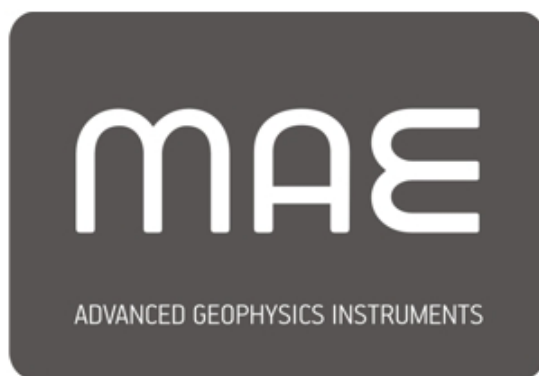




VMR624R

Acquisitore sismico stand-alone 6 canali 24 bit

E.W.S. EARLY WARNING SYSTEM



Sommario

1. INFORMAZIONI GENERALI	3
2. SPECIFICHE TECNICHE	4
3. MODALITA' di FUNZIONAMENTO	6
4. TRATTAMENTO ed ANALISI DEI DATI	10

1. INFORMAZIONI GENERALI

Il monitoraggio delle vibrazioni occupa attualmente un ruolo fondamentale nel campo delle indagini non distruttive, assumendo sempre una crescente importanza sia per le molteplici tipologie strutturali bisognose di verifica, sia per il moltiplicarsi delle sorgenti di vibrazioni che interessano le aree metropolitane.

Lo strumento consente il monitoraggio continuativo generati da sorgenti esterne alle strutture, come il traffico stradale o ferroviario, le attività di costruzione o demolizione, il funzionamento di macchine impulsive o da sorgenti interne come il movimento di persone, movimento di mezzi, vibrazioni dei macchinari ecc.

In generale il VMR624 (*Vibration Motion Recorder*) è impiegato per il monitoraggio dinamico valutando le vibrazioni che subiscono le strutture siano esse industriali, civili o opere di interesse storico.

La scheda di acquisizione dell'unità di acquisizione è con risoluzione di 24 *bit* ed ha un campionatore dedicato per i 6 canali d'ingresso. Il VMR624 è gestibile sia in locale attraverso PC o *tablet*, sia da remoto con un normale *web browser* in cui risulta indispensabile un collegamento internet, non comportando alcuna installazione su computer di utilizzo; i dati che vengono acquisiti possono essere archiviati sulla memoria interna del *datalogger* (tipo SD) o, una volta consultati in *real time* sulla propria aria dedicata ([http://www.maeservice.it/..](http://www.maeservice.it/)) l'utente può procedere al *download* del file per le successive fasi di analisi.

Più nel dettaglio lo strumento è dotato di una scheda di acquisizione con risoluzione 24bite un campionatore dedicato per ogni canale d'ingresso così da poter utilizzare i 6 canali disponibili con diversi sensori siano essi accelerometri o velocimetri.

Attraverso i limiti di vibrazione ammissibili stabiliti dalle normative vigenti (UNI9916 del 2014), il VMR624 consente di impostare soglie vibrazionali al superamento delle quali scattano allarmi configurabili in invio sms, email o attivando ad esempio segnalatori acustici (sirene), indicatori visivi attivando i relè presenti.

L'analisi vibrazionale può essere condotta anche in maniera indipendente da limiti/soglie imposte dalla normativa in maniera tale da poter eseguire le misure in maniera indipendente e personale.

L'architettura flessibile del data logger consente il funzionamento sia *stand-alone* sia di realizzare una rete di monitoraggio collegando diverse unità aumentando in tal modo i canali disponibili.

Il VMR624 può essere alimentato attraverso la normale rete elettrica o, quando deve essere installato in zone aperte non urbanizzate e difficilmente accessibili, è adibito a sistemi autonomi quali ad esempio "impianti fotovoltaici ad isola" tali da garantirne la funzionalità in tutte le ore del giorno; i consumi energetici, sono commisurati in maniera diretta all'utilizzo ed alla tipologia di sensore che si utilizza nonché alla modalità di trasferimento dei dati.

Per i dettagli circa i livelli di assorbimento, le modalità di alimentazione e dei diversi servizi a disposizione, si rimanda alla manualistica dello strumento.

Principali applicazioni

- Monitoraggio dinamico di strutture: Ponti, dighe, strutture metalliche, costruzioni storiche, cantieri
- Sicurezza di edifici
- Sicurezza di ponti e viadotti

Punti di forza

- Basso consumo energetico
- Alta precisione nella misura
- Analisi statistiche avanzate
- Analisi in *real time*
- Interfaccia di comunicazione e di gestione tramite web



2. SPECIFICHE TECNICHE

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche dello strumento.

CARATTERISTICHE SPECIFICHE IN ACQUISIZIONE

Risoluzione campione	ADC Delta-Sigma @24 bit (Fc max 50000 Hz)
Numero di canali	n.°6 differenziali
Uscite	n.°2 Relè NC/NA max 12V , 500 mA
Ingressi	n.°2 Digitali
Auto calibrazione	Convertitori , PGA
Banda passante	0-25000Hz / selezionabile Low Pass Filter max.2000Hz 10,15,25,35,50,70,100,150,200,250,500,1000,2000
Distorsione massima	0.0005%
Range dinamico	128dB
Common mode rejection	110 dB a 60 Hz
Diافonia	-128dB a 20 Hz
Frequenza di campionamento	Selezionabile da software: 129 Hz,263Hz,531 Hz, 1053 Hz, 2193 Hz campioni per secondo
Soglia di rumore dell'amplificatore	1µV
Filtro anti alias	-3dB, 94% della frequenza di Nyquist, -80dB
Filtri di acquisizione e visualizzazione	Filtro Low pass di butterworth
Range massimo segnale in ingresso	+/-1.25V
Impedenza di ingresso	39KOhm
Guadagno indipendente singolo canale (db)	-14,0,20,26,30,32,36,38,42,44

CARATTERISTICHE GENERALI

Sistema di alimentazione	Pacco Batterie Li-Ion 3,7V ricaricabile 7800mAh/ (n.°3 tipo 18650)
Assorbimento medio in acquisizione	1,1° @ 5V
Autonomia batteria interna	Circa 8 ore
Archiviazione dati tramite	SD, formato microSD, max 16 Gb
Peso e dimensioni	0.5 kg – 7.9 x 15.1 x 11.9 cm
Grado di protezione	IP67 box contenitore in alluminio
Formato registrazione dati	.dat
Gestione e configurazione	tramite rete LAN o Wi fi
Trigger basato su coincidenza dei canali e tempo pretrigger impostabile da software fino a 6255 campioni	
Modulo GPS integrato per sincronizzazione orario utc e posizionamento acquirente	
Durata registrazione evento impostabile da software	

3. MODALITA' di FUNZIONAMENTO

L'analisi e le misure dei segnali cosiddetti "veloci" ricadono nell'ambito del MONITORAGGIO DINAMICO che, in linea generale, si eseguono principalmente con sensori accelerometrici o velocimetrici tricomponenti. Attraverso le analisi dinamiche è possibile valutare la risposta della struttura alle vibrazioni: le eccitazioni ambientali dinamiche (azione del vento, traffico, sismi, ...) sono di tipo passivo, mentre le vibrazioni forzate costituiscono un'eccitazione inerziale indotta.

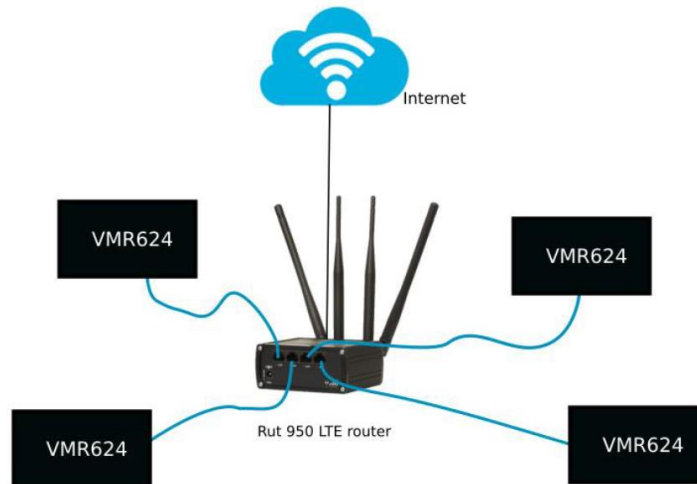
Le storie delle accelerazioni vengono conservate in memoria sotto forma digitale e le analisi consentono di fornire istantaneamente i risultati che si desiderano e confrontarli con valori di riferimento come ad esempio quelli dettati dalle attuali normative vigenti in materia.

In fase di installazione è vivamente consigliato, specie se non si deve operare in ambienti interni, custoditi e che garantiscono una buona protezione dello strumento, servirsi di un armadietto contenitore con grado di protezione IP tale da assicurare l'isolamento dall'ambiente esterno dell'unità centrale di acquisizione specie per le connessioni presenti sui pannelli anteriore e posteriore della strumentazione. Per le specifiche di installazione del VMR624 nel Box contenitore, il cablaggio dell'intero sistema e della funzionalità, si rimanda al manuale d'uso dell'accessorio (codice MAE MA314216IP); in questa relazione tecnica si vuole sottolineare che l'ancoraggio dello stesso può subire delle modifiche dettate dalle necessità logistiche che possono venirsi a trovare nei vari contesti in cui si intende operare. La M.A.E. s.r.l. è in grado di gestire l'installazione nelle diverse situazioni che possono essere prese in considerazione, utilizzando adeguati supporti metallici appositamente studiati per meglio adattarsi alle specifiche superfici dove il box andrà posizionato. L'installazione è a prova di errori grazie all'adozione di riscontri fissi che impediscono qualsiasi assemblaggio non conforme, ma nel contempo estremamente agevole e tale da consentire la personalizzazione alle specifiche esigenze.

Il software per la gestione locale (interfaccia *ethernet* integrata) e remota (*Web browser*) del VMR624 gestisce i parametri di funzionamento quali l'impostazione del monitoraggio e del relativo ciclo di inizio e fine della registrazione, gestione e trattamento dei dati, le opzioni di download e, funzione essenziale nelle attività di monitoraggio, la gestione degli allarmi sia localmente con attivazione di sirene, lampeggianti o attraverso notifiche SMS o email qualora si superano i valori delle soglie preimpostate.

Lo strumento è rispondente ai criteri di misura dettati dalla norma UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e della norma, la DIN 4150; queste forniscono una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratori, allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

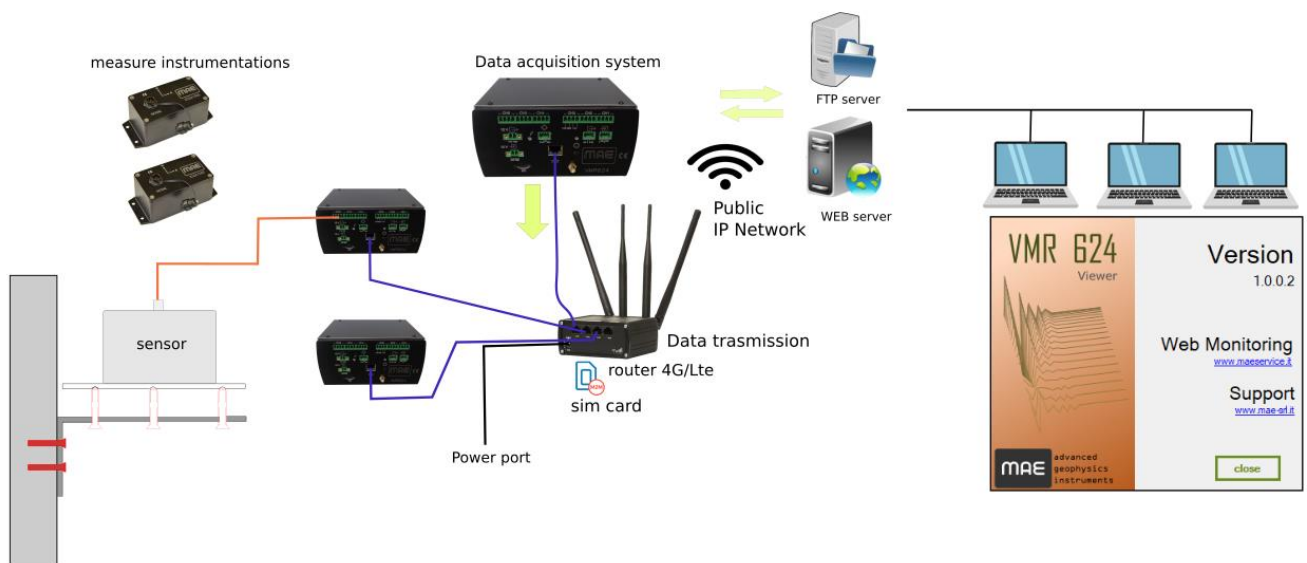
La valutazione delle vibrazioni può essere condotta utilizzando lo standard della norma UNI 9916 o, in maniera indipendente, effettuare un monitoraggio del tutto personale configurando l'unità a piacimento. Il VMR624 si è progettato in soluzione scalabile consentendo in tal modo di poter realizzare una vera e propria rete di monitoraggio sismico e/o vibrazionale "agganciando" più unità tra loro per aumentare il numero di canali disponibili ed avere una maggiore copertura spaziale.



Il "Router" diviene indispensabile per i servizi che vengono offerti in primis per l'invio dei messaggi di allarme tramite SMS sul cellulare e poi per tutte le altre funzionalità previste che vanno dalla diagnostica al controllo remoto dei parametri di configurazione dello strumento nonché per l'invio dei dati.

I moduli per comunicazione dati "GPRS o Ethernet opzionale" consentono la visualizzazione dei dati in tempo reale su qualunque dispositivo connesso ad internet mediante accesso alla pagina dedicata messa a disposizione dalla M.A.E. S.r.l. sui propri server.

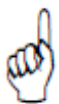
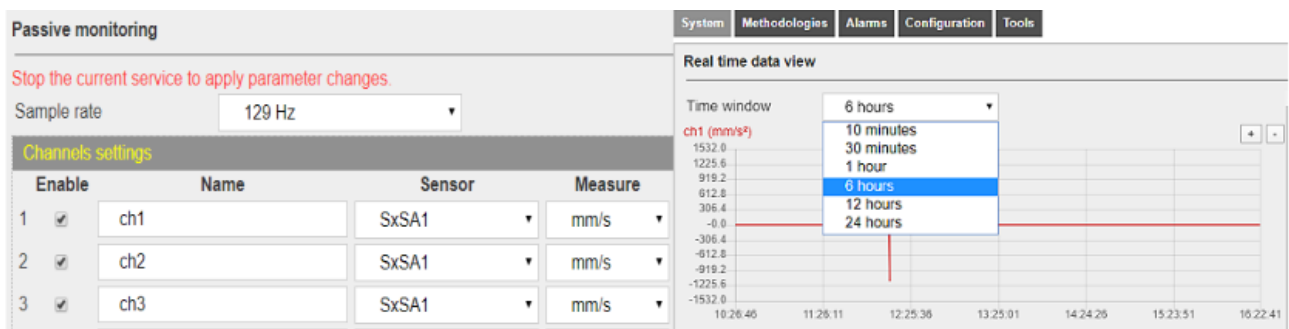
Early Warning Systems



Per quanto riguarda il monitoraggio “passivo” e quindi libero da riferimenti normativi, l’utente procede a selezionare la frequenza di campionamento, configurare la tipologia di sensore che si dispone e l’unità di misura per la visualizzazione delle tracce (nello specifico millivolt, accelerazione o velocità).

A questo punto si abilitano i canali specifici settandone la tipologia di sensore e la rappresentazione grafica con la quale, avviata la registrazione, possono essere visualizzati i segnali attraverso la sezione “*Real time view*”. Per ogni canale di ingresso l’evento atteso si avvia al verificarsi di determinate condizioni abilitando le soglie rispettive; i dati acquisiti dal momento in cui si verificano le condizioni preimpostate (soglie sui diversi canali) saranno scritti sulla memoria SD inserita nell’apposita porta ma sono in ogni caso resi disponibili e scaricati da remoto.

Di seguito, in maniera illustrativa, si riportano alcune finestre tipo, dei principali passaggi per configurare l’unità di acquisizione; la forma dei segnali vibrazionali che vengono registrati sui diversi canali è condizionata in maniera diretta dalle diverse “*time window*” disponibili



Events		
	Enable	Threshold
1	☒	20.00
2	☒	20.00

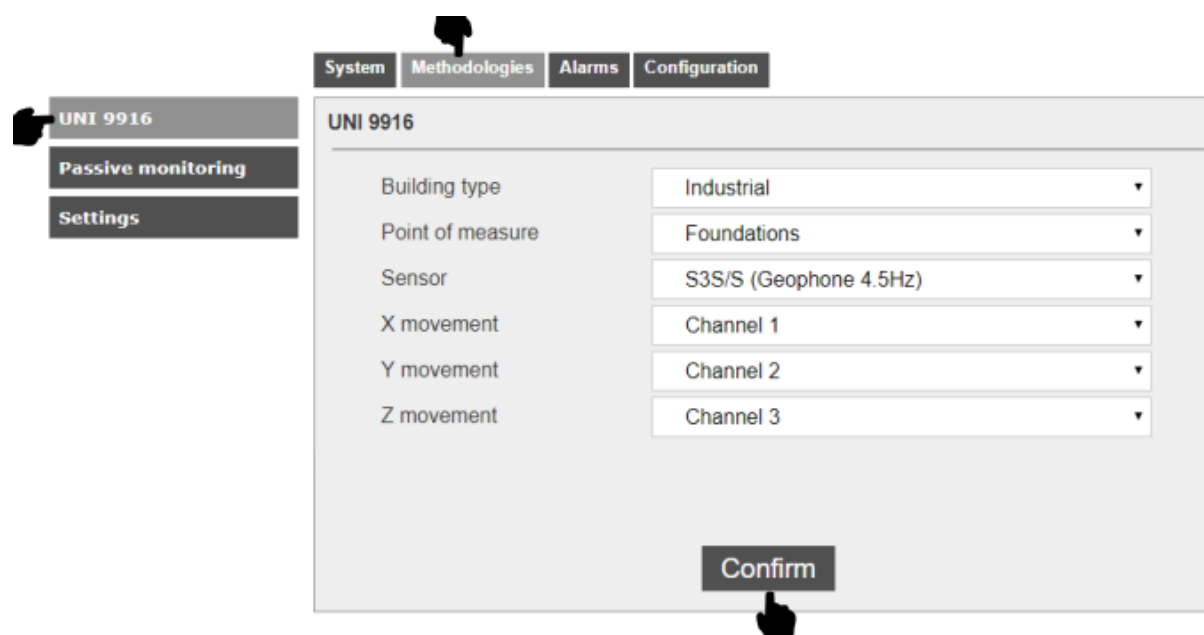
I valori di soglia che si impostano possono essere selezionati dal menu a tendina che si apre sui diversi canali e devono essere espressi in relazione all’unità di misura corrispondente al canale specifico; si sottolinea quindi che un non

corretto settaggio dei valori può tradursi in acquisizione di eventi del tutto sbagliati. In tal senso anche valori troppo bassi o ad esempio 0, possono far registrare in maniera incondizionata gli eventi e quindi gli allarmi.

Una corretta valutazione dei parametri da impostare per i livelli di soglia, è definibile effettuando una registrazione preliminare dei rumori di fondo che sono presenti in prossimità dei sensori; a tal proposito si consiglia in via preliminare, prima di iniziare il monitoraggio ad evento, di eseguire delle misure di prova registrando la misura in *streaming* cosicché si possono valutare meglio i valori di soglia da inserire.

Qualora si vuole predisporre la registrazione in linea a quanto specificato dalla normativa UNI9916, il settaggio dello strumento è reso facile ed intuitivo attraverso le diverse voci presenti nella finestra dedicata di seguito riportata. Le diverse tipologie di costruzione possono essere selezionate dal menù a tendina e sono nell'ordine: Industriali, edifici residenziali o costruzioni simili e strutture sensibili.

Gli assi di riferimento del moto vibratorio sono definiti secondo le tre direzioni principali che corrispondono rispettivamente alla componente Nord Sud (X), Est-Ovest (Y) e verticale (Z). I punti di misura sono nello specifico: piano fondale, ultimo solaio o mezzera solaio. In merito a questi aspetti si raccomanda uno studio attento delle normative e articoli a riguardo come la norma DIN4150-3,1999-02.



System Methodologies Alarms Configuration

UNI 9916

Passive monitoring

Settings

UNI 9916

Building type Industrial

Point of measure Foundations

Sensor S3S/S (Geophone 4.5Hz)

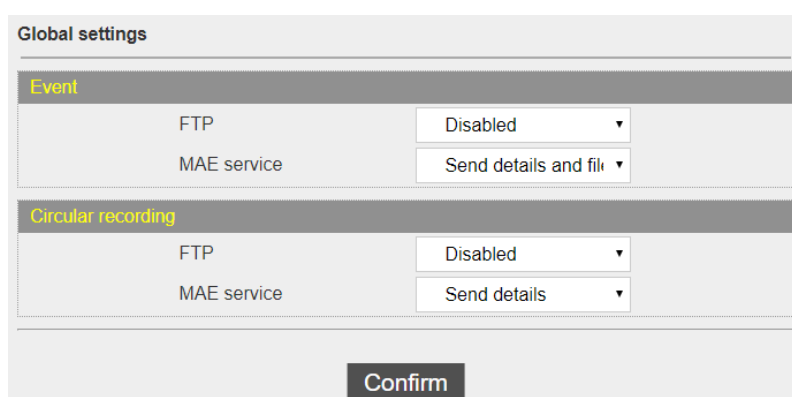
X movement Channel 1

Y movement Channel 2

Z movement Channel 3

Confirm

Nella voce "Settings" sono presenti diversi servizi disponibili con i quali può avvenire la trasmissione dei dati che possono essere flaggati a piacimento.



Global settings

Event

FTP Disabled

MAE service Send details and file

Circular recording

FTP Disabled

MAE service Send details

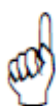
Confirm

4. TRATTAMENTO ed ANALISI DEI DATI

In generale per misurare una vibrazione si può scegliere di misurare lo spostamento o le sue derivate prima e seconda (velocità e accelerazione).

Il trattamento dei dati dipendono fortemente dalla tipologia di sensore che viene utilizzato; in tal senso si vuole sottolineare che lo strumento può essere adibito sia all'uso di accelerometri che all'uso di velocimetri siano essi a lungo o corto periodo a diverse caratteristiche.

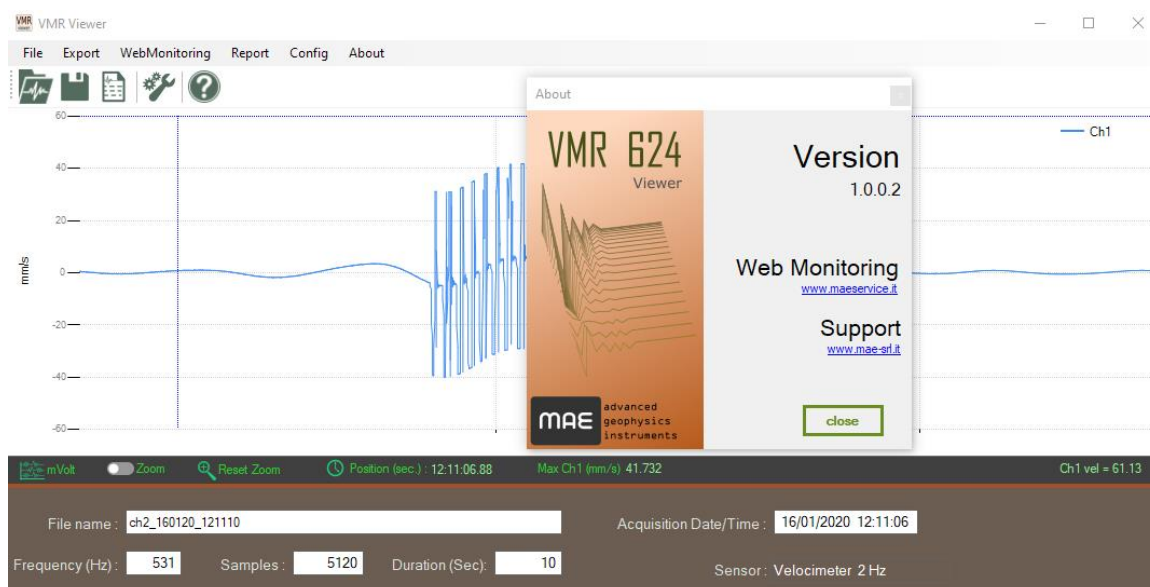
Utilizzando accelerometri, l'utente una volta selezionata la giusta tipologia, in base alle caratteristiche intrinseche del trasduttore ($1V/g$ o $100mV/g$), lo strumento provvede in maniera automatica a convertire tali valori in velocità espressa in mm/s così da poter rispettare i limiti di soglia dettati dalla normativa.



Il software di acquisizione, per la conversione dei dati da accelerazione a velocità, si basa sull'integrazione dei segnali così come suggerito dalla norma UNI9916 par.7.2. In tal senso il VMR624 effettua un filtraggio preventivo dei dati applicando nello specifico un filtro passa alto del II ordine per eliminare le componenti spurie del segnale. Si sottolinea quindi che il VMR624 applica metodo di integrazione trapezoidale sulla storia temporale del moto vibratorio.

Per convertire i dati da millivolt (valore letto in mV dell'acquisitore) in velocità, ci si basa sulla sensibilità del sensore che esprime il rapporto tra velocità della vibrazione e la tensione prodotta dallo stesso espressa in $V/m/s$; questa conversione viene applicata sui segnali a seguito della loro equalizzazione che prevede l'utilizzo della FFT.

I file dati che vengono scaricati e salvati sono di estensione .dat e possono essere aperti attraverso il software *SismaReader* sviluppato dalla società MAE s.r.l. che permette la conversione dello stesso in formato .Seg2; ulteriore applicativo per la gestione e reportistica delle analisi vibrazionali è il VMRViewer che agevola le operazioni di analisi e di visualizzazione dei segnali vibrazionali sui diversi canali.



Il flusso dei dati che vengono registrati dalla o dalle diverse unità di acquisizione, possono essere visualizzate accedendo alla pagina <http://www.maeservice.it/#>.

Una volta selezionato il codice del VMR624 dall'elenco dei diversi datalogger disponibili, si ha la possibilità di consultare i grafici giornalieri delle tracce e la lista degli eventi scattati quando si è avuto il superamento della soglia impostata sul canale specifico oltre alla diagnostica dello strumento

⚡ Lista Eventi

📅 Lista Giornalieri

📄 Download file DAT

📊 Grafico Giornaliero

Per ogni evento "triggerato" vengono riportati i parametri principali così da agevolare le operazioni di analisi delle tracce sismiche sui canali attivi.

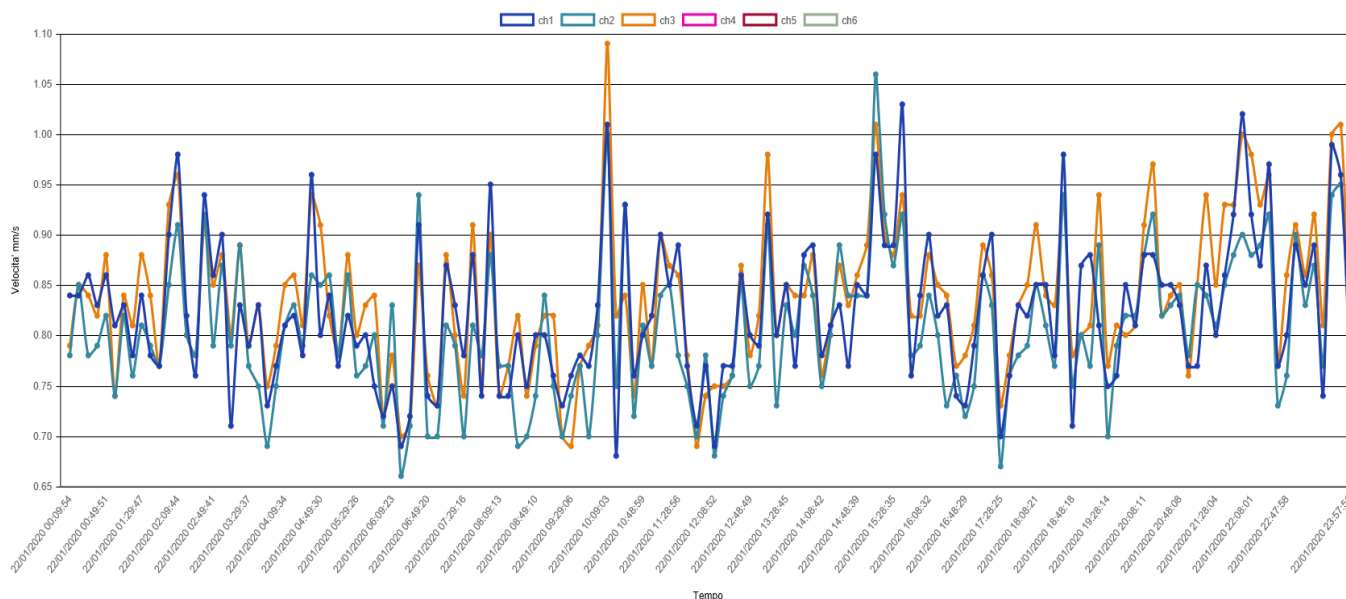
Evento registrato

Diagnostica

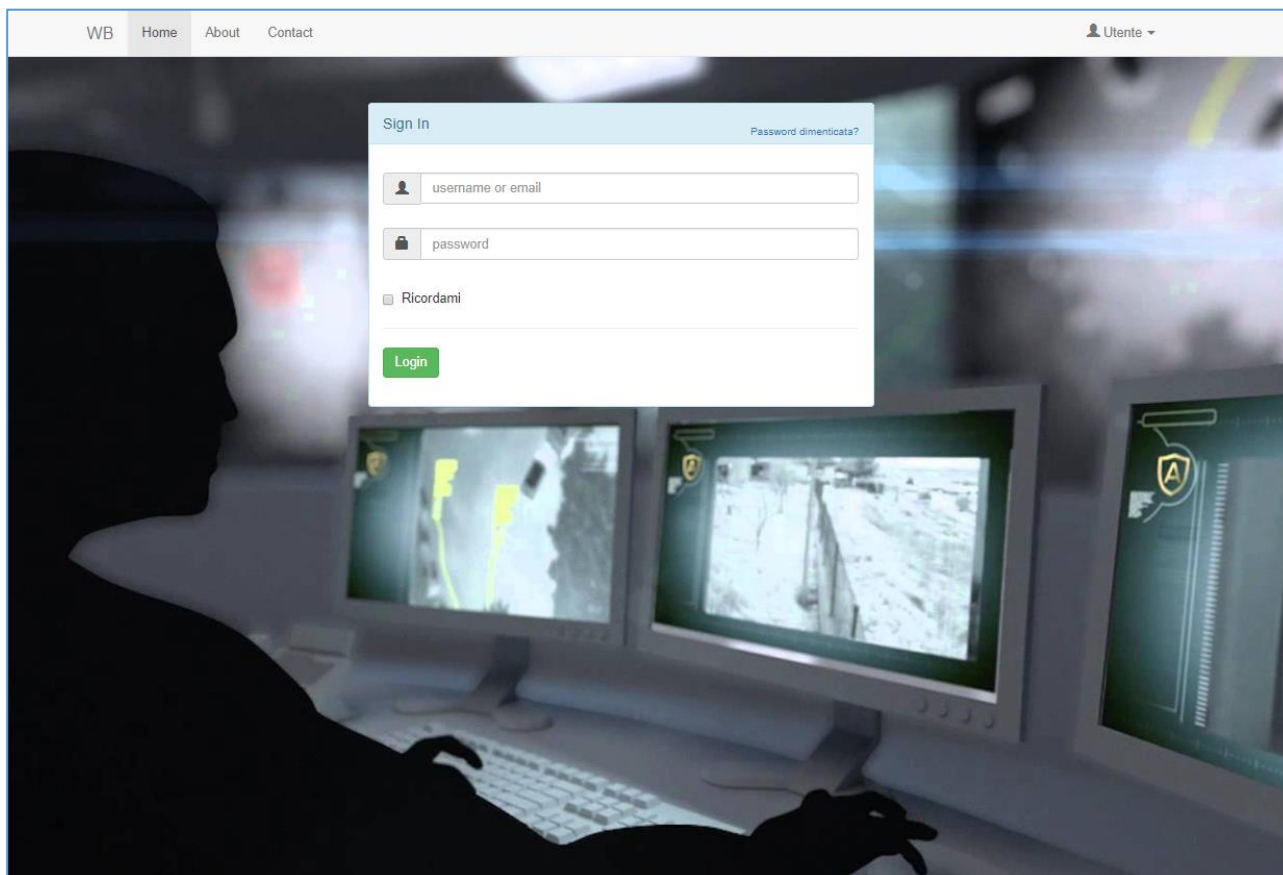
- 📅 Ultima connessione :
- ⚡ Carica Batteria :
- ⚡ Voltaggio AUX :
- 📶 Segnale :
- 📄 Memoria :

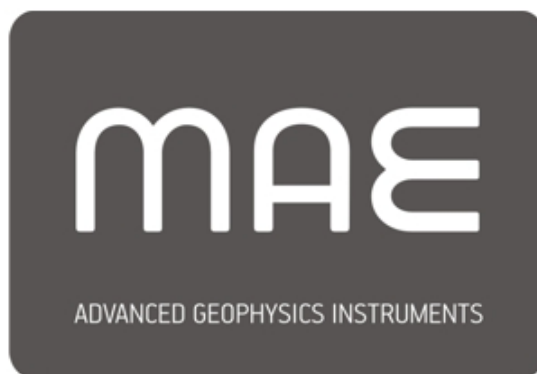
File :	ch1_200120_085234.dat	
Data e Ora :	20/01/2020 08:52:34	
Canale :	ch1	
Valore di PICCO :	52.06	mm/s2
Valore di SOGLIA :	20.00	mm/s2
Frequenza :	2.02	Hz
Canale	Picco mm/s2	Frequenza Hz
ch1	52.06	2.02
ch2	0.12	1.01
ch3	0.16	1.01

I grafici giornalieri così come gli eventi possono essere scaricati attraverso la piattaforma web ma in ogni caso vengono salvati sulla memoria locale dello strumento; più in dettaglio le tracce dei "drum" giornalieri che di seguito si presenta, restituisce l'andamento delle vibrazioni plottando il valore massimo di velocità che si è registrato, in finestre temporali di 10 minuti sui diversi canali ognuno con un proprio colore identificativo.



Si riporta di seguito la “home page” che permette di “loggare” l’utente ed entrare nella propria area di lavoro per il controllo continuo delle attività di monitoraggio.





VMR624R

24 bit 6 channels stand-alone seismic acquisition system

E.W.S. EARLY WARNING SYSTEM



SUMMARY

1. GENERAL INFORMATION	15
2. TECHNICAL SPECIFICATIONS	17
3. OPERATING MODE	18
4. DATA PROCESSING AND ANALYSIS	22

1. GENERAL INFORMATION

Vibration monitoring currently occupies a fundamental role in the field of non-destructive investigations, gradually increasing its importance both for the many structural typologies in need of verification, as well as for the multiplication of vibration sources affecting metropolitan areas.

The instrument allows to perform continuous monitoring generated by sources that are external to the structures, such as roads, rail traffic, construction or demolition site, to name some examples. In addition, it enables to monitor operations made by impulsive machines or from internal sources, such as movements of people, movements of vehicles and machine vibrations, to name only some.

Overall the VMR624 (Vibration Motion Recorder System) is used for dynamic monitoring and it evaluates the vibrations that structures undergo, be either industrial, civil or works of historical interest.

The acquisition card of the acquisition unit is made with a 24-bit resolution and it has a dedicated sampler for the 6 input channels. The VMR624 can be managed both locally, via PC/tablet, or remotely, using a normal web browser, which though requires an Internet connection although it does not involve any software installation. The data acquired can be stored on the internal memory of the data logger (SD type) or, once consulted in real time, on its own dedicated online section (<http://www.maeservice.it/> ...). The user can eventually proceed with the file download to be used for the subsequent analysis phases.

The instrument is equipped with a 24-bit resolution acquisition card and a dedicated sampler for each input channel, so that the 6 channels available with different sensors can be used, whether they are accelerometers or velocimeters. Through the admissible vibration limits set by the current regulations (the UNI9916 set in 2014), the VMR624 allows to set vibrational thresholds that trigger configurable alarms and which enable to send notifications through sms, emails or by activating, for example, acoustic (sirens) and visual indicators that activate the available relays.

The vibrational analysis can also be conducted independently from the limits / thresholds imposed by the legislation, so as to be able to perform independent and custom measurements.

The flexible architecture of the data logger allows stand-alone operations and, in addition, the creation of a monitoring network through the connection of different units, thereby increasing the available channels.

The VMR624 can be powered through a normal electrical network or, when it must be installed in open areas that are not urbanized and difficult to access, through an independent power supply system. An example is the "island photovoltaic system," which allows to guarantee its functionality at every hour of the day, while its energy consumption is directly measured in accordance to the use and the type of sensor utilized, as well as the type of data transfer mode adopted.

For details about the absorption levels, the power supply modes and the different services available, users should refer to the instrument manuals.

Main applications:

- Dynamic structural monitoring: Bridges, dooms, metallic structures, historical buildings, building sites.
- Buildings safety
- Bridges and viaducts safety

Strenghts:

- Low energy consumption
- High precision measurements
- Advanced statistical analysis
- Real time analysis
- Management and communication interface
- Web Monitoring



2. TECHNICAL SPECIFICATIONS

The instrument technical characteristics are detailed below.

Acquisition

Sample resolution	ADC Delta-Sigma @24 bit (Fc max 50000 Hz)
Number of channels	6
Passing band	0-25000Hz / selectable Low Pass Filter max.2000Hz 10,15,25,35,50,70,100,150,200,250,500,1000,2000
Maximum distortion	0.0005%
Dynamic range	128dB
Common mode rejection	From 110 dB to 60 Hz
Crosstalk	From -128dB to 20 Hz
Sampling frequency	Customizable: 68,129,263,531,1053,2193,4386,8772,10526, 13158,17543,26315,52630Hz
Amplifier noise threshold	1 μ V
Anti-alias filter	-3dB, 80% of Nyquist frequency, -80dB
Acquisition and visualization filter	Butterworth filter
Input signal maximum range	+/-1.25V
Input impedance	39KOhm
Single and independent channel gain (db)	-13, 0, 20, 26, 30, 32, 36, 38, 42, 44
Auto-calibration	converters, PGA

General characteristics

Power supply system	Internal battery, n.°3 tipo Li-Ion 3,7V -13Ah rechargeable
Consumption 1,1A @ 5V	Internal battery autonomy of approx. 7 hours
Data archiving	SD, microSD format, max 16 Gb
Weight and dimensions	0.5 kg – 14,5 x 22 x 10 cm
Data format .dat convertible in .Seg2 with ad-hoc management software	
Management and configuration	Through LAN network or Wi-fi
Exits: n.°2 relè NC/NA, max 23V – 0,1° (3° of peak) with n.°2 digital entrances	
Trigger based on the channels connection and pre-trigger time settable by the software	
Integrated GPS module to synchronize UTC time and acquisition placements	
Event length duration settable by the software	

3. OPERATING MODE

The analysis and measurements of the so-called "fast" signals fall within the scope of DYNAMIC MONITORING which, in general, is mainly performed with accelerometric or three-component velocimetric sensors. Through dynamic analyses it is possible to evaluate the structure's response of the vibrations: the dynamic environmental excitations (e.g. *wind, traffic, earthquakes*, etc.) are passive ones, while forced vibrations constitute an induced inertial excitation.

The acceleration stories are stored in the memory in a digital format, and the analyses allow to instantly provide the results users want enabling, at the same time, to compare them with other reference values such as those dictated by existing regulations.

During the installation, it is highly recommended, especially if users do not have to work indoors, to use a container cabinet with an IP protection degree. This ensures isolation from the external environment, especially to protect the central acquisition unit and the instrument connections placed on the front and rear panels. With regards to the VMR624 specifications related to the installation in the container box, as well as for the wiring of the entire system and its functionality, operators should refer to the accessories' user manual (MAE code: MA314216IP). In this technical report it is emphasized that the anchorage of the instrument can undergo changes, depending on the logistical needs required by the various operational contexts. M.A.E. srl is able to manage the installation in the various scenarios that can be taken into consideration, using suitable metal supports which are especially designed to adapt to specific surfaces, as much as possible, where the box could be positioned. The installation is error-proof thanks to the adoption of fixed strikers that prevent any non-compliant assembly, but at the same time, it is extremely easy and, as such, they to allow customizations to multiple and specific needs. The software used for the local (integrated ethernet interface) and remote (web browser) VMR624 uses different operating parameters. Some include the monitoring setting, the recording cycle start/end, the data management, the data treatment, the download options.

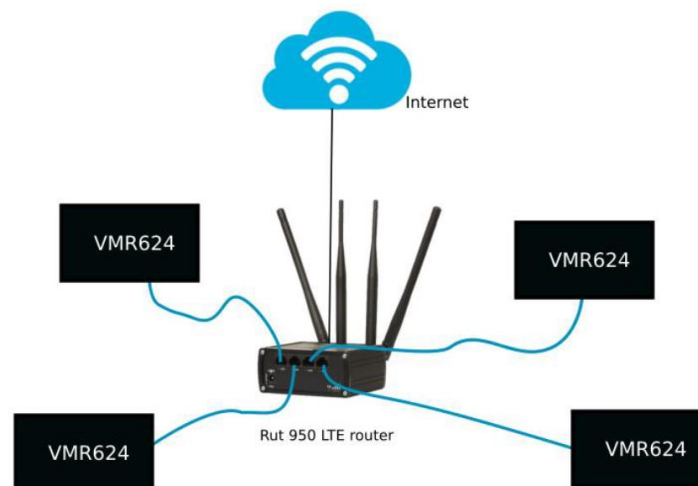
Other include essential functions related to monitoring activities, like the management of alarms, set either locally with the activation of sirens, flashing lights, or through SMS/ email notifications, once the preset threshold values are exceeded.

The instrument complies with the measurement criteria highlighted by the UNI 9916 standards on "*measurement criteria and evaluation of the effects of vibrations on buildings*". Fully in agreement with the technical contents of ISO 4866 and DIN 4150 standards, these provide a guide in order to choose the

appropriate measurement methods, adequate data processing, and further evaluation of the vibratory phenomena. In addition, this allows the evaluation of the vibrations effects on buildings with reference to their structural response and architectural integrity.

The evaluation of the vibrations can be carried out using the UNI 9916 standards or, independently, to perform a completely custom monitoring by configuring the unit at will.

The VMR624 has been designed as a scalable solution, thus allowing to create a real seismic and/or vibrational monitoring network by "hooking" multiple units together. This allows to increase the number of channels available so as to have greater spatial coverage.

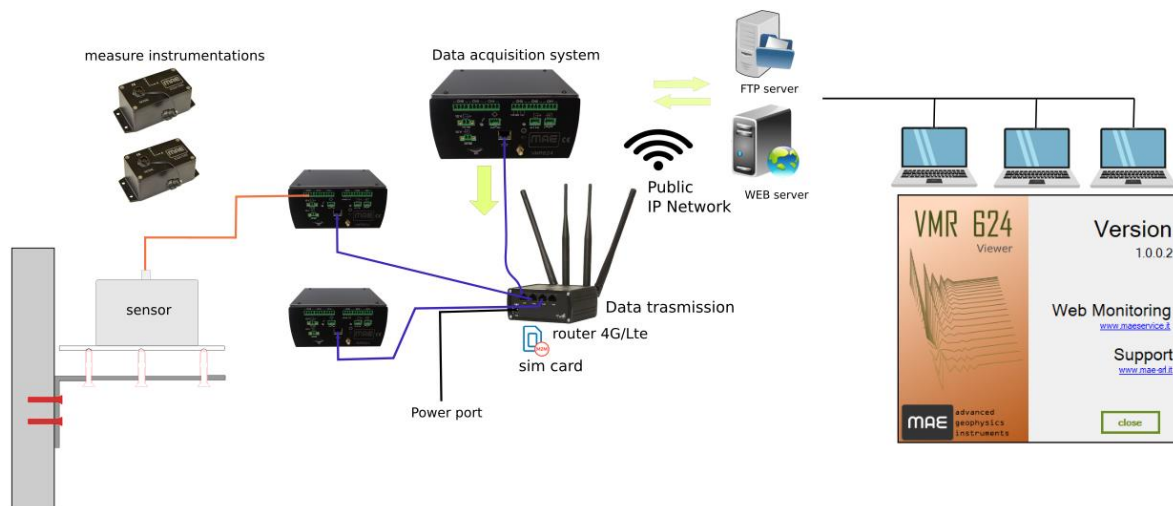


The router is essential for all the services offered, especially for sending alarm messages via SMS to mobile phones, but also for all the other complementary functions, which include the diagnostics, the remote control of the instrument configuration parameters, and finally for the data sending.

The modules related to the "*GPRS or Ethernet optional*" data communication allow the display of data in real time on any device which is connected to the internet. These, eventually, are accessible from a dedicated page made stored on M.A.E. Srl servers.

With passive monitoring, which is free from regulatory references, users can select the sampling frequency and configure the type of sensor available, as well as choosing the measurement unit to be used to display the traces (i.e. milliVolt, acceleration or speed).

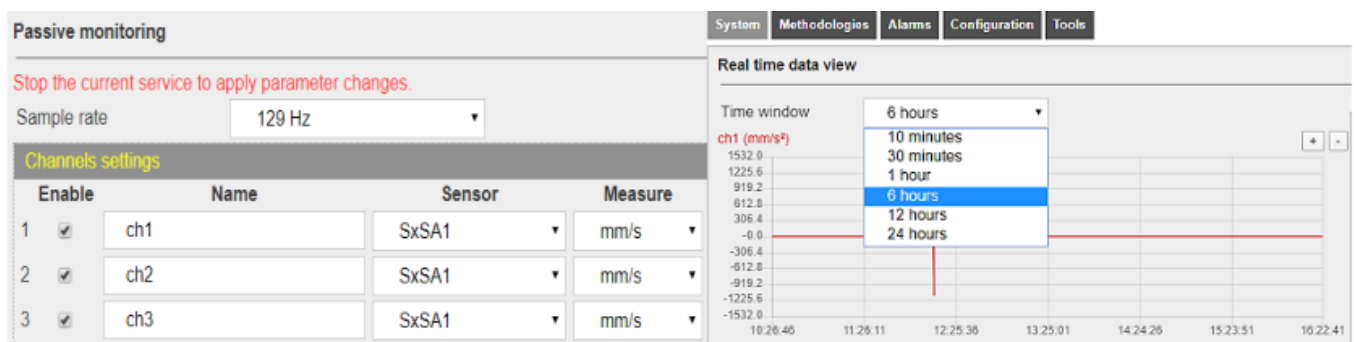
Early Warning Systems

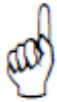


At this stage the specific channels are enabled by setting the type of sensor and the graphic representation through which the signals, once the recording has started, can be viewed in the "real time view" section. For each input channel, the expected event starts when certain conditions occur, which trigger the respective thresholds. The data acquired from the moment in which the preset conditions occur (thresholds on the different channels) will be written on the SD memory inserted in the appropriate port, which is available to be downloaded remotely. The below illustration shows frequently displayed windows related to the main

Events		
	Enable	Threshold
1	☒	20.00
2	☒	20.00

steps followed to configure the acquisition unit. The shape of the vibrational signals recorded on the different channels is directly dependent on the different "time windows" available.



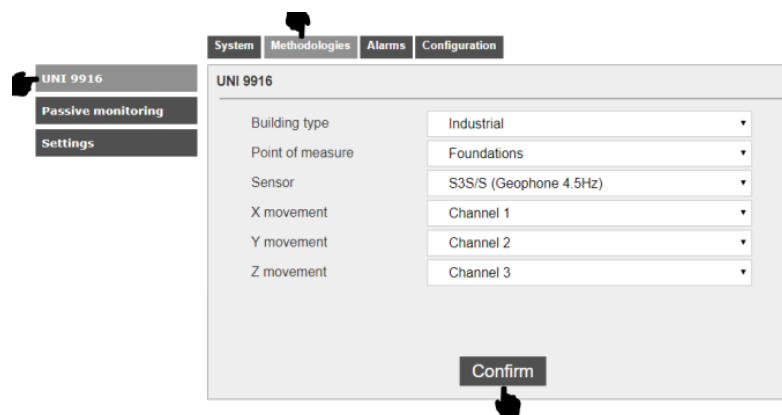


The settable threshold values can be selected from the drop-down menu that opens on the different channels, and it must be expressed in relation to the measurement unit corresponding to the specific channel. It is therefore to highlight that an incorrect setting of the values can result in the acquisition of completely incorrect data. Thus, even very low values or, for example, data showed as "0", can trigger events and consequently lead the alarms to be recorded anyhow.

A correct evaluation of the parameters to be set for the threshold levels can be defined by making a preliminary recording of the background noises that are present near the sensors. Taking this into account it is recommended, before starting the event monitoring, to carry out test measurements by recording the measurement in streaming, so that the threshold values can be properly assessed.

Users who want to prepare the online registration according to the UNI9916 standards, can set the instrument simply and intuitively. The different setting parameters available are shown below, and operatively they will be displayed in a dedicated window as illustrated in the below image. The different types of construction can be selected from the drop-down menu and, in chronological order, they can be *Industrial, residential buildings* (or similar constructions) and *sensitive structures*.

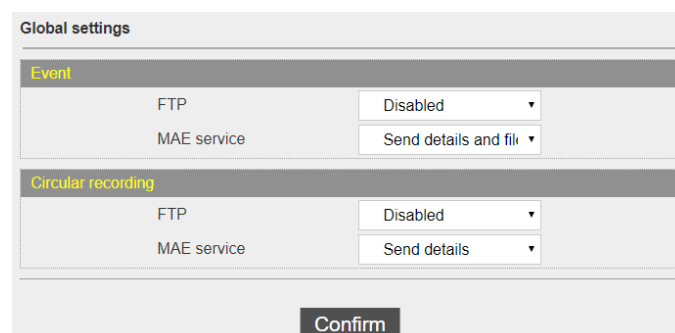
The reference axes of the vibratory motion are defined according to the three main directions, which respectively correspond to the North-South (X), East-West (Y) and vertical (Z) components. The measuring points specifically are *seabed, last floor or center floor*. Consequently a careful study of the related regulations and articles, such as the DIN4150-3,1999-02, is highly recommended.



UNI 9916	
Building type	Industrial
Point of measure	Foundations
Sensor	S3S/S (Geophone 4.5Hz)
X movement	Channel 1
Y movement	Channel 2
Z movement	Channel 3

Confirm

When accessing the "settings" option users will be able to choose among several sub-services, one represented by the *data transmission*, which can be specifically flagged.



Global settings	
Event	
FTP	Disabled
MAE service	Send details and file
Circular recording	
FTP	Disabled
MAE service	Send details

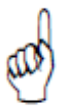
Confirm

4. DATA PROCESSING AND ANALYSIS

Generally speaking, in order to measure a vibration, a user can either choose to measure the displacement first, or its derivatives (speed and acceleration).

Data processing strongly depends on the type of sensors used. Thus, it is important to emphasize that the instrument can be used both with accelerometers and with velocimeters, whether they are long or short-term ones with different characteristics.

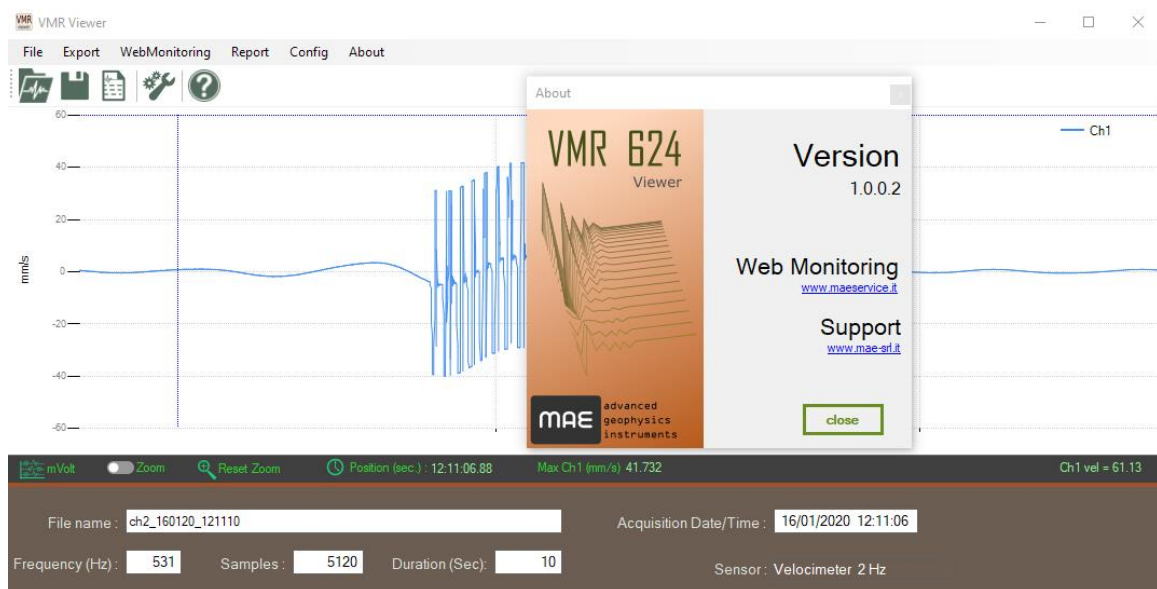
Using accelerometers, once the correct type has been selected and based on the intrinsic characteristics of the transducer (1V / g or 100mV / g), the instrument automatically converts values into speed expressed in mm/s, so as to be able to respect the threshold limits set by the regulations.



The acquisition software, for the conversion of data from acceleration to speed, is based on the integration of the signals as suggested by the UNI9916 par.7.2 standard. In this sense, the VMR624 performs a preventive filtering of the data by specifically applying a second order high pass filter to eliminate the spurious signal components. It is therefore underlined that VMR624 applies trapezoidal integration method on the temporal history of vibratory motion.

To convert data from millivolts (value read in mV of the acquirer) to speed, we rely on the sensitivity of the sensor, which expresses the relationship between the speed of the vibration and the voltage produced by the same, expressed in V/m/ s. This conversion is applied to the signals following their equalization which involves the use of the FFT.

The data files that are downloaded and saved are of the *.dat* extension and that can be opened through the SismaReader software, developed internally by the MAE s.r.l., allows the conversion of the same into *.Seg2* forma. Another application for the management and the reporting of vibrational analyzes is the VMRViewer. which facilitates the analysis and visualization of vibrational signals on the various channels.



The data flow that is recorded by the various acquisition units can be viewed by accessing the <http://www.maeservice.it/#> page.

Once the VMR624 code has been selected from the list of different dataloggers available, users have the possibility to consult the daily graphs of the tracks and the list of events triggered, when the threshold set on the specific channel has exceeded in the instrument diagnostics.



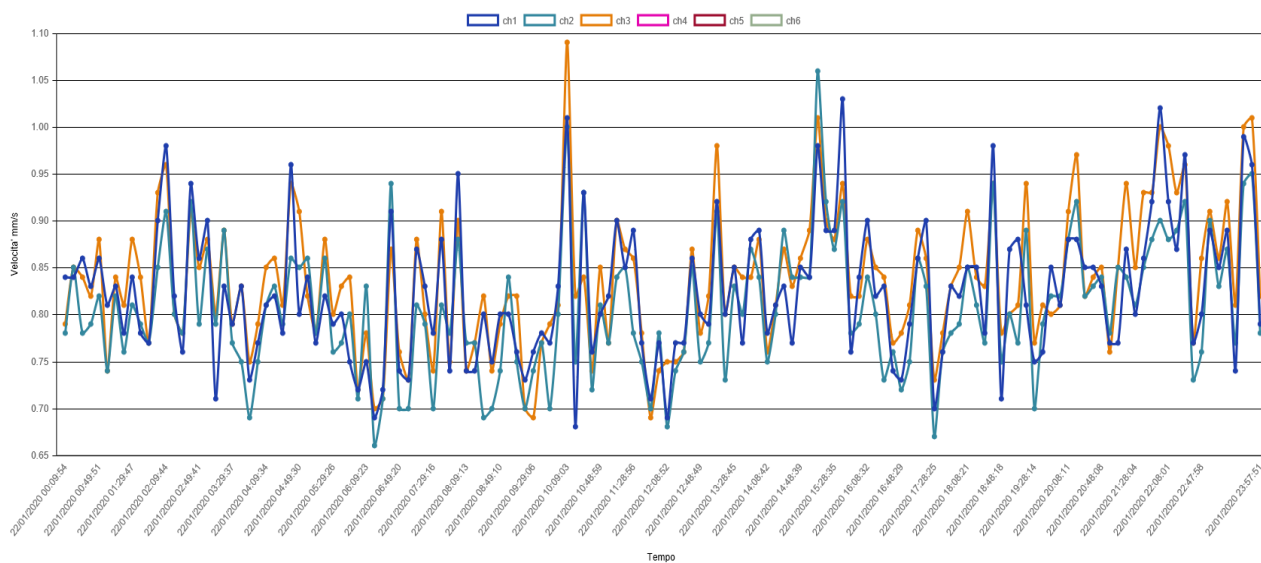
For each "triggered" event the main parameters are reported so as to facilitate the analysis of seismic traces on the active channels.



Registered event

File :	ch1_200120_085234.dat		
Data e Ora :	20/01/2020 08:52:34		
Canale :	ch1		
Valore di PICCO :	52.06	mm/s2	
Valore di SOGLIA :	20.00	mm/s2	
Frequenza :	2.02	Hz	
Canale	Picco	mm/s2	Frequenza Hz
ch1	52.06		2.02
ch2	0.12		1.01
ch3	0.16		1.01

The daily charts, as well as the events, can be downloaded through the web platform and they are anyhow saved on the instrument local memory. To be specific, the tracks of the daily "drums" listed below, returns the trend of the vibrations by plotting the maximum speed value that has been recorded. This is done in time windows of 10 minutes on the different channels, each with its own identifying color.



Below it is displayed the main page from which users can to *log in* to access their work area used for the continuous activities monitoring.