

Applicazioni della misura dell'Heart Rate Variability (HRV) nelle ricerche idriche e nella pratica geobiologica

Sergio Dr . Ing. Berti

Esperto in analisi geobiofisica dei luoghi

Vicepresidente Associazione Architettura & Geobiologia Studi Integrati Italia

Abstract :

Attraverso la misura e l'analisi spettrale della Heart Rate Variability si possono ottenere importanti informazioni oggettive sulla tipologia di interazioni che si instaurano tra uomo e ambiente, permettendo , così , di evidenziare quanto l' ambiente è in grado di stimolare il sistema nervoso autonomo e di valutare il livello di bilanciamento indotto tra il sistema nervoso Simpatico e Parasimpatico .E' possibile ,quindi ,evidenziare strumentalmente luoghi che stimolano il sistema Simpatico e luoghi dove l' attività dello stesso si riduce al di sotto del livello normale minimo, con predominanza dell'attività Parasimpatica .Questa tecnica di misura può essere di notevole aiuto per la oggettivazione delle interazioni rilevate durante le ricerche idriche e le indagini geologico – geobiologiche poiché è possibile individuare correlazioni ripetibili tra le varie tipologie di interazione ed il conseguente bilanciamento relativo dell' attività della componente Simpatica e parasimpatica.

1.INTRODUZIONE

L'organismo umano tende ad essere costantemente in equilibrio dinamico con l' ambiente che lo circonda che è in continuo cambiamento ;le variabili ambientali esterne ,infatti,interagiscono con le due componenti Simpatica e Parasimpatica del sistema nervoso autonomo che ci consentono di raggiungere un equilibrio dinamico che è sempre in continuo cambiamento ad ogni successiva variazione ambientale .

Determinate situazioni ambientali esterne ,indipendentemente dai fattori interni (ad esempio : pensieri,preoccupazioni,immaginazioni),tendono a fare predominare una delle due componenti rispetto all'altra. Possiamo trovare zone di territorio o parti limitate dello stesso che tendono a stimolarci ,indipendentemente dalla nostra volontà, il sistema nervoso Simpatico per cui ci sentiamo come attivati, carichi,pieni di forza,di ottimismo e di voglia di fare (ad esempio : aree nei pressi di faglie di tipo compressivo,presenza di rocce ad alto contenuto di Quarzo).

Analogamente,possiamo trovare zone di territorio o parti limitate dello stesso che tendono a stimolarci,indipendentemente dalla nostra volontà,il sistema nervoso Parasimpatico per cui ci sentiamo più rilassati,più scarichi,con meno forze e voglia di intraprendere (ad esempio : aree nei pressi di faglie di tipo distensivo,presenza di rocce di tipo argillitico).

Il cuore è uno dei nostri organi principali gestito in concorrenza dal sistema Simpatico e Parasimpatico e nel cuore la capacità del ventricolo di generare pressione è controllata dal sistema nervoso Simpatico e l' ormone che maggiormente contribuisce alla contrattilità ventricolare è l' adrenalina.

Nonostante la frequenza cardiaca parta dalle cellule autoritmiche del nodo Seno-atriale (sistema di controllo intrinseco), essa viene modulata da un sistema di controllo estrinseco costituito da:

- a) sistema nervoso Simpatico
- b) sistema nervoso Parasimpatico
- c) sistema Endocrino

Il nervo vago (sistema Parasimpatico) ha effetto deprimente sul cuore: esso rallenta la conduzione dell'impulso e così diminuisce la velocità di contrazione del cuore e la forza di contrazione cardiaca.

Il sistema nervoso Simpatico ha effetti opposti al Parasimpatico.

La stimolazione simpatica incrementa la velocità di conduzione dell'impulso di eccitazione e così incrementa la velocità di contrazione del cuore. La massima stimolazione simpatica può alzare la velocità di contrazione del cuore sopra i 250 battiti/min.Il Simpatico aumenta anche la forza di contrazione cardiaca

Normalmente il controllo tonico della frequenza cardiaca è dominato dal Parasimpatico.

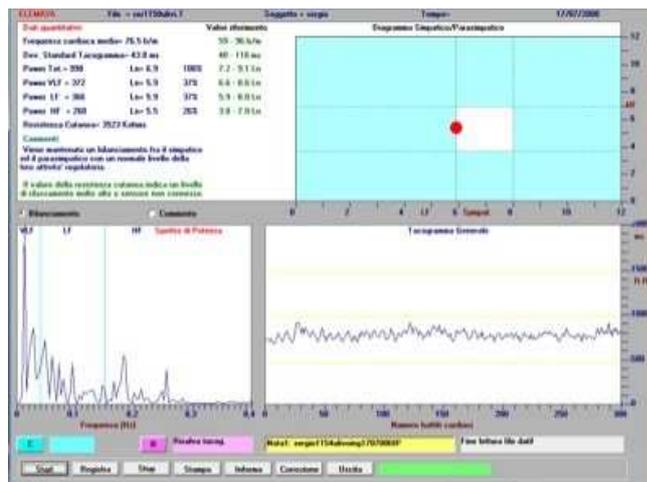
Il sistema Endocrino esercita i suoi effetti tramite gli ormoni.

2. MISURA DELLA HEART RATE VARIABILITY E ANALISI RELATIVE

Mediante la misura dell'Heart Rate Variability (HRV) e altre analisi relative è possibile valutare lo stato reciproco di attività delle due componenti Simpatica e Parasimpatica del sistema nervoso autonomo.

Per la misura dell' HRV è stata adottata nei nostri rilievi una apparecchiatura dotata di sensore,sistema di condizionamento & elaborazione segnali e Software relativo progettata e prodotta dalla società italiana Elemaya srl. Il sensore è di tipo fotoplethysmografico ,da applicare ad un dito delle mani (indice o medio) , e rileva le variazioni cicliche del tono pressorio nei capillari del dito utilizzato che rappresentano fedelmente il battito cardiaco. Dopo la digitalizzazione i dati sono analizzati via software per calcolare la distanza temporale tra un battito e l' altro R-R (espressa in Millisecondi) e quindi creare un diagramma che esprime la distanza temporale R-R tra un battito e l' altro in funzione del numero dei battiti.Questo diagramma viene chiamato "Tacogramma" (Fig. 1)

Per ricavare un tacogramma da 300 battiti cardiaci normalmente servono dai 4 ai 5 minuti di acquisizione dati. Il grafico ottenuto è elaborato mediante le trasformate di Fourier e calcolato lo spettro di potenza del tacogramma (vedere Fig. 1).



Lo spettro di potenza rappresenta le componenti di frequenza del tacogramma e contiene le informazioni essenziali per la stima del bilanciamento tra sistema Simpatico e Parasimpatico. Si possono distinguere tre sottobande :

-VLF (Very Low Frequency) : frequenze comprese tra 0,01 e 0.04 Hz.

-LF (Low Frequency) : frequenze comprese tra 0.04 e 0.15 HZ.

HF (High Frequency) : frequenze comprese tra 0,15 e 0,4 Hz.

Dall'elaborazione del tacogramma e dello spettro di potenza si possono ricavare una serie di parametri i cui valori normali (definiti dall'esperienza pluriennale della Cardiologix ,una delle più esperte ditte americane nel settore HRV) sono di seguito riportati :

Frequenza cardiaca	59-:- 96 battiti/minuto
Deviazione standard tacogramma	40-:- 110 millisecondi
Ln(Total Power)	7,2-:-9,1
Ln(Power VLF)	6,6-:-8,6
Ln(Power LF)	5,9-:-8,0
Ln(Power HF)	3,8-:-7,0

Questi parametri, se ricavati in condizioni controllate del soggetto in prova, ci possono fornire informazioni al riguardo dell' influenza dell' ambiente sull' attività delle due componenti Simpatica & Parasimpatica del sistema nervoso autonomo del soggetto stesso.

3. METODOLOGIA DI RILIEVO DELLE INFLUENZE AMBIENTALI

Per potere ricavare questo tipo di informazioni sulle influenze dell' ambiente è necessario che il soggetto in prova sia :

- completamente a riposo (seduto comodamente o sdraiato)
- con abiti comodi
- quasi al buio
- a temperatura ambiente costante (compresa tra 20°C e 30 °C)
- con respirazione regolare
- con profondità di respirazione regolare
- sia in uno stato quasi meditativo con assenza di preoccupazioni e pensieri ossessivi
- sia in un ambiente completamente silenzioso e con assenza di potenziali fattori di disturbo (telefono,campanelli,suonerie,etc.,)
- Sia esente da patologie cardiache importanti

Nelle condizioni del soggetto sopraindicate ,le ricerche effettuate hanno messo in evidenza che la funzionalità cardiaca è dipendente dall' ambiente ,che è in grado di avere influenze palesi rilevabili sul bilanciamento delle due componenti Simpatica e Parasimpatica del sistema nervoso autonomo, e che quindi è possibile evidenziare ambienti che tendono :

- a) Ad una predominanza della attività del sistema Simpatico
- b) Ad un bilanciamento dei due sistemi
- c) Ad una predominanza delle attività del sistema Parasimpatico

Il soggetto utilizzato come sensore per effettuare le prove deve avere una funzionalità cardiaca ottimale e quindi non deve presentare variazioni tra un battito e l' altra dovute alla non perfetta funzionalità del suo organo cardiaco.

Nella figura 2 è riportato il segnale cardiaco di un soggetto non idoneo che presenta delle variazioni temporali intrinseche non attribuibili all'influenza dell'ambiente.

Il soggetto con segnale cardiaco indicato in fig. 2 su di una zona perturbata fornisce indicazioni analoghe a quelle di una zona neutra (vedere fig. 3)

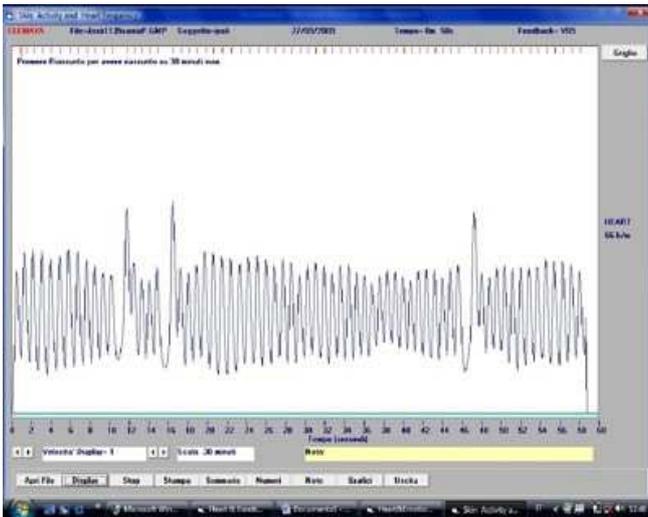


Figura 2: segnale cardiaco di un soggetto non idoneo

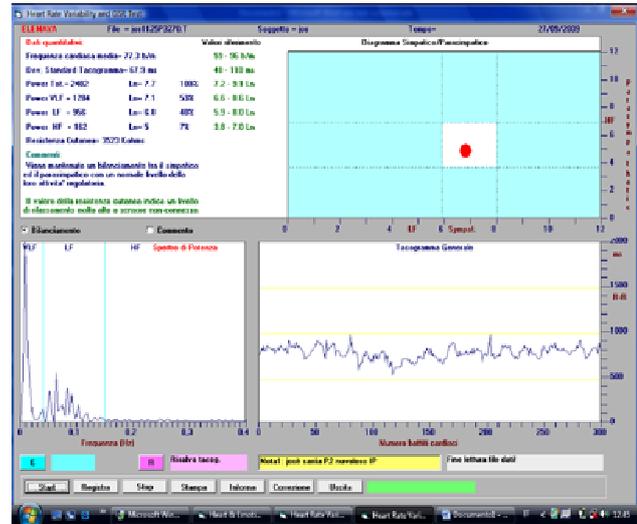


Fig. 3: risposta del soggetto con segnale cardiaco come in figura 2 su zona perturbata.

Nella fig. 4 è riportato il segnale cardiaco di una persona con il cuore con funzionamento ottimale

Il soggetto con segnale cardiaco indicato in fig. 4 su di una zona perturbata fornisce, come si può evidenziare dalla fig. 5, indicazioni coerenti con la perturbazione presente (incrocio di falde acquifere).

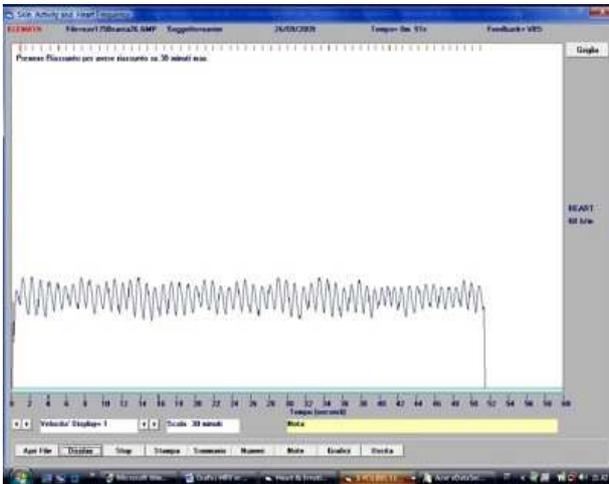


Fig. 4 : Segnale cardiaco di un soggetto con il cuore con Funzionamento ottimale

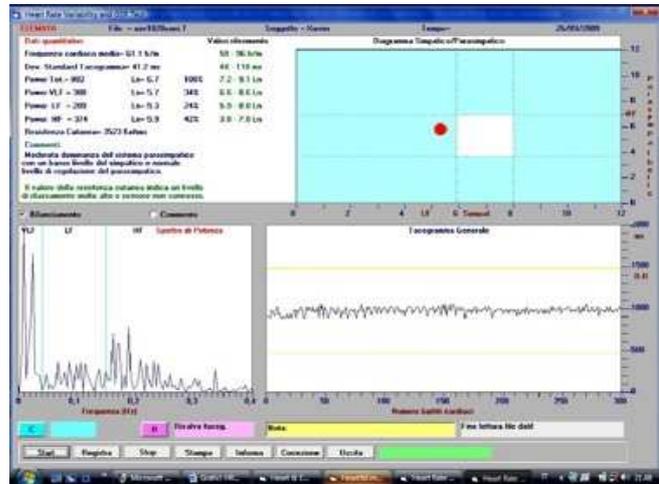


Fig. 5 : Analisi HRV di un soggetto con cuore con Funzionamento ottimale su di un incrocio di vene acqua

Attraverso l' utilizzo di soggetti con funzionalità cardiaca ottimale per l' analisi HRV è possibile effettuare una serie di rilievi da utilizzare durante le ricerche idriche e geobiologiche . In particolare , saranno esaminati di seguito alcuni casi concreti di rilievi utilizzando la tecnica HRV e precisamente :

- Misure HRV sull'influenza da parte dei terreni**
- Misure HRV per la ricerca di acquiferi produttivi**
- Misure HRV sui letti**
- Misure HRV congiunte al rilievo del livello di gas radon**
- Misure HRV per la validazione di quanto rilevato durante una indagine geobiologica**

1. Applicazioni pratiche di misure HRV

3-1) Misure HRV sull'influenza dei terreni

In funzione della composizione dei terreni è possibile individuare come gli stessi siano in grado di influenzare il bilanciamento delle due componenti del sistema nervoso autonomo .L' esperienza pratica ci permette di catalogare i terreni in tre grandi categorie :

- a) terreni che tendono a stimolare l' attività simpatica (dove normalmente predominano rocce con elevato contenuto di quarzo come arenarie, graniti, etc.)
- b) Terreni che tendono a ridurre al minimo l' attività simpatica (dove normalmente predominano argilliti, marne, scisti)
- c) Terreni che tendono ad avere un bilanciamento tra i due sistemi (ad esempio : sabbie e conglomerati con una composizione bilanciata di materiali derivanti da rocce con diverso grado di stimolazione dell'attività simpatica)

Nella figura 6 è riportata la influenza di un terreno con una componente predominante di tipo quarzoso (macigno del Chianti-Toscana-Italia)

Nella figura 7 è riportata la influenza di un terreno con una componente predominante di tipo argilloso (Argilliti alluvionali della fossa tettonica Firenze-Prato-Pistoia -Italia)

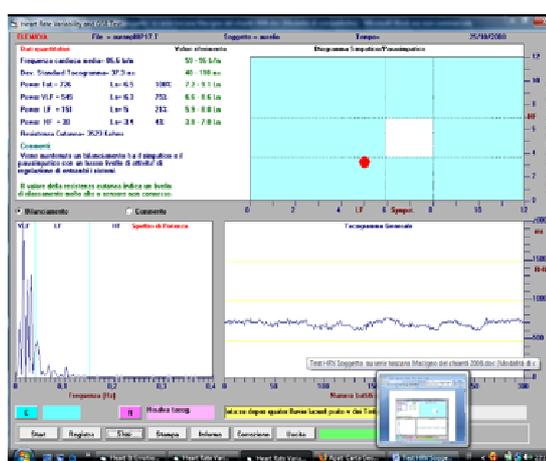
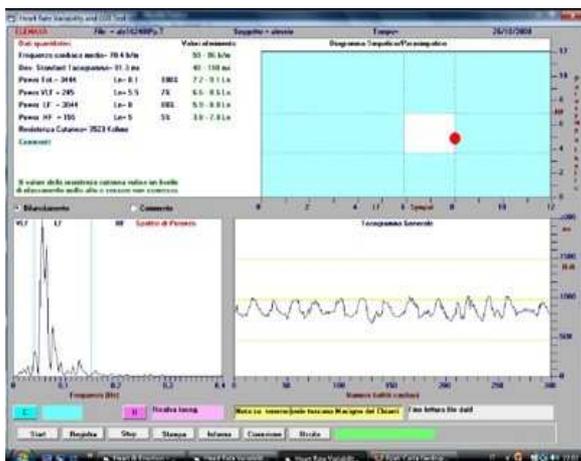


Fig. 6 : Esempio di terreno che stimola l' attività simpatica (Macigno del Chianti)

Fig. 7 : Esempio di terreno che stimola l' attività parasimpatica (Argillite alluvionale)

3-2) Misura HRV per la ricerca di acquiferi produttivi

Nelle ricerche idriche, con lo scopo della terebrazione di pozzi per lo sfruttamento di acquiferi con portata idonea, si possono utilizzare le misure di HRV per fare una classifica dei livelli di interazione relativi al fine di individuare quelli migliori ed idonei per un futuro sfruttamento.

Una ricerca idrica, con alta probabilità di successo, è normalmente preceduta da una accurata analisi di tipo idrogeologico dell' area sotto indagine e ,poi ,seguita da una serie di rilievi strumentali geofisici (normalmente dalla misura della componente verticale del campo magnetico terrestre, dai rilievi dei potenziali spontanei del terreno e dei segnali con polarizzazione verticale al suolo ricevuti da un idoneo ricevitore radio VLF (Very Low Frequency) sintonizzato sulle frequenze circolanti nella crosta terrestre ,interessanti la sua banda di ricezione, dovute ad alcune stazioni radio militari sempre presenti) e biofisici diretti (attraverso l' utilizzo delle capacità percettive di persone appositamente addestrate per le ricerche idriche). I rilievi sopraindicati consentono di ottenere, rispettivamente a ciascun metodo impiegato, delle mappe del luogo sotto indagine dove sono evidenziabili le aree con possibilità di emungimento di acqua dal sottosuolo .La sovrapposizione dei risultati derivanti dai vari metodi di indagine geofisica e biofisica permette di restringere la ricerca alle aree con più elevata probabilità di successo .

La scelta definitiva dell'area migliore (sia dal punto di vista probabilistico che di sfruttamento) può essere effettuata dopo avere confrontato i rilievi HRV relativi alle aree con più elevata probabilità di successo individuate.

Un soggetto idoneo (meglio se di sesso maschile) può essere influenzato con livelli diversi in funzione della portata dell'acquifero sottostante. Normalmente su di un acquifero confinato l' attività simpatica si riduce al minimo.

La scelta cadrà sulla zona che sarà in grado di ridurre al minimo l' attività simpatica del soggetto in prova. In figura 8 è riportato il rilievo HRV su di un acquifero con buona produttività idrica.

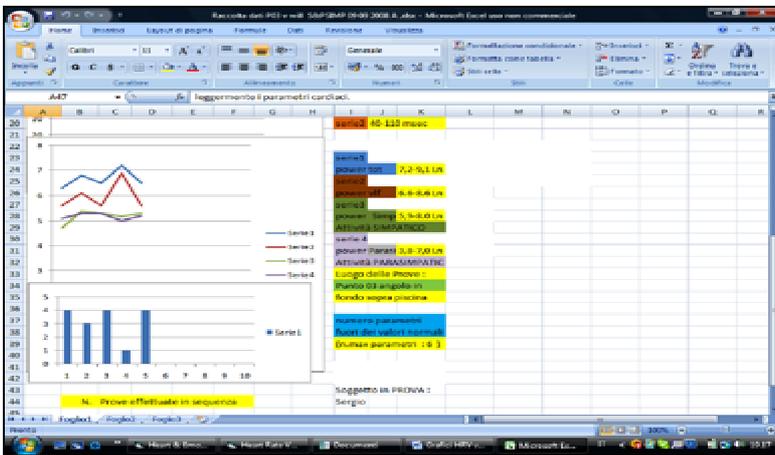


Fig. 8 : Esempio di analisi HRV su di un acquifero con buona produttività idrica

3-3) Misure di HRV sui letti

Le misure HRV sono molto adatte per la valutazione della interattività della posizione dei letti dove normalmente si dorme. Sarebbe opportuno che il luogo dove si dorme non fosse eccessivamente attivante il sistema simpatico e nemmeno con predominanza della componente parasimpatica. Il luogo per dormire ideale dovrebbe consentire un bilanciamento ottimale dell'attività delle due componenti antagoniste del sistema nervoso autonomo.

Nelle figure 9,10,11 seguenti sono riportati i rilievi HRV rispettivamente su :

- su di un letto con attività simpatica ridotta
- su di un letto con le due componenti del sistema nervoso autonomo bilanciate
- su di un letto con una interazione simpatica eccessiva

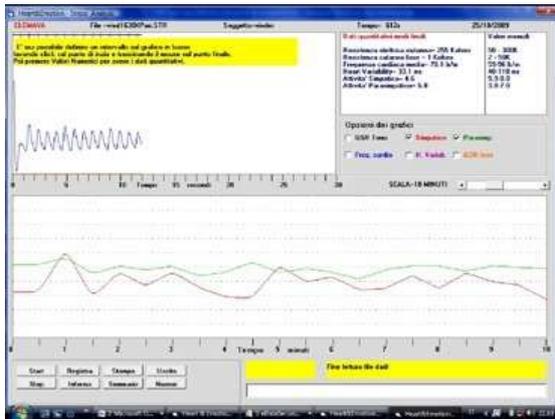


Fig. 9 : Esempio di letto con attività simpatica ridotta

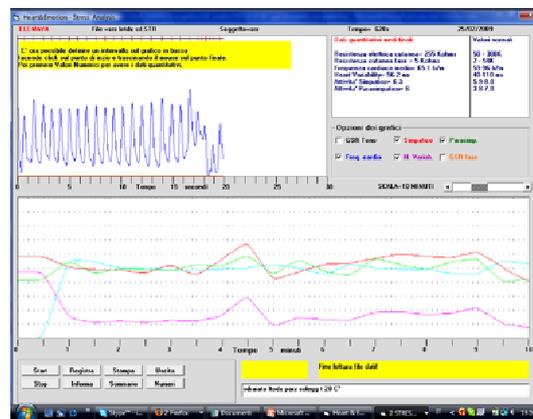


Fig. 10 : Esempio di letto con le due componenti del Sistema nervoso autonomo bilanciate

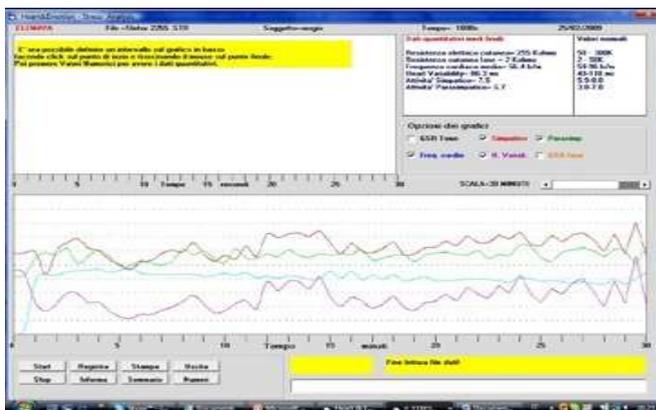


Fig. 11 : Esempio di letto con una interazione simpatica eccessiva

3-4) Misure HRV congiunte al livello di gas Radon

Nella pratica di una prospezione geobiologica, la determinazione delle influenze telluriche o geofisiche si realizza oltre che con metodi strumentali anche attraverso la sensibilità personale ai fattori perturbanti. In questo contesto, lo strumento di rilevazione è il proprio organismo attraverso i numerosi biosensori e magneto sensori ripartiti in tutto il corpo.

E' importante, durante una prospezione geobiologica, che alcuni dei possibili fattori condizionanti esterni non siano particolarmente alterati, come per esempio:

- grandi variazioni del campo magnetico terrestre
- tempeste magnetiche
- movimenti sismici

Effettuare misurazioni, in particolare, durante i giorni o le settimane precedenti un movimento sismico, anche di non grande intensità, può comportare errori di rilievo.

La tensione sismica si può liberare nel tempo in maniera lenta e talvolta (disgraziatamente!) in modo violento. Questa situazione può comportare che zone, che si rilevavano essere alterate, successivamente al movimento sismico si trasformino in zone neutre o particolarmente favorevoli.

Di seguito, è riportato un esempio di misure sul territorio che utilizza la tecnica HRV e la misura congiunta del livello del gas radon al fine di conoscere lo stato tettonico locale in funzione del tempo (compressione o distensione o stato stabile).

Non è detto che un'area indicata sopra la mappa geologica come un'area in distensione lo sia effettivamente in maniera stabile; è possibile che le forze tettoniche modifichino la loro azione verso una fase di tipo compressivo che può perdurare per un tempo limitato (alcune settimane o alcuni mesi per esempio o talvolta alcuni anni).

Le misure nel tempo con continuità della potenza totale del cuore, il livello di attività simpatica e il livello del gas radon in un luogo particolare (nei pressi di una faglia o meglio sopra l'incrocio di due faglie perpendicolari) permettono di conoscere come le forze tettoniche locali evolveranno nel tempo.

Tutto quanto questo, per potere eseguire prospezioni geobiologiche migliori e per prevedere, eventualmente movimenti sismici locali.

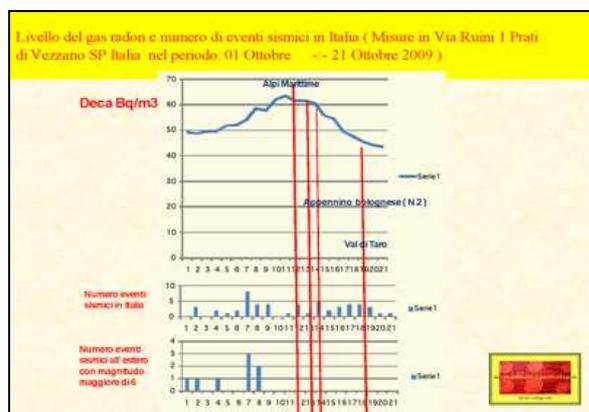


Fig. 12 : Numero eventi sismici in Italia e livello di gas radon Locale (in decaBp/M3)

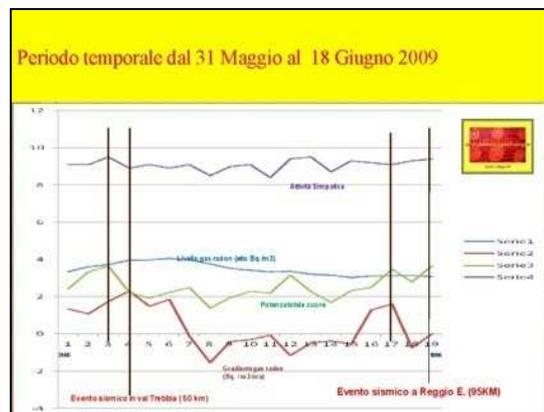


Fig. 13 : Attività simpatica, livello del gas radon, potenza totale del cuore, gradiente di variazione del livello del gas radon e eventi sismici prossimi alla stazione di misura a Prati di Vezzano SP Italia, nel periodo 31maggio-18 giugno 2009

3-5) Misure HRV per la validazione di quanto rilevato durante una indagine geobiologica

Durante il MAP di GEA a Sarria-Lugo Spagna del 26 e 27 Settembre 2009 sono state effettuate delle misure HRV di validazione di una indagine geobiologica su di un salone facente parte della struttura dove si è svolto il MAP .Il locale era stato indagato precedentemente da un gruppo di soci di Gea con la individuazione dettagliata di tutti i vari fattori di interazione e delle loro specifiche zone di influenza. Per ragioni di tempo disponibile sono stati validati due punti solamente :

- a) un punto sicuramente in zona neutra e quindi solamente soggetto ai materiali componenti il terreno sottostante
 - b) un punto molto perturbato in una zona di incrocio di due vene d' acqua (acquiferi confinati)
- Nei due punti sono state effettuate alcune misure HRV su un campione di persone sia di sesso maschile che femminile, di età differente, ed è stato confermato anche in questo caso come già rilevato in misure effettuate in altri contesti (ad esempio nel Palazzo Ducale di Urbino in Italia) che :

- a)il comportamento sulla zona non perturbata è analogo nel campione maschile ed in quello femminile indipendentemente dall' età
 - b)Il comportamento sulla zona perturbata da acquiferi è diverso tra il campione maschile e quello femminile se le componenti del campione femminile sono ancora in età fertile. In questo caso si ha una notevole stimolazione della componente simpatica del sistema nervoso autonomo
- Al contrario, il resto del campione ,formato da maschi e da femmine non più in età fertile, nel punto perturbato dall' incrocio di due acquiferi si una notevole riduzione dell' attività simpatica.
- Nella figura 14 è riportata l' analisi HRV di un soggetto di sesso femminile in età fertile mentre in figura 15 è riportata l' analisi HRV di un soggetto femminile non piu' fertile.
- Questo comportamento contrastante deve essere tenuto in conto durante una indagine geobiologica perché puo' falsare l' indagine stessa poiché la zona con presenza di acqua viene interpretata da una donna fertile come una zona stimolante che tende attivare il sistema simpatico!

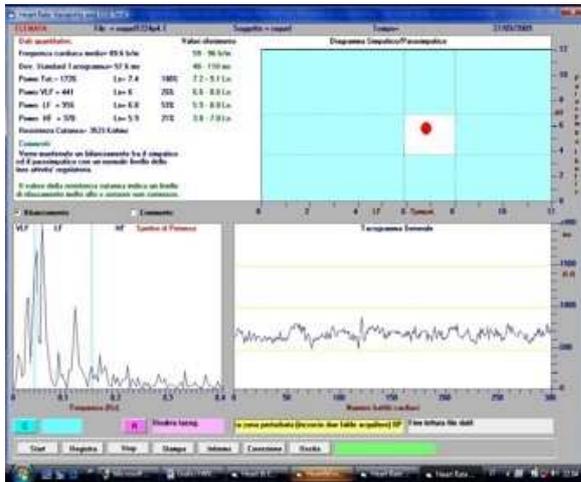


Fig. 14 : Analisi HRV di un soggetto di sesso femminile in età fertile su un incrocio di vene d'acqua

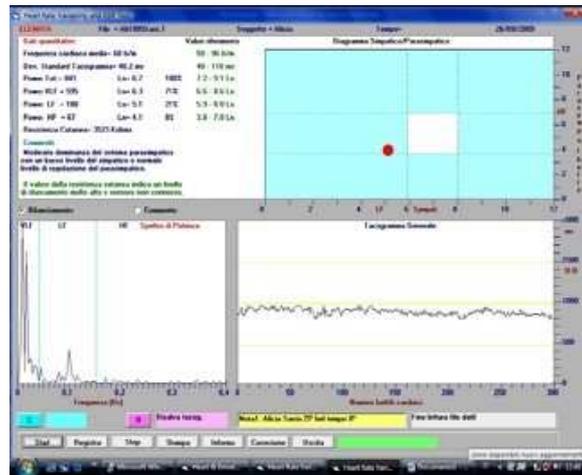


Fig. 15 : Analisi HRV di un soggetto di sesso femminile non più in età fertile su un incrocio di vene d' acqua

4) CONCLUSIONI

La tecnica di misura HRV può essere molto utile per la validazione di quella parte delle indagini geobiologiche dove è predominante la componente di rilievo biofisica con caratteristiche più soggettive (rilievo dell'influenza delle falde acquifere,delle interazioni tettoniche e delle reti di interazione naturali). Può essere, inoltre ,utilizzata per la valutazione dei luoghi dove dormire , nelle ricerche idriche,per la valutazione del tipo di sforzo tettonico locale in atto congiuntamente alla misura del gas radon.

Una applicazione molto importante, inoltre, può essere la valutazione dell'influenza dei materiali da costruzione e di tutti i materiali che possono venire a stretto contatto con l'organismo umano. Può trovare applicazioni anche nell'analisi delle interazioni uomo-ambiente nei siti di interesse archeologico (siti rituali,

siti sacri, siti di guarigione, residenze antiche, etc.,) per meglio comprenderne la funzionalità intrinseca relativa .

Bibliografia

- S.Berti-Misure dell'Heart Rate Variability (HRV) come indicatore attendibile dell' interazione tra uomo e ambiente - <http://www.architetturageobiologia.it/>
- Elemaya - Heart&Emotion - Manuale di uso e manutenzione strumento per misura HRV
- H. Curtis- N.S. Barnes – Le scienze biologiche –Edizioni Zanichelli
- S.Berti- Il rilievo geologico-geobiologico del Palazzo Ducale di Urbino:un approccio scientifico—Convegno presso l'Abbazia Benedettina di Praglia PADOVA 24 Novembre 2007
- S.Berti- M.Zanicchi- Metodologie operative per la esecuzione di determinazioni strumentali nell' ambito dei rilievi geologico-geobiologici Convegno presso la Fiera ENERGETHICA GENOVA 08 Marzo 2008
- S.Berti –D.Ambrosini- I rilievi strumentali applicati alla geobiologia - Terzo Convegno Nazionale “Bioarchitettura&Geobiologia&Legno” Riomaggiore LA SPEZIA 20 Giugno 2008
- S . Berti- Misura dell'Heart Rate Variability (HRV) come indicatore attendibile delle interazioni tra uomo e ambiente-4°Salone delle energie rinnovabili e sostenibili ENERGETHICA 2009 Fiera Genova
- S . Berti- Medicion de la variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador fiable de la interaccion del ser humano con el medio ambiente-GEA Asociacion De Estudios Geobiologicos
- S.Berti –Metodologie innovative di indagini biofisiche sperimentali – Quarto Convegno Nazionale “Bioarchitettura&Geobiologia&Legno” EXPO LA SPEZIA 19-20 Giugno 2009
- E.Silvestre Fortea-Geobiología y Biohabitabilidad:la salud a través del hàbitat-Cuadernos monogràficos GEA 1.
- S.Berti -Geobiologia e geobioedilizia: Metodologie innovative di indagini biofisiche sperimentali e geologico-geobiologiche-Lezioni effettuate per il Corso di perfezionamento in GEOLOGIA MEDICA dell'UNIVERSITA' degli STUDI di URBINO