misura in oggetto, si è scelto utilizzare un misuratore di campo elettromagnetico (misuratore a larga banda) come indicato dalla norma CEI 211-7 B al Punto B.8.2.3. Lo strumento di misura, marca MICRORAD – NHT 3 D (s/n. R529) e i relativi accessori sono tarati presso il laboratorio di calibrazione Microrad.

Misuratore portatile di campi elettromagnetici: MICRORAD – NHT 3 D s/n. R529

Sonda per misure di campo elettrico: MICRORAD Probe 03E – 100KHz 18GHz s/n A13-A030

Ultima calibrazione eseguita: 14/10/2019

Intervallo di frequenza: 5 Hz – 18 GHz

Intervallo di campo elettrico: 0.8 ÷ 340 V/m (cw)

Intervallo di campo magnetico: 0.1  $\mu$ T ÷ 1 mT

Risoluzione: in funzione del sensore

Tempo di acquisizione: 250msc



Figura 1 – Misuratore portatile di CEM




EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

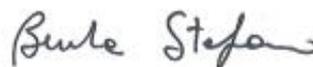
Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**CERTIFICATO DI TARATURA N. A-47-10-19**  
**Certificate of Calibration N. A-47-10-19**
**Oggetto:** Isotropic Electric field probe  
**Item**
**Costruttore:** MICRORAD  
**Manufacturer**
**Modello:** PROBE 03E S/n A13-A030  
**Model**
**Misuratore:** NHT3D S/n R529  
**Meter**
**Data di calibrazione:** 14/10/2019  
**Date of calibration**
**Richiedente:**  
**Applicant**
**Numero ordine:** XXXXXXXXX  
**Order number**
**Data di emissione:** 14/10/2019  
**Date of issue**
**Il Responsabile del Laboratorio**  
**The Head of the Laboratory**

Roberto Ruggeri


**Il tecnico addetto alla calibrazione**  
**The operator**

Stefano Burla



Page 1 of 11

 MICRORAD di Roberto Ruggeri piazza delle Azalee 13/14  
 05018 Orvieto (TR) tel. 0763-393291 fax 0763-394423

MICRORAD

EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. B.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**PROCEDURA DI CALIBRAZIONE****Calibration Procedure**The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005**.**Riferimenti****References**

IEEE Std 1309 – 2005, "IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz".

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997, USA.

**Metodo di Calibrazione****Calibration Method**

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	100KHz to 1000 MHz	TEM Cell	Calculated Field Strength
A	1,5 to 6 GHz	Full Anechoic Chamber	Calibration Using the Transfer Standard
A	6,5 to 18 GHz	Full Anechoic Chamber	Calibration Using the Transfer Standard

**Condizioni ambientali****Environment Conditions**

	Temperature	Humidity
Control Room and TEM Cell	22,1°C	49,7%
Anechoic Chamber	22,9°C	52,2%




EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**Strumenti di Misura primari****Test Equipment primary**

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Serial Number
E Field Reference Probe	MICRORAD	04P	1024
Power Meter Two Channel	R&S	URVD	832840/050
Power Meter	R&S	URV35	833803/040
Power Sensor	R&S	URYZ4	891275/56
Power Sensor	R&S	NRVZ6	835214/008

MICRORAD



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**Strumenti di Misura secondari****Test Equipment secondary**

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
TEM Cell	IFI	CC102S	MC010
TEM Cell	IFI	CC105	MC011
RF Synthesizer Generator	HP	8662A	MC021
Signal Generator	MARCONI	6313	MC026
RF Amplifier	AMPLIFIER RESARCH	1W1000	MC022
RF Amplifier	IFI	M75	MC032
RF Amplifier	Mini-circuits	ZVA-183-S	MC035
RF Power Amplifier	R.V.R. Elettronica	PJ300M	MC033
Directional Coupler	Mini-circuits	ZFDC-20-5	MC028
Directional Coupler	Agilent	87300C	MC036
Directional Coupler	Werlantone	C2420	MC013
Load Termal Line	RADIALL	R404.850.000	MC029
Signal Generator	MARCONI	2024	MC008
Load Terminal Line	BIRD ELECTRONICS	8401	MC012
Broad Band Horn Antenna DRT 18-E	RF SPIN	DRH18-E	MC016
Anechoic Room 1-18GHz	MICRORAD	ARM001	MC034

Page 4 of 11

MICRORAD di Roberto Ruggeri piazza delle Azalee 13/14  
05018 Orvieto (TR) tel. 0763-393291 fax 0763-394423



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**Parametri di Calibrazione e Risultati**  
**Calibrated Parameters and Results**

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 7 V/m 100 KHz to 18 GHz	Figure1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 2 to 220 V/m @ 100 MHz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 10 V/m 100 MHz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{TOTAL-REF}}{\sqrt{FIELD_{TOTAL-REF} \cdot FIELD_{TOTAL-REF}}}$

**Incertezza Estesa del Campo Generato**  
**Expanded Uncertainty of generated field**

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
E	100KHz – 1000MHz	15	1,41
E	1,5 – 6 GHz	22	2,16
E	6,5 – 18 GHz	30	3,10

**Expanded Uncertainty definition**

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**Orientamento della sonda durante la misura****Probe Orientation during Calibration**

Maximum reception alignment.

**Tipo di Calibrazione****Calibration Type**

FD : Calibration in the frequency domain.

**Frequenze di Calibrazione****Calibration Frequencies (not applied )**

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	3 MHz – 100 MHz
F4	10 frequency for decade	100 MHz – 6 GHz
F4	10 frequency for decade	6 GHz – 18 GHz

**Livelli di Ampiezza****Amplitude Levels**

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	7 V/m

**Isotropia****Isotropy**

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	100MHz 10 V/m

MICRORAD



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

**Condizione di illuminamento*****Illumination conditions***

Grade	Description	Frequency range
PI	Partial illumination for sensor head only	100KHz – 1 GHz
FI	Full illumination for sensor head, resistive feed line	1,5 GHz – 6 GHz
FI	Full illumination for sensor head, resistive feed line	6,5 GHz – 18 GHz

**Modulazione*****Modulation***

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	100KHz – 18GHz

**Risultati*****Results*****1) Fattori di correzione*****Correction Factors***

Table 1 shows the correction factors (CF)<sup>1</sup> for the frequency range from 100KHz to 18 GHz and for a reference field value of 7 V/m.

<sup>1</sup> CF in dB is calculated in accordance with the following formula:  $CF(dB) = 20 \cdot \log(CF_{Linear})$

MICRORAD



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

TABLE 1

F (MHz)	CF (Linear)	Expanded Uncertainty (dB)
0,1	1,05	1,41
3	0,99	1,41
5	1,22	1,41
50	1,08	1,41
100	1,08	1,41
200	1,02	1,41
300	0,97	1,41
400	1,01	1,41
500	1,04	1,41
600	1,10	1,41
700	1,03	1,41
800	1,09	1,41
900	0,93	1,41
1000	0,95	1,41
2000	1,15	1,41
3000	1,17	2,16
4000	1,29	2,16
5000	1,10	2,16
6000	1,19	2,16
7000	1,23	3,10
8000	1,15	3,10
9000	1,21	3,10
10000	1,19	3,10
11000	1,23	3,10
12000	1,15	3,10
14000	1,21	3,10
16000	1,17	3,10
18000	0,90	3,10

Page 8 of 11

MICRORAD di Roberto Ruggeri piazza delle Azalee 13/14  
05018 Orvieto (TR) tel. 0763-393291 fax 0763-394423



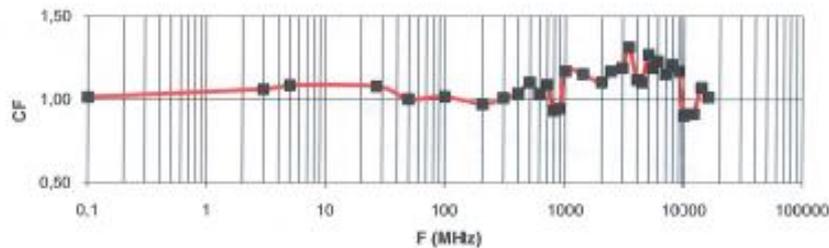
EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. B.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

FIGURE 1



2) Linearità  
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 100 MHz.

TABLE 2

E ref (V/m)	E m (V/m)	CF (Linear)	Expanded Uncertainty (dB)
2	2,02	0,99	1,41
4	4,12	0,97	1,41
6	6,04	0,99	1,41
10	10,23	0,98	1,41
20	20,89	0,96	1,41
30	31,84	0,94	1,41
40	42,14	0,95	1,41
50	52,21	0,96	1,41
60	62,00	0,97	1,41
70	73,12	0,96	1,41
80	83,40	0,96	1,41
90	92,50	0,97	1,41
100	98,70	1,01	1,41
120	124,40	0,96	1,41
140	143,56	0,98	1,41
160	162,40	0,99	1,41
180	183,40	0,98	1,41
200	206,10	0,97	1,41
220	222,20	0,99	1,41



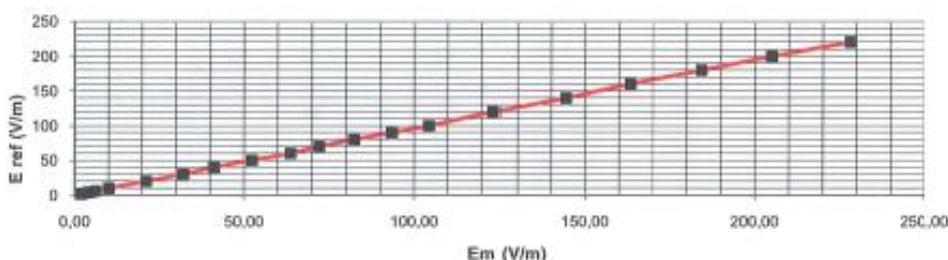
EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

FIGURE 2



3) Isotropia  
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{TOTAL-MAX}}{\sqrt{FIELD_{TOTAL-MAX} - FIELD_{TOTAL-MIN}}}$$

in which  $FIELD_{TOTAL-MAX}$  is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and  $FIELD_{TOTAL-MIN}$  is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 100MHz, 10V/m

Orientation @ 100MHz, 10V/m

TABLE 3

F (MHz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
100	10,16	10,2	10,4	9,9	0,21

MICRORAD



EN ISO 9001:2015

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Mod. 8.5/7 Rev. 0 del 16/11/2017

# CERTIFICATE



for the management system according to ISO 9001:2015

The proof of the conforming application with the regulation was furnished and in accordance with certification procedure it is certified for the company

**MICRORAD di Roberto Ruggeri**  
 P.zza delle Azalee, 13/14  
 I – 05018 Loc. Ciconia – Orvieto (TR)

Scope

Design and manufacturing of instrumentation and calibration for electromagnetic field measurement. Calibration of measurement of electromagnetic field. Guarantee assistance. Assistance and repairing.

Certificate Registration No.: TIC 15 100 98294      Valid until: 2021-05-27  
 Valid from: 2018-06-13  
 Audit Report No.: 3330 2E4Q J0

This certification was conducted in accordance with the TIC auditing and certification procedures and is subject to regular surveillance audits.

*Michael*  
 TUV Thüringen e.V.  
 Certification body for systems and personnel



Jena, 2018-06-13



Original certificate  
 see registration no. 33333333

The scope validity can be found at [www.tuv-thueringen.de](http://www.tuv-thueringen.de) under 2201\_01  
 Zuständige Stelle des TÜV Thüringen e.V.: Eisenacher Ring 1 • 07746 Jena • DE • Tel: 0364 69040 • [cert@tuv-thueringen.de](mailto:cert@tuv-thueringen.de)

MICRORAD di Roberto Ruggeri piazza delle Azalee 13/14  
 05018 Orvieto (TR) tel. 0763-39-3291 fax 0763-394423

Figura 2 – Certificati di taratura per sensori di campo elettromagnetico

## 6 METODOLOGIA E ZONE DI MISURA

### 6.1 Zone di misura

I siti individuati per le misure sono stati scelti con riferimento alle aree di maggiore interesse dei principali interventi realizzativi previsti dal nuovo Piano di Sviluppo Aeroportuale con orizzonte temporale al 2030.

In particolare, le misure sono state effettuate all'aperto nelle zone dove sono previsti (o dove sono già stati realizzati) i seguenti principali interventi che prevedono la permanenza continua dei lavoratori e/o della popolazione:

- Misura n. 1: Nuovo varco, terminal di Aviazione Generale e uffici per Enti di Stato e di supporto.
- Misura n. 2: Strutture merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 – con relativa urbanizzazione.
- Misura n. 3: Strutture merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 – con relativa urbanizzazione.
- Misura n. 4: Caserma VVF nord e/o struttura per servizi aeroportuali nord.
- Misura n. 5: Deposito carburanti nord.
- Misura n. 6: Officina e spazi tecnici nord.
- Misura n. 7: Hangar per ricovero e manutenzione degli aeromobili.
- Misura n. 8: Viabilità di accesso (lato nord-ovest) e urbanizzazione adiacente.
- Misura n. 9: Viabilità di accesso (lato nord-est) e urbanizzazione adiacente.
- Misura n. 10: Edifici adibiti a uffici per Enti di Stato e gestore aeroportuale.
- Misura n. 11: Area di de-icing degli aeromobili.
- Misura n. 12: Ampliamento del terminal passeggeri – Lotto 1B.
- Misura n. 13: Edifici adibiti a servizi aeroportuali e di supporto.
- Misura n. 14: Ricovero mezzi di rampa.
- Misura n. 15: Hotel Centro Congressi.
- Misura n. 16: Caserma VVF sud ed edifici adibiti a servizi aeroportuali e di supporto.
- Misura n. 17: Ampliamento del terminal passeggeri – Pier.
- Misura n. 18: Parcheggio P3.
- Misura n. 19: Palazzina SACBO.

Si precisa che i predetti punti di misura (evidenziati nella successiva figura n. 3) siano stati individuati non solo con riferimento ai singoli interventi descritti in elenco ma anche per coprire le zone adiacenti ove sono previsti ulteriori interventi minori rispetto a quelli già citati.

Alcuni punti di misura, inoltre, sono stati scelti per essere descrittivi dei massimi livelli di esposizione mentre la misura n. 19 è stata eseguita sulla copertura della palazzina SACBO, a circa 20 m di altezza dal relativo piano strada, al fine di verificare l'ordine di grandezza del livello di emissione in quota.

Si precisa che tale ultima misura tiene conto della presenza di equipaggiamenti, antenne e macchinari elettrici industriali in funzione sulla copertura e nelle vicinanze della stessa.

Le condizioni ambientali presenti (temperatura, umidità, pressione, ecc.) non hanno influenza sul risultato e sull'ordine di grandezza delle misure.

La sonda di rilevamento è stata posizionata su cavalletto ad un'altezza media di 1,5 -1,7 metri rispetto al relativo piano di calpestio.

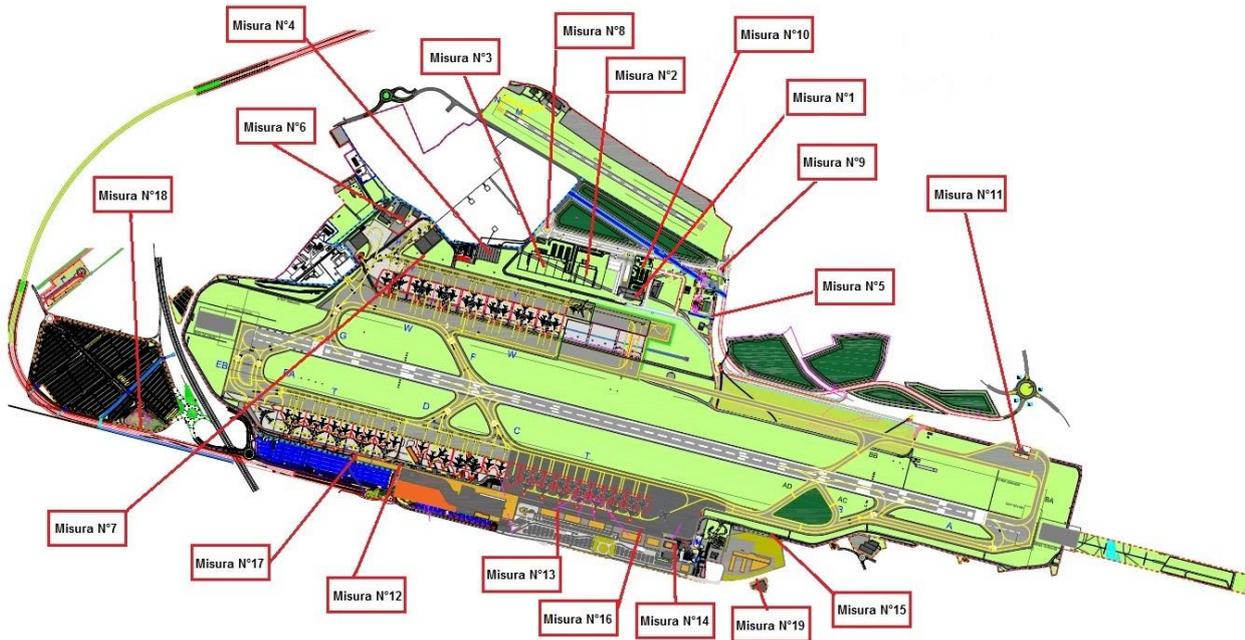


Figura 3 – Punti di misura

## 6.2 Metodologia di misura

Le misurazioni sono state condotte come descritto nella norma tecnica CEI 211-7 / B: 2008-01

### B.8.6 Misura con il Misuratore di campo

Per scopi protezionistici e con riferimento ad esempio alla raccomandazione europea 519 del 12 luglio 1999 (che recepisce in toto le linee guida ICNIRP), il valore RMS misurato dall'apparecchiatura deve essere mediato su un periodo di 6 minuti (oltre i 10 GHz questo intervallo temporale decresce e diviene pari a  $68/f_{1,05}$ , con  $f$  espresso in GHz), ma usualmente già dopo pochi secondi il valore mostrato dal misuratore di campo è molto vicino a quello che si ottiene dopo 6 minuti, con indubbi vantaggi per la sicurezza del personale addetto alla misura che è subito allertato in caso di valori di campo particolarmente elevati.

Inoltre, sempre in ottemperanza alla citata raccomandazione, il valore di picco di un segnale pulsato non può essere maggiore di 32 volte il valore RMS, ovvero, la densità di potenza di picco non può essere maggiore di 1000 il valore RMS.

Per misure esatte con misuratori di campo a larga banda è necessario conoscere il *duty cycle*  $\delta$  del radar e il rapporto fra la larghezza  $\phi$  (espressa in gradi) del lobo di radiazione del radar a metà potenza e la scansione azimutale dell'antenna  $\alpha$  (espressa in gradi); per misure precauzionali si può prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche esatte del radar facendo delle stime cautelative.

#### B.8.6.2 Misura di un segnale pulsato con scansione del fascio

##### 1) Calcolo del valore di picco

$$E_{\text{picco}} = \frac{E_{\text{medio}}}{\sqrt{\delta \frac{\phi}{\alpha}}}$$

##### 2) Calcolo del tempo illuminazione

$$t_{\text{illum.}} = \frac{\phi}{\alpha} t_{\text{rotazione}}$$

##### 3) Calcolo dell'attenuazione

$$\text{attenuazione} = 5 \cdot \log_{10} \left( 1 + \left( \frac{t_{\text{risposta}}}{t_{\text{min.}}} \right)^2 \right) \text{ [dB]}$$

**7 VALORI MISURATI**

La seguente tabella n. 4 mostra i valori massimi (MAX) e RMS del campo elettrico misurato dallo strumento dopo un intervallo di tempo di 6 minuti nei punti di interesse.

<b>Punto di Misura</b>	<b>MAX (V/m)</b>	<b>Valore RMS Campo Elettrico nell'intervallo di 6 minuti (V/m)</b>	<b>Interventi di riferimento del PSA</b>
1	0,135	0.016	Nuovo varco, terminal Aviazione Generale e uffici per Enti di Stato e di supporto
2	0,126	0.024	Strutture merci e servizi aeroportuali – Edificio 2 – con relativa urbanizzazione
3	0,060	0.020	Strutture merci e servizi aeroportuali – Edificio 1 – con relativa urbanizzazione
4	0,116	0.078	Caserma VVF nord e/o struttura per servizi aeroportuali nord
5	1,060	0.078	Deposito Carburanti nord
6	0,181	0.031	Officina e spazi tecnici nord
7	0,146	0.014	Hangar per ricovero e manutenzione degli aeromobili
8	1.280	0,016	Viabilità di accesso (lato nord-ovest) e urbanizzazione adiacente
9	0.167	0,027	Viabilità di accesso (lato nord-est) e urbanizzazione adiacente
10	0.257	0,025	Edifici adibiti a uffici per Enti di Stato e gestore aeroportuale
11	0.352	0,039	Area di de-icing degli aeromobili
12	0.981	0,316	Ampliamento del terminal passeggeri – Lotto 1B
13	1.230	0,200	Edifici adibiti a servizi aeroportuali e di supporto
14	1.340	0,157	Ricovero mezzi di rampa
15	2.750	0,430	Hotel Centro Congressi
16	2.110	0,280	Caserma VVF sud ed edifici adibiti a servizi aeroportuali e di supporto
17	1.540	0,111	Ampliamento del terminal passeggeri – Pier
18	0.092	0,027	P3 (Fuori Sedime Aeroportuale)

<b>Punto di Misura</b>	<b>MAX (V/m)</b>	<b>Valore RMS Campo Elettrico nell'intervallo di 6 minuti (V/m)</b>	<b>Interventi di riferimento del PSA</b>
19	1.380	0,220	Copertura Palazzina SACBO (Fuori Sedime Aeroportuale)

Tabella 4 – Valori Misurati e zone di misura

Di seguito, si riportano le singole schede di dettaglio dei valori del campo elettrico rilevato nei punti di misura già indicati e riassunti in Tabella 4.

## 7.1 Punto di Misura 1

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.016 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 19" Nord

09° 42' 27" Est



## 7.2 Punto di Misura 2

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.024 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 40' 21" Nord  
09° 42' 20" Est



### 7.3 Punto di Misura 3

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.020 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 23" Nord

09° 42' 13" Est



**7.4 Punto di Misura 4**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.078 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 25" Nord

09° 42' 03" Est



**7.5 Punto di Misura 5**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.078 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 40' 17" Nord  
09° 42' 40" Est



**7.6 Punto di Misura 6**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.031 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 29" Nord

09° 41' 48" Est



**7.7 Punto di Misura 7**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0.014 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 40' 24,7" Nord  
09° 41' 51,9" Est



**7.8 Punto di Misura 8**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,016 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 40' 28,1" Nord  
09° 41' 11,6" Est



**7.9 Punto di Misura 9**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,027 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 23,2" Nord

09° 42' 41,6" Est



**7.10 Punto di Misura 10**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

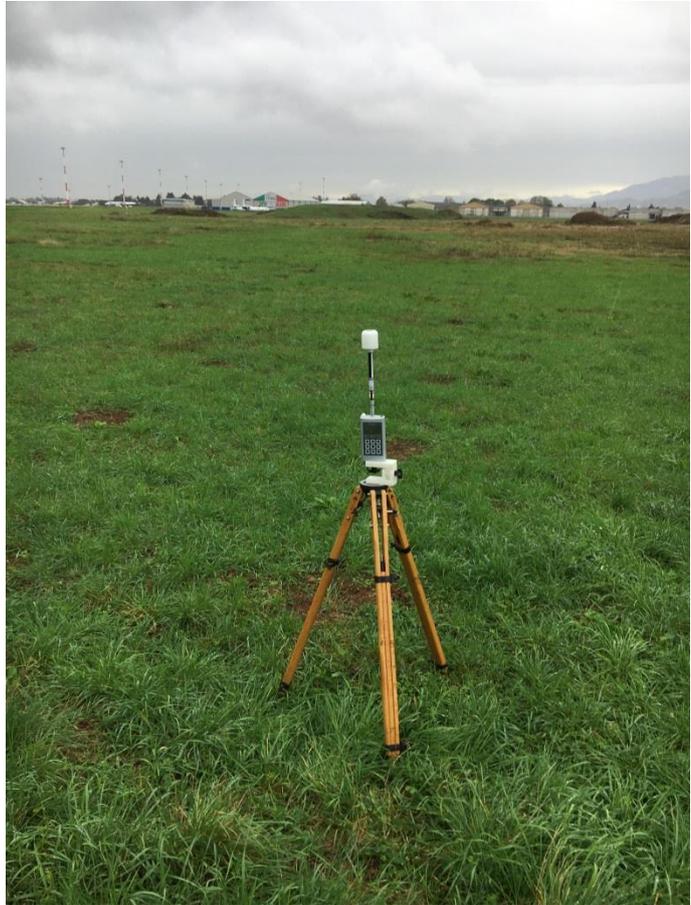
Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,025 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 21,6" Nord

09° 42' 30,0" Est



**7.11 Punto di Misura 11**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,039 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 00,7" Nord

09° 43' 32,0" Est



**7.12 Punto di Misura 12**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,316 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 39' 59,4" Nord

09° 41' 50,3" Est



**7.13 Punto di Misura 13**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,200 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 39' 54,1" Nord  
09° 42' 13,5" Est



**7.14 Punto di Misura 14**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,157 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 39' 50,6" Nord

09° 42' 33,5" Est



**7.15 Punto di Misura 15**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,430 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 39' 51,7" Nord

09° 42' 47,5" Est



**7.16 Punto di Misura 16**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,280 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:  
45° 39' 53,1" Nord  
09° 42' 22,2" Est



**7.17 Punto di Misura 17**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,111 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 01,3" Nord

09° 41' 40,6" Est



**7.18 Punto di Misura 18**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,027 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 40' 04,7" Nord

09° 41' 02,8" Est



**7.19 Punto di Misura 19**

Strumento di Misura: vedi § 5.1

Durata Scansione: 6 minuti

Valore RMS: 0,220 V/m

Coordinate geografiche del punto di misura:

45° 39' 45,5" Nord

09° 42' 47,6" Est



## 8 CONCLUSIONI

Le misurazioni effettuate nei punti di misura individuati, corrispondenti alle zone dei principali interventi previsti dal Piano di Sviluppo Aeroportuale con orizzonte temporale al 2030, hanno evidenziato che i valori misurati non superano i limiti di esposizione dovuti ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse in relazione alla salute della popolazione, secondo quanto indicato dal DPCM dell'8 luglio 2003.

Altresì, le misurazioni hanno anche confermato la piena compatibilità dei siti indagati con i valori di riferimento determinati per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro, secondo i requisiti previsti dal D.Lgs n. 81/08 e ss.mm.ii. (Rev. di aprile 2019),.

Le risultanze delle misure, dimostrano la presenza di valori di uno/due ordini di grandezza inferiori ai più restrittivi limiti presi a riferimento per l'esposizione della popolazione (DPCM 8 luglio 2003). Pertanto, si ritiene che in tutte le zone oggetto di misura, i valori di campo elettromagnetico non siano in grado di superare i valori limite di esposizione indicati dal predetto "DPCM anche a quote superiori rispetto a quelle di indagine, potendo considerare gli interventi previsti dal Piano di Sviluppo Aeroportuale totalmente attuabili e compatibili in relazione ai campi elettromagnetici già esistenti e derivanti dagli impianti già in servizio (ivi inclusi i radar).