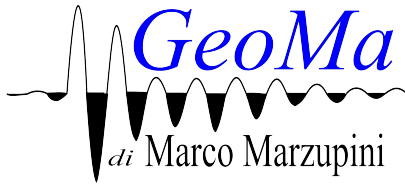


2019



www.Geoma.it

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



GEOMA di Marco Marzupini
Res. Fisc. Via Brancoleta 1/E
52048 Monte S. Savino (AR)
Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
C.F. MRZ MRC 83B01 A390P - P.I. 03318000928

REPORT

H.V.S.R. Microtremore

| | | | | | |
|------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|--------------|-------------------|
| LOCALITÀ: | SESTO FIORENTINO | ID: | 431481240919334H | DATA: | 24/09/2019 |
| COORDINATE SITO | | LAT | 43.824366° | LON | 11.214404° |

PREMESSA

In località *Sesto Fiorentino* in data 24/09/2018 (Illustrazione 1) è stata eseguita un'acquisizione di microtremore HVSR, con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche e lo studio sismo-stratigrafico dei primi 30 m.



Illustrazione 1: Ubicazione dello stendimento (stendimento non in scala)

UBICAZIONE



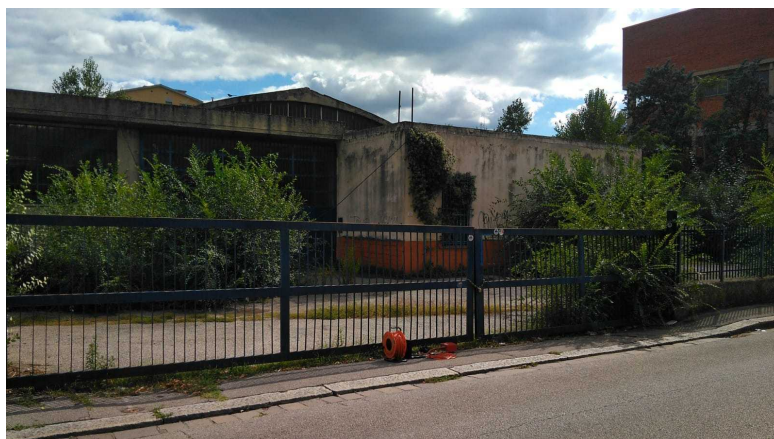
HVSR 01

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE INDAGINI HVSR

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

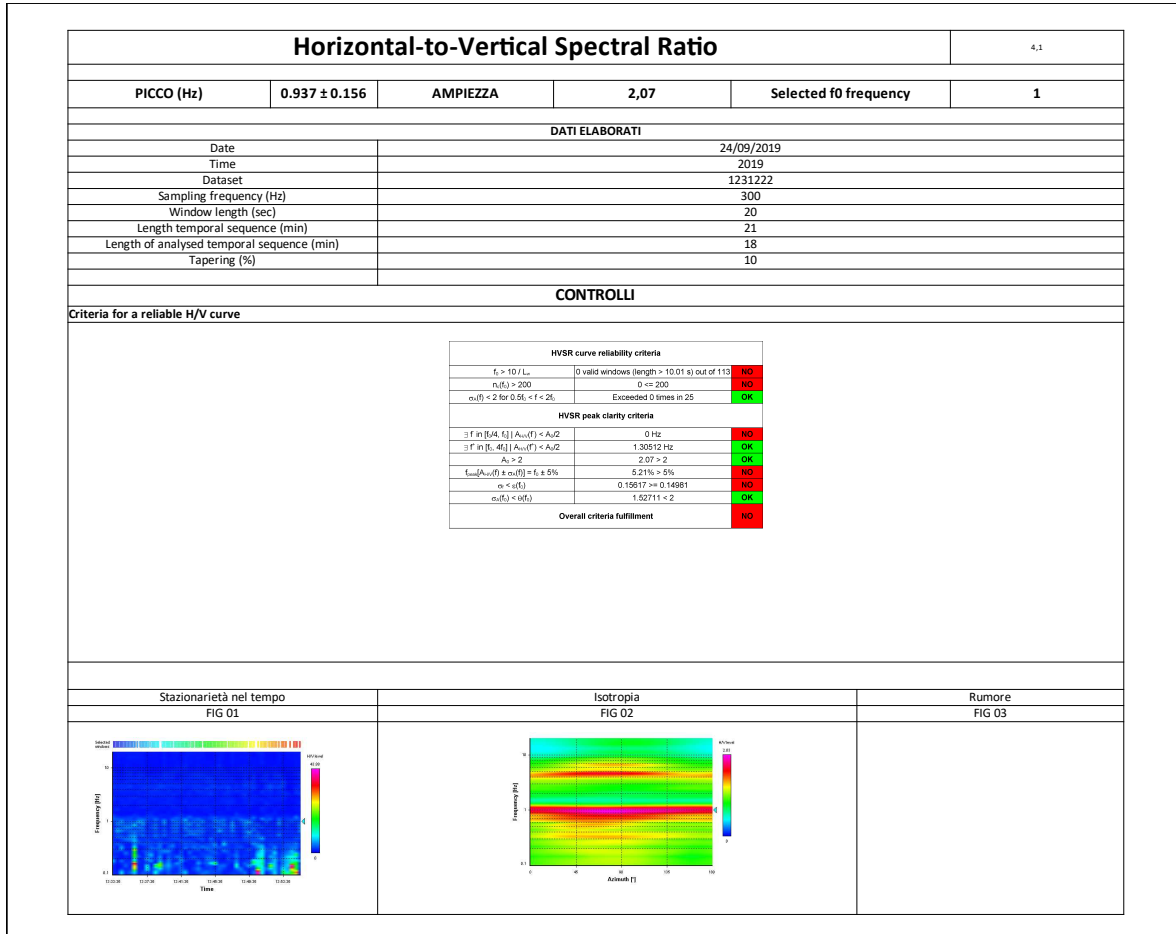
1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 2400 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton
2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della EliaSoft e Geopsy. Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:
 1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
 2. Rimozione manuale di eventuali transienti
 3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamento con ampiezza pari al 10%
 4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
 5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
 6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .



HVSR 01

Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (Albarello-Mucciarelli, 2010):



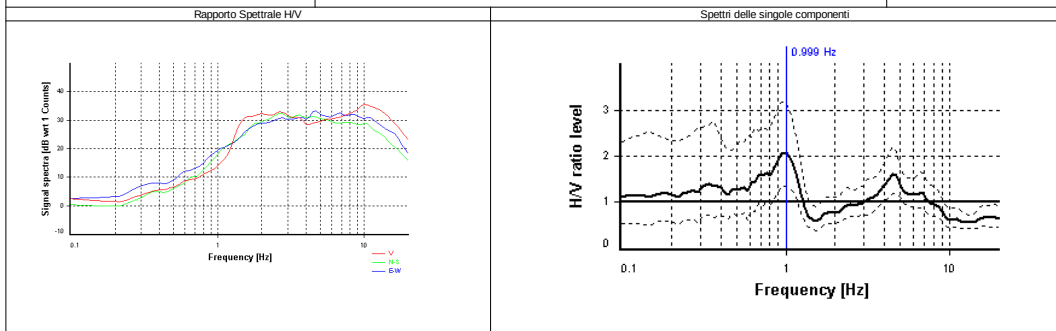
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

CHECK

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti. | OK |
| 2 | Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02) | OK |
| 3 | Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME | OK |
| 4 | Stazionarietà nel tempo (FIG 01) | OK |
| 5 | Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | SI |
| 6 | Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | NO |
| 7 | I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>) | SI |
| 8 | Criteri Sesame | TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK TIPO 2 se meno di 5 su 6 OK |

Per ulteriori informazioni : Microzonazione Sismica e Programma VEL

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------|-------------|
| CATEGORIA | A (Affidabile) | TIPO | TIPO 02 |
| NOTE | Picco evidenti ma profondi | | |
| PICCHI (Hz) | 1 | | 2,07 |



GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc. Via Brancoleto 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

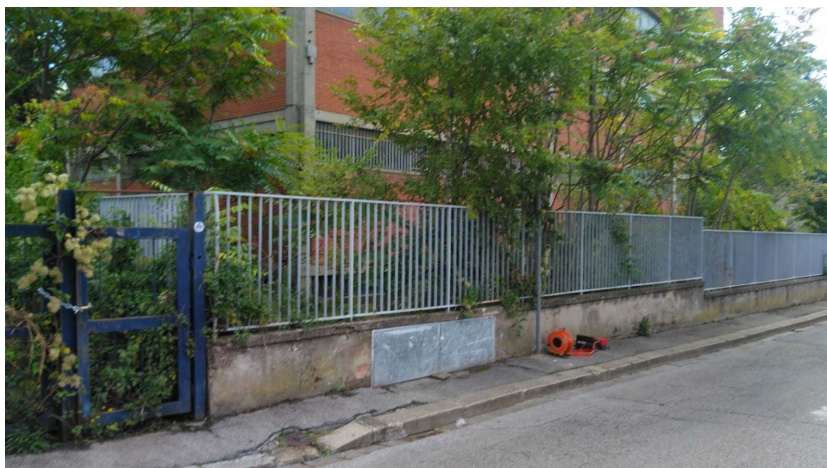
HVSR 02

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE INDAGINI HVSR

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

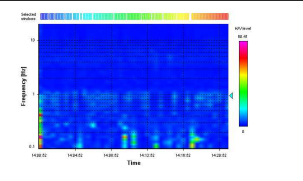
1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 2400 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton
2. .La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della EliaSoft e Geopsy. Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:
 1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
 2. Rimozione manuale di eventuali transienti
 3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamento con ampiezza pari al 10%
 4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
 5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
 6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .



HVSR 02

Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (*Albarello-Mucciarelli, 2010*):

| PICCO (Hz) | 0.885 ± 0.158 | AMPIEZZA | 2,23 | Selected f0 frequency | 0,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------|-----------------------|------|---------------------------------|--|--|------------------|---|----|------------------|----------|----|--|------------------------|----|----------------------------|--|--|--|------|----|---|------------|----|-----------|---------|----|--|-----------|----|----------------------------------|------------------|----|-------------------------------------|-------------|----|-------------------------------------|--|----|
| DATI ELABORATI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Date | 24/09/2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Time | 2019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dataset | 1452 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sampling frequency (Hz) | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Window length (sec) | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Length temporal sequence (min) | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Length of analysed temporal sequence (min) | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tapering (%) | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTROLLI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Criteria for a reliable H/V curve | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">HVSR curve reliability criteria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$f_0 > 10 / L_w$</td> <td>0 valid windows (length > 10.56 s) out of 112</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$n_s(f_0) > 200$</td> <td>0 <= 200</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{11}(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$</td> <td>Exceeded 0 times in 25</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <th colspan="3">HVSR peak clarity criteria</th> </tr> <tr> <td>$\exists f$ in $[f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$</td> <td>0 Hz</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\exists f$ in $[f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$</td> <td>1.23711 Hz</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>$A_0 > 2$</td> <td>2.3 > 2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>$f_{max}\{A_{H/V}(f) \pm \sigma_{11}(f)\} = f_0 \pm 5\%$</td> <td>5.6% > 5%</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{11} < \sigma_{12}(f_0)$</td> <td>0.15818 >= 0.142</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{12}(f_0) < \sigma_{12}(f)$</td> <td>1.59724 < 2</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Overall criteria fulfillment</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | HVSR curve reliability criteria | | | $f_0 > 10 / L_w$ | 0 valid windows (length > 10.56 s) out of 112 | NO | $n_s(f_0) > 200$ | 0 <= 200 | NO | $\sigma_{11}(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ | Exceeded 0 times in 25 | OK | HVSR peak clarity criteria | | | $\exists f$ in $[f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0 Hz | NO | $\exists f$ in $[f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 1.23711 Hz | OK | $A_0 > 2$ | 2.3 > 2 | OK | $f_{max}\{A_{H/V}(f) \pm \sigma_{11}(f)\} = f_0 \pm 5\%$ | 5.6% > 5% | NO | $\sigma_{11} < \sigma_{12}(f_0)$ | 0.15818 >= 0.142 | NO | $\sigma_{12}(f_0) < \sigma_{12}(f)$ | 1.59724 < 2 | OK | Overall criteria fulfillment | | NO |
| HVSR curve reliability criteria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_0 > 10 / L_w$ | 0 valid windows (length > 10.56 s) out of 112 | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $n_s(f_0) > 200$ | 0 <= 200 | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_{11}(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ | Exceeded 0 times in 25 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HVSR peak clarity criteria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\exists f$ in $[f/4, f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 0 Hz | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\exists f$ in $[f, 4f] A_{H/V}(f) < A_0/2$ | 1.23711 Hz | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $A_0 > 2$ | 2.3 > 2 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $f_{max}\{A_{H/V}(f) \pm \sigma_{11}(f)\} = f_0 \pm 5\%$ | 5.6% > 5% | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_{11} < \sigma_{12}(f_0)$ | 0.15818 >= 0.142 | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $\sigma_{12}(f_0) < \sigma_{12}(f)$ | 1.59724 < 2 | OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Overall criteria fulfillment | | NO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stazionarietà nel tempo FIG 01 | | Isotropia FIG 02 | | Rumore FIG 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc. Via Brancaleta 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 88801 A390P - P.I. 03318000928

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

CHECK

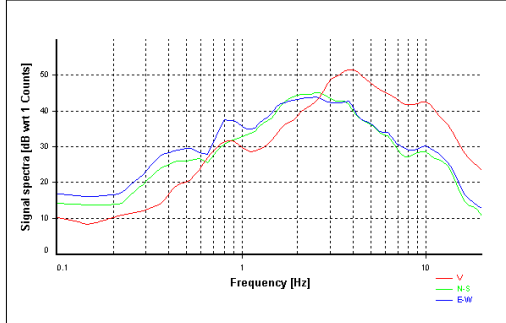
| | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti. | | OK |
| 2 | Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02) | | OK |
| 3 | Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME | | OK |
| 4 | Stazionarietà nel tempo (FIG 01) | | OK |
| 5 | Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | | SI |
| 6 | Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03) | | NO |
| 7 | I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>) | | SI |
| 8 | Criteri Sesame | ok | TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK TIPO 2 se meno di 5 su 6 OK |

Per ulteriori informazioni : Microzonazione Sismica e Programma VEL

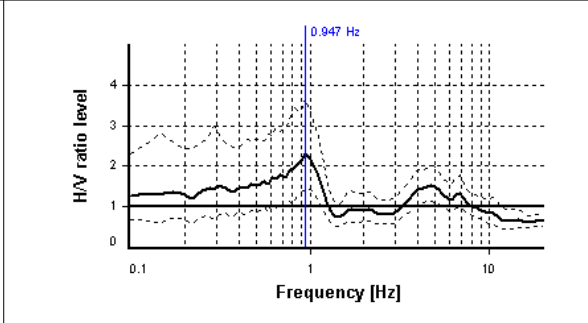
| | | | |
|------------------|-----------------|-------------|---------|
| CATEGORIA | A (Affidabile) | TIPO | TIPO 02 |
|------------------|-----------------|-------------|---------|

| | | | |
|--------------------|----------------------------|--|-------------|
| NOTE | Picco evidenti ma profondi | | |
| PICCHI (Hz) | 0,95 | | 2,23 |

Rapporto Spettrale HV



Spettri delle singole componenti



GEOMA di Dott. Marco Marzupini

SAPR (droni) e Prove non distruttive

Cell: 328-7255608

Fax: 0575846070

Sito: www.geoma.it

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email: marzupini@geoma.it

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

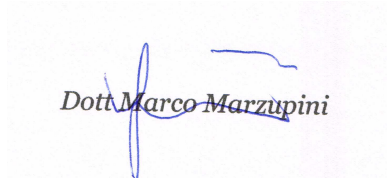
Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA: 03318000928

REA: AR-168868

COD. DEST. UNI. KRRH6B9



Dott. Marco Marzupini

| | |
|--|------------------|
| | |
| | 431481240919334H |