UNIVERSITÀ DI PISA

Scuola di Ingegneria

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Tesi di Laurea di primo livello

Rilevamento di anomalie di mobilità attraverso scarpe sensorizzate ed intelligenza computazionale

Relatori

Prof. Mario G.C.A. Cimino

Prof. Gigliola Vaglini

Candidato

Giulia Bianchi

Anno accademico 2020/2021

ASTRATTO **1**

1. DISPOSITIVI E TECNICHE DI ANALISI DEI DATI **2**

1.1 SMART SHOES 2
1.2 STIGMERGIA 3
1.3 CLUSTERING 4
1.3.1 Tecniche di Clustering *4*
1.3.2 Fuzzy C-Means *6*

2. ANALISI DELLE PATOLOGIE **7**

2.1 FIBROMIALGIA 7
2.1.1 Sintomi *7*
2.1.2 Fibromialgia e depressione *8*
2.1.3 Diagnosi *8*
2.1.4 Osservazioni *8*
2.2 DISTURBO DIPENDENTE DI PERSONALITA' 9
2.2.1 Sintomi e criteri diagnostici *9*
2.2.2 Disturbo dipendente di personalità, depressione e suicidalità *10*
2.2.3 Osservazioni *10*

3. ARCHITETTURA STIGMERGICA MULTILIVELLO **11**

3.1 ANOMALIA ESTERNA 13
3.2 ANOMALIA INTERNA 13
3.3 INDICE DI ANOMALIA GLOBALE 14

4. DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO **15**

4.1 PANORAMICA DELL'ESPERIMENTO 15
4.2 MESE DI RIFERIMENTO 15
4.3 COSTRUZIONE DEGLI SCENARI 16
4.4 IMPLEMENTAZIONE DEL 3° LIVELLO STIGMERGICO 17
4.5 IMPLEMENTAZIONE DEL 4° LIVELLO STIGMERGICO 17
4.6 IMPLEMENTAZIONE DEL 5° LIVELLO STIGMERGICO 19
4.7 RISULTATI E CONCLUSIONI 21
4.7.1 Mese con disturbo dipendente di personalità *21*
4.7.2 Mese con fibromialgia *22*
4.7.3 Conclusioni *23*

5. STUDIO DELLA ROBUSTEZZA DELL'INDICATORE **24**

5.1 DEVIAZIONE STANDARD 24
5.2 NUMERI CASUALI UNIFROMEMENTE DISTRIBUITI 24
5.3 SINTESI DEL PROCEDIMENTO SEGUITO 25
5.3.1 Applicazione della perturbazione *25*
5.3.2 Scelta delle perturbazioni *27*

5.3.3 Calcolo delle deviazioni standard ... *28*
5.3.4 Misura della variazione indotta dalle perturbazioni ... *28*
5.4 RISULTATI GRAFICI PRINCIPALI OTTENUTI E COMMENTI ... 30
5.4.1 Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie ... *30*
5.4.2 Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari ... *31*
5.4.3 Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie ... *33*
5.4.4 Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari ... *34*
5.5 CONCLUSIONI ... 36

6. DIARI DELLE ATTIVITA' ... 37

6.1 DIARIO DELLE ATTIVITA' – MESE DI RIFERIMENTO ... 37
6.2 DIARIO DELLE ATTIVITA' – DISTURBO DIPENDENTE DI PERSONALITA' ... 45
6.3 DIARIO DELLE ATTIVITA' – FIBROMIALGIA ... 56
6.4 CALCOLO DELLE RAPPRESENTAZIONI PER I DIARI RELATIVI ALLE MALATTIE ... 66

7 STUDIO DELLA ROBUSTEZZA – GRAFICI ... 69

7.1 INDICI DI ANOMALIA GLOBALE IN PRESENZA DI PERTURBAZIONI ... 69
7.1.1 Indici di anomalia globale – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie ... *69*
7.1.2 Indici di anomalia globale – Disturbo dipendente di ... *70*
personalità, applicazione ad entrambi i diari ... *70*
7.1.3 Indici di anomalia globale – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie ... *71*
7.1.4 Indici di anomalia globale – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari ... *72*
7.2 DEVIAZIONE STANDARD ... 73
7.2.1 Deviazione Standard – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie ... *73*
7.2.2 Deviazione Standard – Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari ... *74*
7.2.3 Deviazione Standard – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie *75*
7.2.4 Deviazione Standard – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari ... *76*
7.3 GRAFICI FINALI TRIDIMENSIONALI ... 77
7.3.1 Grafici Finali Tridimensionali – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie ... *77*
7.3.2 Grafici Finali Tridimensionali – Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari ... *81*
7.3.3 Grafici Finali Tridimensionali – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie ... *84*
7.3.4 Grafici Finali Tridimensionali – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari ... *87*

BIBLIOGRAFIA ... 90

SITOGRAFIA ... 90

ASTRATTO

Sempre più soluzioni dell'*Internet of Things* (IoT) stanno trovando spazio nel mondo dell'*healthcare*, dando vita a quello che viene definito come *Internet of Healthcare Things* (IoHT) o *Internet of Medical Things* (IoMT). Negli ultimi anni i dispositivi *wearable*, ossia dispositivi elettronici intelligenti e tecnologicamente sofisticati, hanno conquistato moltissime persone e continuano ad attirare l'interesse collettivo, non solo nell'ambito del fitness, ma soprattutto in medicina. I progressi nel settore della *digital health* hanno evidenziato una incredibile evoluzione dei *wearable device*, proprio per l'utilità dimostrata nella salvaguardia della salute di chi li indossa. In particolare, la capacità di questi dispositivi di raccogliere dati biometrici ed eventualmente inviarli direttamente ad un medico, rende possibile un tempestivo intervento da parte di quest'ultimo in caso di necessità o della rilevazione di peggioramenti nello stato di salute del paziente.

Il *wearable device* che verrà preso in analisi consiste in un paio di *smart shoes*, delle scarpe sensorizzate in grado di registrare e trasmettere anche i più piccoli movimenti del piede. Tale dispositivo non invadente permetterà il costante monitoraggio di un individuo affetto da patologie che possono ridurre significativamente la mobilità, in modo da notare tempestivamente eventuali peggioramenti o anomalie e poter agire immediatamente. Un rapido intervento talvolta è necessario per evitare danni irreversibili nello stato di salute di una persona, come può essere fondamentale nel caso di patologie mentali per prevenire possibili scelte tragiche da parte del paziente.

1. DISPOSITIVI E TECNICHE DI ANALISI DEI DATI

1.1 SMART SHOES

Figura 1, MOV

Il prototipo di scarpa utilizzato per lo sviluppo di questa tesi è il modello "MOD" (Fig.1) del progetto FootMoov. Tutte le scarpe FootMoov sono prodotte dal calzaturificio italiano Carlos, nato nel 1964 in Toscana, con sede a Fucecchio (FI). In particolare, questo dispositivo indossabile fa parte della serie di calzature Ki-Foot, dotate di un sistema professionale per l'analisi del passo che è in grado di misurare la distribuzione della pressione plantare.

La tecnologia con cui è realizzata Ki-Foot è parte integrante della scarpa. I sensori sono integrati nelle solette e permettono di misurare le caratteristiche statiche e dinamiche del piede e di analizzare realisticamente i movimenti dei piedi. Tali scarpe sono caratterizzate al loro interno da alcuni sensori di movimento e pressione in grado di registrare e trasmettere a smartphone e tablet anche i più piccoli movimenti del piede. Il sistema trasmette i dati via Bluetooth low energy 4.2 e consiste di 5 sensori di pressione e 3 sensori d'inerzia. Sul tacco della scarpa è presente un pulsante per l'accensione/spegnimento del sistema e una spina di mini USB (Fig. 2) per la ricarica della batteria Li-Po. La durata della batteria in fase di utilizzo è di circa 12 ore.

Figura 2, Sistema di accensione e di ricarica

I sensori di pressione, necessari per la misura della distribuzione delle pressioni sul piede, sono posizionati sotto la suoletta (2 posti nella zona del tallone e 3 collocati nella zona della punta del piede), coprendo più del 50% della pianta del piede. Il modulo inerziale utilizzato è un IMU LSM9DS1 (9 assi), un dispositivo digitale che misura l'orientamento del piede nello spazio grazie all' integrazione di un sensore di accelerazione lineare 3D, un sensore di frequenza angolare 3D e un sensore magnetico 3D. Per la trattazione della tesi corrente, si terrà conto esclusivamente dei sensori di pressione, poiché si verificherà esclusivamente la presenza e l'eventuale "intensità" del movimento di un soggetto preso come caso di studio, e si procederà con l'analisi dei dati da essi raccolti.

Le scarpe possono essere controllate completamente wireless utilizzando banalmente uno smartphone, pertanto non sono necessari dispositivi esterni. La persona, quindi, non risulta in alcun modo condizionata nell'esecuzione del movimento e può spostarsi liberamente e indipendentemente per tutta la durata della batteria.

I dati di misurazione raccolti in modo continuo possono essere visualizzati con il software KI-FOOT (Fig.3) come dati elaborati. Per quanto riguarda la visualizzazione dei dati grezzi, è disponibile il software Motus (Fig.4), un sistema per l'analisi dell'andatura e la misurazione della distribuzione della pressione plantare. Entrambi i software sono disponibili come APP per IOS. Nello sviluppo di questa tesi, supporremo di aver ottenuto i dati di interesse attraverso quest'ultimo applicativo, per poter poi operare con le aggregazioni e operazioni necessarie all'analisi di essi.

Figura 3, APP KI-FOOT

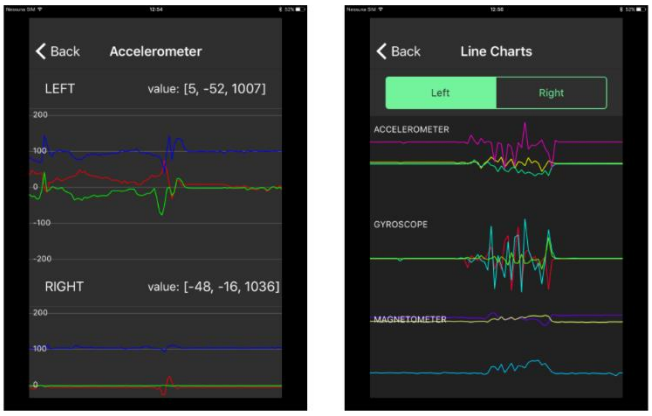


Figura 4, APP Motus

1.2 STIGMERGIA

La **stigmergia** è un metodo di comunicazione utilizzato nei sistemi decentralizzati col quale gli individui del sistema comunicano fra loro modificando l'ambiente circostante. La stigmergia è stata osservata inizialmente in natura; per esempio, le formiche comunicano le une con le altre lasciando una traccia di feromoni quindi una colonia di formiche è un esempio di sistema stigmergico. Un altro esempio comune è quello della costruzione dei nidi delle termiti. Anche le termiti usano i feromoni per costruire strutture molto complesse seguendo un semplice insieme di regole decentralizzato. Ogni insetto scava una pallina di fango dal suo ambiente, la copre di feromoni e la lascia sul terreno. Le termiti sono attratte dai feromoni degli individui dello stesso termitaio e quindi depositano le loro palline di fango vicino a quelle già depositate. Con il tempo questo comportamento porta a costruire pilastri, archi, gallerie e camere.

Questa tecnica può essere utilizzata dunque anche per l'analisi dei segnali. I segnali rilasciati frequentemente in un breve periodo di tempo, lasceranno una traccia persistente rispetto ai

segnali isolati. La traccia ottenuta verrà quindi confrontata con un insieme di tracce significative per descrivere il segnale analizzato in modo sintetico. A tal proposito, è stato definito il feromone digitale. Esso è analogo ad un feromone generato da un insetto in quanto può essere utilizzato come marcatore per determinare se un'area di uno spazio di progettazione è promettente o meno per ulteriori indagini.

1.3 CLUSTERING

Il clustering è una tecnica di apprendimento senza supervisione (Fig. 5), ossia una tecnica di machine learning in cui la macchina apprende dall'esperienza senza avere esempi e risposte di riferimento, che esplora i dati alla ricerca di possibili relazioni e raggruppamenti detti "cluster". Un cluster è un insieme o gruppo di oggetti che hanno alcune caratteristiche simili ma non tutte, non devono essere necessariamente identici.

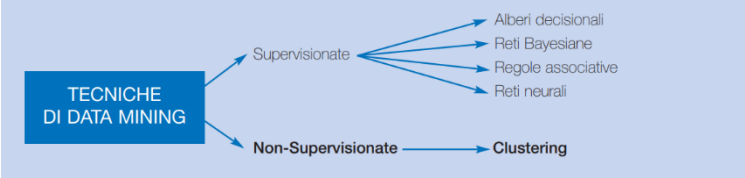


Figura 5, Tecniche di Data Mining

Le tecniche di clustering si basano su misure relative alla somiglianza tra gli elementi. Spesso questa similarità, o meglio, dissimilarità, è concepita in termini di distanza in uno spazio multidimensionale. La scelta della metrica influenza profondamente l'accuratezza dell'analisi, così come il metodo con cui viene calcolata la distanza. Gli algoritmi di clustering raggruppano gli elementi sulla base della loro distanza reciproca, pertanto un elemento apparterrà ad un cluster dipendentemente dalla sua distanza da esso.

1.3.1 Tecniche di Clustering

Le tecniche di clustering si possono basare principalmente su due "filosofie":

- Dal basso verso l'alto (metodi aggregativi o bottom-up):

Questa filosofia prevede che inizialmente tutti gli elementi siano considerati cluster a sé, e poi l'algoritmo provvede ad unire i cluster più vicini. L'algoritmo continua ad unire elementi al cluster fino ad ottenere un numero prefissato di cluster, oppure fino a che la distanza minima tra i *cluster* non supera un certo valore, o ancora in relazione ad un determinato criterio statistico prefissato.

- Dall'alto verso il basso (*metodi divisivi o top-down*):

All'inizio tutti gli elementi sono un unico *cluster*, e poi l'algoritmo inizia a dividere il cluster in tanti cluster di dimensioni inferiori. Il criterio che guida la divisione è naturalmente quello di ottenere gruppi sempre più omogenei. L'algoritmo procede

fino a che non viene soddisfatta una regola di arresto generalmente legata al raggiungimento di un numero prefissato di cluster.

Esistono varie classificazioni delle tecniche di clustering comunemente utilizzate. Una prima categorizzazione dipende dalla possibilità che un elemento possa o meno essere assegnato a più cluster:

- clustering esclusivo: ogni elemento può essere assegnato ad uno e ad un solo gruppo. Quindi i cluster risultanti non possono avere elementi in comune. Questo approccio è detto anche hard clustering.
- clustering non-esclusivo, in cui un elemento può appartenere a più cluster con gradi di appartenenza diversi. Questo approccio è noto anche con il nome di soft clustering o fuzzy clustering, dal termine usato per indicare la logica fuzzy.

Un'altra suddivisione delle tecniche di clustering tiene conto del tipo di algoritmo utilizzato per dividere lo spazio:

- clustering partizionale (detto anche non gerarchico, o k-clustering), in cui per definire l'appartenenza ad un gruppo viene utilizzata una distanza da un punto rappresentativo del cluster (centroide, medioide ecc...), avendo prefissato il numero di gruppi della partizione risultato. Si tratta di derivazioni del più noto algoritmo di clustering, quello detto delle k-means, introdotto da MacQueen nel 1967.
- clustering gerarchico, in cui viene costruita una gerarchia di partizioni caratterizzate da un numero (de)crescente di gruppi, visualizzabile mediante una rappresentazione ad albero (dendrogramma), in cui sono rappresentati i passi di accorpamento/divisione dei gruppi.

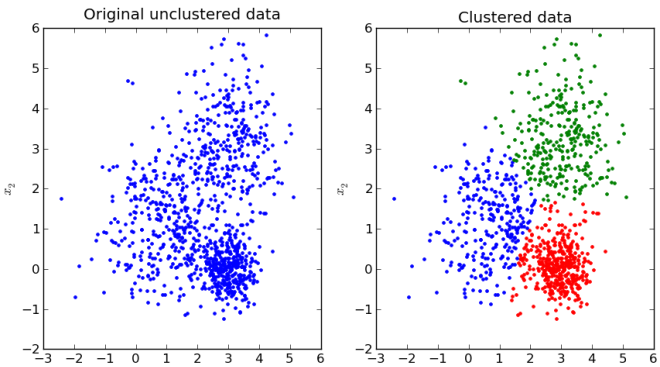


Figura 6, un esempio di clustering con K-MEANS

1.3.2 Fuzzy C-Means

L'algoritmo che verrà utilizzato per la '*clusterizzazione*' dei dati in analisi nella suddetta tesi è il Fuzzy C-Means, o anche detto *soft k-means*. Esso è un algoritmo di soft clustering proposto da Jim Bezdek, a differenza dell'algoritmo K-means, in cui ogni dato può esser membro di un solo cluster, in questa tipologia di clustering ogni dato fa parte di tutti i cluster con vari gradi di appartenenza fuzzy tra 0 e 1.

Tale grado di appartenenza è determinato da quanto questo punto sia distante dai centroidi di ogni cluster. Per cui un dato può far parte di tutti i cluster ma con gradi che possono variare, come per esempio:

- Cluster A -> 0.3 -> abbastanza vicino;
- Cluster B -> 0.2 -> abbastanza lontano;
- Cluster C -> 0.5 -> molto vicino.

L'algoritmo ha come fine l'ottimizzazione della seguente funzione obbiettivo:

$$J_m = \sum_{i=1}^{D} \sum_{j=1}^{N} \mu_{ij}^{m} \parallel x_i - c_j \parallel^2$$

Dove **D** è il numero degli elementi, **N** è il numero di cluster, **m** è un esponente a matrice di partizioni fuzzy per il controllo del grado di sovrapposizione, con m>1. L'elemento i-esimo è dato dalla variabile **xi**, **cj** è il centroide (baricentro) del cluster j-esimo, **μij** è il grado di appartenenza di xi nel cluster j e infine **‖ ‖** è una norma che esprima la somiglianza tra un qualsiasi elemento e il centro del cluster.

Uno pseudo-codice per FCM potrebbe essere:

Inizializza D ed N.
Inizializza μ_{ij} con dei valori casuali.
do {
calcola i centroidi con la seguente formula: $c_j = \frac{\sum_{i=1}^{D} \mu_{ij}^{m} x_i}{\sum_{i=1}^{D} \mu_{ij}^{m}}$;

aggiorna μ_{ij} secondo quanto segue: $\mu_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{N} \left(\frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|}\right)^{\frac{2}{m-1}}}$;

} while (riduzione J_m significativa & iteration < max)

2. ANALISI DELLE PATOLOGIE

2.1 FIBROMIALGIA

La **sindrome fibromialgica** (FM) è una forma di dolore muscolo-scheletrico, non articolare, cronico, diffuso, in assenza di alterazioni significative all'esame obiettivo e ai controlli laboratoristici e radiologici. Le parti più interessate sono i muscoli e le loro inserzioni tendinee, i legamenti e i tessuti periarticolari. Tale sintomatologia dolorosa si accompagna, all'esame obiettivo, alla presenza di aree di elettiva dolorabilità alla digitopressione, definite "tender points" (TPs), localizzate in corrispondenza di alcune inserzioni tendinee o nei ventri muscolari stessi.

Recentemente si è affermato il concetto di fibromialgia come "sindrome da dolore centrale", caratterizzata dalla disfunzione dei neurocircuiti preposti alla percezione, trasmissione e processazione delle afferenze nocicettive, con prevalente estrinsecazione del dolore a livello dell'apparato muscoloscheletrico. Oltre al dolore possono essere presenti molteplici sintomi di accompagnamento (astenia, disturbi del sonno, dolori addominali…) comuni ad altre sindromi da sensibilizzazione centrale (Cazzola et al., 2008).

2.1.1 Sintomi

I sintomi della fibromialgia possono essere distinti in sintomi più comuni e tipici, sintomi frequenti ma meno classici, e sintomi aggiuntivi. Tra i più comuni abbiamo:

- Il dolore cronico diffuso che dura da almeno tre mesi, il sintomo principe per definizione. Le sedi in cui il dolore viene più comunemente riscontrato sono il tratto lombare, il collo, le spalle, le braccia, le mani, le ginocchia, le anche, le cosce, le gambe, i piedi (Yunus, Masi e Aldag, 1989) e la zona anteriore del torace (Pellegrino, 1990). La gravità e la localizzazione del dolore possono variare a seconda dei giorni.
- La fatica moderata o severa (che va attentamente differenziata dalla sonnolenza), presente dal 75% al 90% dei pazienti (Lessard e Russel, 1989; Russel, 1992), è un altro dei sintomi più comuni.
- Il terzo dei sintomi cardine della fibromialgia è il sonno non ristoratore. Sono circa il 75% i pazienti che riferiscono la presenza di disturbi del sonno (come ipersonnia, insonnia precoce, media o tardiva, risvegli frequenti, sonno leggero o irregolare riposo diurno o inversioni del ritmo sonno-veglia). Ciò che può verificarsi è l'instaurarsi di un circolo vizioso, in cui il sonno non adeguato aggrava il dolore e quest'ultimo, a sua volta, contribuisce a disturbare il sonno.

2.1.2 Fibromialgia e depressione

Esistono dati scientifici che rivelano come le persone affette da questa patologia siano maggiormente inclini alla depressione. Più precisamente, secondo alcuni ricercatori i sintomi della fibromialgia innescherebbero una sequela di pensieri negativi e catastrofici circa il proprio futuro e la possibilità di guarigione; questi pensieri negativi incrementano a loro volta i sintomi depressivi innescando un potente circolo vizioso, che rinforza e mantiene la patologia (Pinto et al. 2016).

Analogamente l'intensità del dolore percepito, la paura di muoversi e i disturbi del sonno, sarebbero in relazione con la gravità del quadro depressivo. Più è elevata la percezione soggettiva del dolore e più ci sente depressi (Hadlandsmyth et al. 2017).

2.1.3 Diagnosi

Attualmente, è assente un consenso sufficientemente unanime e consolidato tra gli specialisti rispetto ai criteri per la diagnosi e all'approccio terapeutico. La conseguenza è che per una persona affetta da fibromialgia trascorrono in media più di 2 anni prima della diagnosi, dopo almeno 3 differenti visite specialistiche e diversi esami.

Il trattamento presenta altrettante criticità, ma è comunque necessario per evitare un peggioramento delle condizioni del paziente: la scarsa adesione alle indicazioni terapeutiche dovrebbe essere valutata come una delle potenziali cause di non miglioramento della sintomatologia.

2.1.4 Osservazioni

Essendo la fibromialgia una malattia ereditaria, il monitoraggio costante dello stile di vita di un individuo consentirebbe di individuare tempestivamente la presenza di anomalie e proseguire con i relativi accertamenti. Dato che la diagnosi richiede, come specificato in precedenza, tempistiche lunghe, tale soluzione permetterebbe una riduzione complessiva del periodo che separa la manifestazione dei primi sintomi e l'inizio della terapia, strettamente necessaria per ottenere un rallentamento della degenerazione dei disturbi legati alla patologia.

Considerando la frequente comparsa di disturbi depressivi in concomitanza con l'esordio della fibromialgia, sarà necessario tenere conto dei sintomi relativi al

disturbo mentale durante la valutazione di quelli che sono i possibili campanelli d'allarme per la diagnosi della sindrome fibromialgica.

2.2 DISTURBO DIPENDENTE DI PERSONALITA'

Il **disturbo dipendente di personalità**, in passato noto anche come *disturbo da personalità astenica,* è un disturbo di personalità caratterizzato da una pervasiva dipendenza psicologica da altre persone, da cui si ricerca protezione o approvazione. Questo disturbo è una condizione a lungo termine in cui le persone dipendono dagli altri per soddisfare i loro bisogni emotivi e fisici, con solo una minoranza che raggiunge livelli normali di indipendenza. Esso è anche caratterizzato da eccessiva paura e ansia.

Nei pazienti con disturbo dipendente di personalità, la necessità di essere accuditi ha come effetto la perdita della loro autonomia e dei loro interessi. Poiché sono intensamente preoccupati che qualcuno si prenda cura di loro, diventano eccessivamente dipendenti e sottomessi.

Chi soffre di questo disturbo ha una percezione tipica di sé che lo porta come conseguenza ad avere una bassa autostima. Normalmente le persone con questo disturbo si sentono inadeguate rispetto agli altri, come se avessero qualcosa di meno che le porta a sentirsi inferiori; si percepiscono infatti sbagliate. Tale considerazione le rende quindi insicure e con bassa autostima e questo si ripercuote sul loro modo di relazionarsi con le persone e sul ruolo che gli altri rivestono nella loro vita. Questo disturbo colpisce con maggiore frequenza il sesso femminile e soggetti con un'età media superiore ai 40 anni.

2.2.1 Sintomi e criteri diagnostici

Per capire se una persona soffre di disturbo dipendente di personalità, è necessario riscontrare almeno cinque di questi sintomi:

- Il paziente deve mostrare un'evidente difficoltà a prendere decisioni quotidiane senza il ricorso a suggerimenti, rassicurazioni e consigli da parte degli altri.
- Le responsabilità che dovrebbero spettare a loro vengono sistematicamente relegate ad altri individui.
- Paura di essere in disaccordo con gli altri e rischiare disapprovazione.
- Difficoltà a iniziare progetti senza il supporto di altri.
- Eccessivo bisogno di protezione e supporto da parte di altri, anche permettendo ad altri di imporre loro stessi piuttosto che rischiare il rifiuto o la disapprovazione.
- Sensazione di vulnerabilità nei momenti di solitudine.

- Immediata ricerca di una relazione non appena ne è terminata una.
- Preoccupazione irrealistica di essere lasciati soli e di non essere in grado di prendersi cura di se stessi.

2.2.2 Disturbo dipendente di personalità, depressione e suicidalità

La depressione è uno dei più comuni problemi presenti nelle persone che soffrono di disturbo dipendente di personalità e si manifesta con una generale mancanza d'iniziativa, con un sentimento che li porta a sentirsi indifesi e con una difficoltà di *problem solving* e *decision making*.

Anche i disturbi d'ansia sono spesso associati al disturbo dipendente di personalità, poiché fanno affidamento sulle altre persone senza le quali ritengono di non poter vivere, sono molto predisposti all'ansia da separazione, sono sempre preoccupati di essere abbandonati e lasciati da soli senza protezione.

Nonostante il comportamento suicidario (suicidio e tentativo di suicidio) sia un comportamento umano complesso e determinato da più cause, associato a numerosi fattori di rischio e protettivi, un episodio depressivo, a maggior ragione se non trattato, è il fattore di rischio più importante. Fino al 15% dei pazienti con disturbi dell'umore muore suicida e la metà di essi commette almeno un tentativo di suicidio nel corso della vita. Il comportamento suicidario in pazienti con disturbo dell'umore si manifesta quasi esclusivamente durante un episodio depressivo maggiore acuto e grave. Ciò suggerisce che il comportamento suicidario in pazienti con disturbi dell'umore sia un fenomeno fortemente dipendente dalla copresenza di fenomeni depressivi.

2.2.3 Osservazioni

Per quanto potrebbe risultare interessante l'utilizzo di scarpe sensorizzate per la diagnosi dei disturbi dell'umore, questi dispositivi sarebbero ben più efficaci successivamente al riconoscimento della "malattia", ossia durante una possibile terapia cognitivo-comportamentale.

Poiché, come osservato in precedenza, nella gran parte dei casi il disturbo dipendente di personalità è accompagnato da fenomeni depressivi, un accurato monitoraggio della vita del paziente consentirebbe di rilevare eventuali peggioramenti e di intervenire, per evitare il compimento di atti di suicidio o banalmente per bloccare la degenerazione imminente dello stato mentale della persona in cura.

3. ARCHITETTURA STIGMERGICA MULTILIVELLO

I dati inviati dalle *smart shoes* sono dati grezzi ed hanno una forma diversa dai dati che verranno trattati nello scenario che sarà creato. Questi, infatti, sono elaborati da un'architettura stigmergica su cinque livelli prima di poter essere effettivamente utilizzati.
Nel nostro studio, l'elaborazione dei segnali avviene attraverso 5 livelli:

- MOVIMENTO ATTUALE DEL PIEDE (1° livello stigmergico)
- POSIZIONE DEL CORPO 15 MINUTI (2° livello stigmergico)
- MOBILITÀ DEL CORPO ORARIA (3° livello stigmergico)
- COMPORTAMENTO MOBILITÀ GIORNALIERO (4° livello stigmergico)
- COMPORTAMENTO MOBILITÀ MENSILE (5° livello stigmergico)

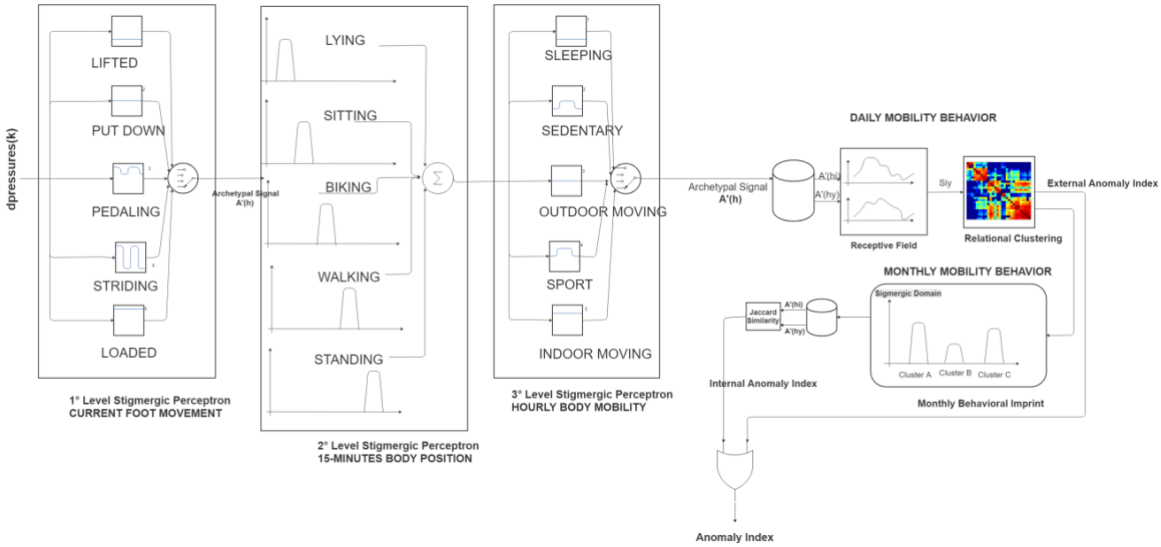


Figura 7, Architettura Multilivello Stigmergica

Il primo livello ha il compito di trasformare il segnale grezzo in forma archetipale. Precisamente, il segnale viene processato da un primo percettrone stigmergico cha ha il compito di riconoscere e classificare il movimento del piede in una finestra temporale di due secondi. Da questo livello otteniamo 5 archetipi di base, che sono stati definiti ispezionando visivamente i segnali, cercando di massimizzare la compressione dei segnali senza perdere informazioni:

- LIFTED
- PUT DOWN
- PEDALING
- STRIDING
- LOADED

Il secondo livello calcola la similarità della traccia stigmergica del segnale in ingresso con le tracce stigmergiche di riferimento. La finestra temporale usata in questo caso è di 15 minuti.

Il terzo livello ha lo scopo di riconoscere la stabilità e la mobilità del soggetto, la finestra temporale utilizzata in questo livello è di un'ora. Anche in questo caso otteniamo 5 archetipi di base, definiti ispezionando visivamente i segnali:

• SLEEPING
• SEDENTARY
• OUTDOOR MOVING
• SPORT
• INDOOR MOVING

Dopodichè si passa al quarto livello stigmergico il cui compito è quello di calcolare le somiglianze tra i giorni. In questo caso, per il calcolo delle somiglianze non verranno usate le impronte stigmergiche, ma la semplice distanza euclidea. Una volta trovate le somiglianze bisogna classificare i giorni che compongono il mese; entra quindi in gioco il clustering, in particolare l'algoritmo Fuzzy C-means, il quale mostrerà la distribuzione e la similarità delle giornate. I cluster considerati sono tre, definiti come:
• Giorni sedentari/Ufficio (cluster rosso)
• Giorni con attività fisica o di laboratorio (cluster verde)
• Weekend (cluster blu)

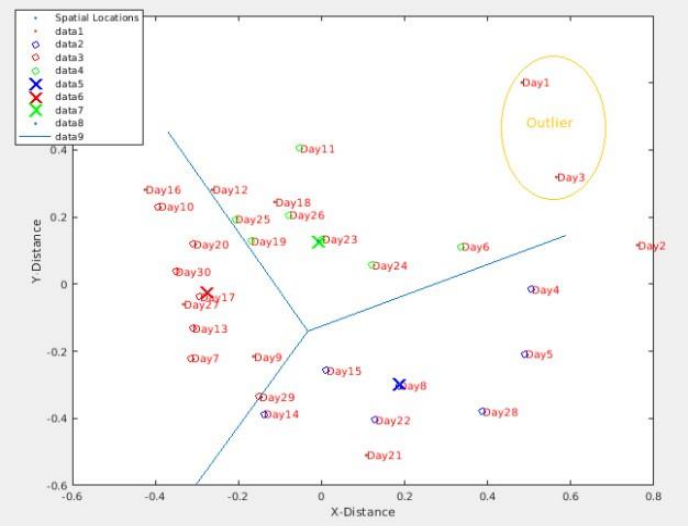


Figura 8, Esempio di divisione dei giorni in 3 cluster

Il quinto e ultimo livello si occupa di calcolare l'indice di anomalia. Lo scopo di questo livello è quello di trovare un giorno anomalo che sia lontano dagli altri giorni e dai centroidi dei cluster. Il rilevamento di valori anomali è il processo di ricerca di dati con comportamenti molto diversi da quelli previsti. Il rilevamento di anomalie e l'analisi di clustering sono due procedure altamente correlate: il clustering trova i modelli di maggioranza in un set di dati e organizza i dati di conseguenza, mentre il rilevamento di anomalie cerca di catturare quei

casi eccezionali che si discostano dai modelli di maggioranza. Nel nostro contesto si possono definire due categorie principali:

• ANOMALIA ESTERNA

• ANOMALIA INTERNA

La somma di queste due anomalie ci consente di ricavare l'indice di anomalia globale.

3.1 ANOMALIA ESTERNA

Un punto che risulta essere anomalo esternamente costituisce un giorno ben lontano dalle abitudini del soggetto, il quale potrebbe rappresentare dunque un importante campanello d'allarme a livello medico. Per individuare questi punti, sarà utilizzato un indice di entropia per individuare i giorni con un valore elevato di entropia, quindi quelli la cui appartenenza a tutti i cluster è molto simile.

$$Anomaly(d) = -\frac{1}{\log_2 c}\sum_{i=1}^{c} u_i(d) \cdot log_2\big(u_i(d)\big)$$

Con **d** giorno preso in analisi. L'indice varia tra 0 e 1 ed è massimo quando le appartenenze del giorno d ai cluster definiti sono perfettamente uguali (es. uguale ad 1/3 quando i cluster considerati sono 3). Definiamo inoltre un valore di soglia, che chiameremo $\delta*$, con valore pari a 0,8151 (verrà mostrato successivamente come è stato ricavato). L'indice di anomalia esterna viene così calcolato:

$$ExternalAnomalyIndex(EAI) = Anomaly(d) - \delta^*;$$

$$if(EAI < 0)\ EAI = 0;$$

3.2 ANOMALIA INTERNA

L'anomalia interna è definita come il cambiamento di distribuzione dei giorni all'interno dei cluster definiti nel tempo. Dopo aver effettuato il clustering abbiamo ottenuto una classificazione dei giorni del mese abitudinario in 3 gruppi. L'idea è che se il soggetto cambia le sue abitudini (cioè la distribuzione dei giorni varia) il sistema deve essere in grado di riconoscerlo, in quanto potrebbe essere correlato ad alcuni problemi (malattia, disturbi minori o maggiori ecc…). Per calcolare il grado di anomalia interna viene usata una finestra mobile di 30 giorni, aggiungendo di volta in volta i giorni relativi al manifestarsi o al peggioramento della patologia e togliendo il giorno più vecchio del mese di riferimento. Per ogni nuova finestra viene poi ricalcolata la distribuzione delle giornate nei cluster definiti, trovando infine la somiglianza tra le varie finestre attraverso l'indice di Jaccard, noto anche come coefficiente di similarità di Jaccard. Esso è un indice statistico utilizzato per confrontare

la similarità e la diversità di insiemi campionari; è definito come la dimensione dell'intersezione divisa per la dimensione dell'unione degli insiemi campionari:

$$J(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

3.3 INDICE DI ANOMALIA GLOBALE

Dai due tipi di anomalie precedentemente descritte ricaviamo l'indice di anomalia globale, calcolato come la somma dell'anomalia interna e quella esterna:

$GlobalAnomalyIndex = ExternalAnomalyIndex + InternalAnomalyIndex$

4. DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO

4.1 PANORAMICA DELL'ESPERIMENTO

Il soggetto da noi studiato, che chiameremo Marco, è un uomo di 65 anni e svolge la professione di insegnante. Marco ha indossato per un mese intero e per 17 ore al giorno le scarpe intelligenti Ki-foot, grazie alle quali abbiamo immagazzinato le sue abitudini. Marco è un soggetto affetto da disturbo dipendente di personalità e da fibromialgia. Il monitoraggio attraverso l'uso di scarpe intelligenti può essere utile per monitorare un eventuale peggioramento della condizione psichica dell'individuo, così come potrebbe essere segnalata una forma di peggioramento nella mobilità a causa dell'aggravarsi dei sintomi della sindrome fibromialgica. Sono stati creati due diversi scenari per verificare se il sistema è effettivamente in grado di rilevare eventuali anomalie dovute alle patologie da cui Marco è affetto; essi sono stati ottenuti tenendo in considerazione le abitudini del soggetto e si è cercato quindi di mantenere il più realistico possibile il suo comportamento. In particolare sono stati costruiti due diari, ciascuno prende in esame un mese intero. Il primo diario tiene conto di un possibile peggioramento relativo al disturbo dipendente di personalità di cui l'individuo è affetto, dovuto ad un ipotetico allontanamento per cause lavorative della persona alla quale egli è più subordinato. Il secondo invece, considera l'aggravamento dei disturbi causati dalla fibromialgia.

4.2 MESE DI RIFERIMENTO

Nel mese di riferimento, descritto sinteticamente dal diario presente in appendice, ogni mattina Marco si sveglia nella fascia oraria che va dalle 7.30 alle 9.00, fa colazione e a seconda dei giorni comincia a prepararsi per andare a lavoro o per uscire con la famiglia, occasionalmente rimane a casa a rilassarsi. Abitualmente usa la bici per andare a lavoro e impiega circa venti minuti per arrivarci. Lavora cinque giorni alla settimana, dal lunedì al venerdì e nel mese preso in considerazione, oltre ai weekend liberi, ha avuto altri due giorni non lavorativi. Normalmente, nel weekend e nei giorni di riposo, va al parco con la famiglia, a fare la spesa o si dedica ai lavori in casa come il giardinaggio, piccoli lavori in garage e raramente trascorre giornate intere in casa a rilassarsi sul divano. Le ore lavorative, per la maggior parte del tempo si svolgono in ufficio, quindi si tratta per lo più di un lavoro privo di movimento. In determinati periodi lavorativi vengono svolte attività che comportano maggiore movimento come ad esempio: meeting, laboratori, lezioni, ecc…, che nello specifico sono state svolte 16 per una durata complessiva di circa 21 ore. Occasionalmente usa l'auto come mezzo di trasporto, in genere viene usata soltanto per andare al supermercato. Tra i vari parametri che sono stati monitorati, vi rientrano anche attività ginniche (come la corsa, stretching, ginnastica svolta in casa, passeggiate in bici) eseguite

sporadicamente per un totale di circa 26 ore. In queste ore non sono considerati i brevi spostamenti fatti in bici, ma vi rientrano le passeggiate al parco o in fiera. A fine giornata, si rilassa guardando la tv sul divano e generalmente va a dormire nella fascia oraria che va dalle 22.30 alle 23.30.

4.3 COSTRUZIONE DEGLI SCENARI

Il nostro scopo è stato quello di simulare un segnale archetipale dato dall'output del 3° livello dell'architettura e quindi quello che sarà l'input del 4° livello. Prendendo come punto di riferimento il mese originale in cui il nostro soggetto (Marco) è stato monitorato, abbiamo ipotizzato il peggioramento delle malattie di cui è affetto.

In un caso, si è supposto un peggioramento dello stato psicologico dell'individuo a causa del disturbo dipendente di personalità di cui soffre. Sulla base delle informazioni mediche reperite si è supposto che piano piano Marco diminuisse sempre di più l'attività fisica fino a cessarla. Si è inoltre ipotizzato che in maniera crescente Marco aumentasse le ore di sonno giornaliere e tendesse ad avere sempre meno voglia di uscire o di svolgere qualsiasi forma di attività individuale, perdendo di vista anche gli impegni lavorativi (prima con sporadiche mancanze, seguite poi da una settimana consecutiva di assenza).

Per quanto riguarda l'ipotesi di un eventuale deterioramento delle condizioni fisiche di Marco dovute alla sindrome fibromialgica preesistente, si è supposta una diminuzione sempre maggiore delle ore di sonno dovuta fondamentalmente all'aumentare del dolore fisico. A causa della mancanza di sonno e dell'indolenzimento, si è ipotizzato che il soggetto abbandonasse totalmente l'attività fisica e qualsiasi forma di movimento, prediligendo l'uso di mezzi per qualsiasi forma di spostamento. Anche in questo caso è stato supposto che la malattia progredisse a tal punto da costringere Marco a non recarsi a lavoro per circa una settimana.

Per prima cosa è stato creato un diario in forma tabellare di trenta giorni, in cui ora per ora sono state annotate le attività svolte dal soggetto e trasformate in una serie numerica, formata quindi da 17 campioni. Ogni archetipo del livello 3 dell'architettura è rappresentato da un numero:

- 0 → sleeping
- 1 → sedentary
- 2 → outdoor moving
- 3 → sport
- 4 → indoor moving

Per ogni ora è stata calcolata la rappresentazione corrispondente composta anche da numeri decimali (es. se in 40 minuti il soggetto passa 25 minuti in ufficio e gli altri 15 passeggia in bici, allora la rappresentazione numerica sarà costituita dalla media ponderata dei due archetipi di base: 2,75). Nel caso del diario del mese di riferimento, la rappresentazione di ciascun giorno era già stata calcolata, dunque è risultato necessario trovare le rappresentazioni delle giornate relative ai diari "ipotetici" creati (per un calcolo preciso delle rappresentazioni si veda il capitolo 6.4).

4.4 IMPLEMENTAZIONE DEL 3° LIVELLO STIGMERGICO

Per cominciare, è stato creato un file in ambiente Matlab. In particolare, per ciascuno dei diari è stata realizzata una matrice 30x17: le righe corrispondono a ciascun giorno del mese preso in considerazione, le colonne ad ogni rappresentazione delle 17 ore campionate in una giornata.

```
Command Window
>> meseRif=zeros(30,17);


meseRif(1,:)=[0 1 1 1 3 3 1 0 0 2 3 3 1 1 1 1 0];
meseRif(2,:)=[3 2 3 1 3 3 2 1 2 2 2 1 1 2 1 1 0];
meseRif(3,:)=[0 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 0];
meseRif(4,:)=[0 1 1 1 1 1 3 3 3 3 3 1 1 1 1 1 0];
meseRif(5,:)=[0 2 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4 4 1 1 1 0];
meseRif(6,:)=[0 2 3 3 1 1 2 3 2 1 1 1 2 1 1 1 0];
meseRif(7,:)=[0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0];
meseRif(8,:)=[0 0 1 3 3 3 4 1 0 1 3 3 1 1 1 1 1];
meseRif(9,:)=[0 0 0 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 0 0];
meseRif(10,:)=[0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0];
meseRif(11,:)=[0 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 0];
```

Figura 9, Matrice relativa al diario del mese di riferimento

In seguito è stato calcolato l'indice di anomalia globale, necessario per rilevare dei cambiamenti nello stile di vita di Marco e dunque il possibile peggioramento di una patologia da cui è affetto.

4.5 IMPLEMENTAZIONE DEL 4° LIVELLO STIGMERGICO

Nel quarto livello stigmergico viene calcolata la somiglianza tra giorni, ottenuta in questo caso come distanza euclidea. E' stata definita una matrice 30x30 chiamata *somiglianze*, in cui sono riportate le somiglianze tra ciascun giorno e i restanti 29, successivamente normalizzata in modo tale che ogni campo fosse un intero compreso tra 0 e 1.

```
Command Window
>> somiglianze=zeros(30,30);

for i=1:30

    for j=1:30

        somiglianze(i,j)=norm(meseRif(i,:)-meseRif(j,:));

    end

end
>> minimo=min(min(somiglianze));
massimo=max(max(somiglianze));

somNorm=(somiglianze-minimo)./(massimo-minimo);
somNorm=1-somNorm;
```

Figura 10, Matrice delle somiglianze e normalizzazione

In seguito è stato effettuato il clustering delle varie giornate in 3 cluster differenti, utilizzando FCM.

```
Command Window
>> fuzziness=2;
MaxStep = 100;
minError = 0.0001;
fcmOptions = [ fuzziness MaxStep minError true ];
numeroClusters=3;
[centers, U]=fcm(somNorm,numeroClusters,fcmOptions);
```

Figura 11, Clustering con FCM

Inoltre, le giornate sono state distinte come normali ed anomale. E' stato necessario trovare il valore di soglia $\delta*$: sapendo che nel mese di riferimento circa 9-10 giorni risultano anomali, il valore di soglia trovato risulta essere 0.8. Per tutti i giorni **d** del mese di riferimento, poi è stato trovato *Anomaly(**d**)* (si veda la matrice *anomalia* nel seguente estratto di codice Matlab, Fig.12) e sono stati classificati come normali tutti quelli aventi *Anomaly(**d**)* $<= \delta*$.

```
Command Window
>> anomalia=zeros(1,30);

for i=1:30

    anomalia(1,i)= -(1/log2(length(U(:,i)))).*(sum(U(:,i).*log2(U(:,i))));

end
```

Figura 12, Calcolo di Anomaly(d) per ogni giornata del diario di riferimento

Tenendo conto della classificazione in giorni anomali ed anomali, il risulato ottenuto è stato:

```
giorniNormali=[3 5 7 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19 20 21 22 23 24 27 30];
giorniAnomali=[1 2 4 6 8 18 25 26 28 29];
```

Ritornando invece al risultato del clustering e ricordando la decisione iniziale di ripartire le giornate in 3 cluster (*giorniLab*, giornate con molta attività; *giorniSed*, giornate sedentarie; *giorniSett*, giornate libere o di divertimento), i giorni precedentemente classificati come normali sono stati così ripartiti:

```
giorniSed=[3 7 9 10 11 13 16 17 20 23 27 30];
giorniLab=[5 12 19 22 24 ];
giorniSett=[14 15 21];
```

A questo punto, sono state calcolate altre due matrici delle somiglianze rispettivamente per il mese in cui il paziente è affetto da disturbo dipendente di personalità (*somiglianzeDisturbo*) e per il mese con il peggioramento della sindrome fibromialgica (*somiglianzeFibro*). In questo caso, sono riportate le somiglianze tra ciascun giorno "con patologia" e i 30 giorni abitudinari in termini di distanza euclidea. Entrambe le matrici delle somiglianze, come nel caso precedente, sono state normalizzate in *somDistNorm* e *somFibroNorm*.
Successivamente, sono stati calcolati i coefficienti di appartenenza ai cluster dei punti delle nuove matrici, senza doverne ricalcolare i centri (Fig.13).

```
Command Window
>> dst=distfcm(centers,somDistNorm);
appoggio = dst.^(-2/(fuzziness-1));
appartenenzaDisturboDP = appoggio ./(ones(numeroClusters, 1)*sum(appoggio));

dst=distfcm(centers,somFibroNorm);
appoggio = dst.^(-2/(fuzziness-1));
appartenenzaFibro = appoggio ./(ones(numeroClusters, 1)*sum(appoggio));
```

Figura 13, Calcolo dell'appartenenza dei nuovi punti ai cluster

4.6 IMPLEMENTAZIONE DEL 5° LIVELLO STIGMERGICO

Il 5° livello stigmergico si occupa del calcolo dell'indice di anomalia globale, dato dalla somma degli indici di anomalia esterna ed interna. Sono state dunque calcolate le anomalie esterne nel caso di disturbo dipendente di personalità e di fibromialgia, riportate rispettivamente in *anomalieDDP* e *anomalieFibro* (Fig. 14).

```
Command Window
>> anomalieDDP=zeros(1,30);
for i=1:30

    anomalieDDP(1,i)=-(1/log2(length(appartenenzaDisturboDP(:,i)))).*(sum(appartenenzaDisturboDP(:,i).*log2(appartenenzaDisturboDP(:,i))));
   if anomalieDDP(1,i)<= 0.8
       anomalieDDP(1,i)=0;
   else
        anomalieDDP(1,i)=(anomalieDDP(1,i)-0.8)/(1-0.8);
   end
end

anomalieFibro=zeros(1,30);
for i=1:30

    anomalieFibro(1,i)=-(1/log2(length(appartenenzaFibro(:,i)))).*(sum(appartenenzaFibro(:,i).*log2(appartenenzaFibro(:,i))));
   if anomalieFibro(1,i)<= 0.8
       anomalieFibro(1,i)=0;
   else
        anomalieFibro(1,i)=(anomalieFibro(1,i)-0.8)/(1-0.8);
   end
end
```

Figura 14, Calcolo delle anomalie esterne

In seguito, sono state calcolate anche le anomalie interne per ogni nuovo giorno dei due diari considerato come normale. Segue il codice utilizzato in questa fase, nel caso del mese in cui il paziente è affetto da disturbo dipendente di personalità (Fig. 15).

```
Command Window
>>
giorniSedentari=12; % Numero giorni del mese di riferimento appartenenti al cluster 2
giorniAttivi=5; %Numero giorni del mese di riferimento appartenenti al cluster 1
giorniRiposo=3; %Numero giorni del mese di riferimento appartenenti al cluster 3

finestraSedentari=12;
finestraAttivi=5;
finestraRiposo=3;


contaGiorniNormali=0;
indiciGiorniNormali=[];
for i=1:30

    if anomalieDDP(1,i)==0
        contaGiorniNormali=contaGiorniNormali+1;
        indiciGiorniNormali=cat(2,indiciGiorniNormali,i);
    end
end

anomalieInterne=zeros(1,contaGiorniNormali);

for i=1:contaGiorniNormali

 %nuovo giorno aggiunto alla finestra
    k=indiciGiorniNormali(i);
    if appartenenzaDisturboDP(1,k)>= 0.6
        finestraAttivi=finestraAttivi+1;
    end
    if appartenenzaDisturboDP(2,k)>= 0.6
        finestraSedentari=finestraSedentari+1;
    end
    if appartenenzaDisturboDP(3,k)>= 0.6
        finestraRiposo=finestraRiposo+1;
    end
```

```
Command Window
    end
end

anomalieInterne=zeros(1,contaGiorniNormali);

for i=1:contaGiorniNormali

 %nuovo giorno aggiunto alla finestra
    k=indiciGiorniNormali(i);
    if appartenenzaDisturboDP(1,k)>= 0.6
        finestraAttivi=finestraAttivi+1;
    end
    if appartenenzaDisturboDP(2,k)>= 0.6
        finestraSedentari=finestraSedentari+1;
    end
    if appartenenzaDisturboDP(3,k)>= 0.6
        finestraRiposo=finestraRiposo+1;
    end
 %tolgo il più vecchio
    if U(1,i)>=0.6
         finestraAttivi=finestraAttivi-1;
    end
    if U(2,i)>=0.6
         finestraSedentari=finestraSedentari-1;
    end
    if U(3,i)>=0.6
         finestraRiposo=finestraRiposo-1;
    end
%Formula di Jaccard per calcolare l'anomalia interna
    numeratore=min(giorniAttivi,finestraAttivi)+min(giorniSedentari,finestraSedentari)+
    denom=max(giorniAttivi,finestraAttivi)+max(giorniSedentari,finestraSedentari)+max(g
    anomalieInterne(1,i)=numeratore/denom;

end

anomalieInterne=1-anomalieInterne;
```

Figura 15, Calcolo delle anomalie interne per il mese con DDP

Infine, è stato calcolato l'indice di anomalia globale per ciascun giorno dei due diari, semplicemente sommando gli indici precedentemente calcolati (Fig. 16).

```
Command Window
>> anomalieGlobali=zeros(1,30);

for i=1:contaGiorniNormali

    k=indiciGiorniNormali(i);
    anomalieGlobali(1,k)=anomalieInterne(i);
end

anomalieGlobali=anomalieGlobali+anomalieDDP;
```

Figura 16, Calcolo dell'indice di anomalia globale per il mese con DDP

4.7 RISULTATI E CONCLUSIONI

Abbiamo così ottenuto i due indici di anomalia globale relativi ai due scenari creati. E' molto importante tenere conto del fatto che il calcolo delle somiglianze è avvenuto attraverso l'uso della distanza euclidea, e non dell'impronta stigmergica. Nel nostro caso infatti il soggetto lavora molto in ufficio, dunque la sua attività è classificata principalmente come sedentaria. Poichè i giorni in cui è affetto da disturbo dipendente di personalità, ma anche i giorni in cui subisce un peggioramento della sindrome fibromialgica, sono molto sedentari, tale meccanismo, che si basa appunto sull'utilizzo della distanza euclidea, fatica maggiormente a riconoscere le anomalie esterne rispetto al caso in cui il soggetto fosse stato molto attivo.

4.7.1 Mese con disturbo dipendente di personalità

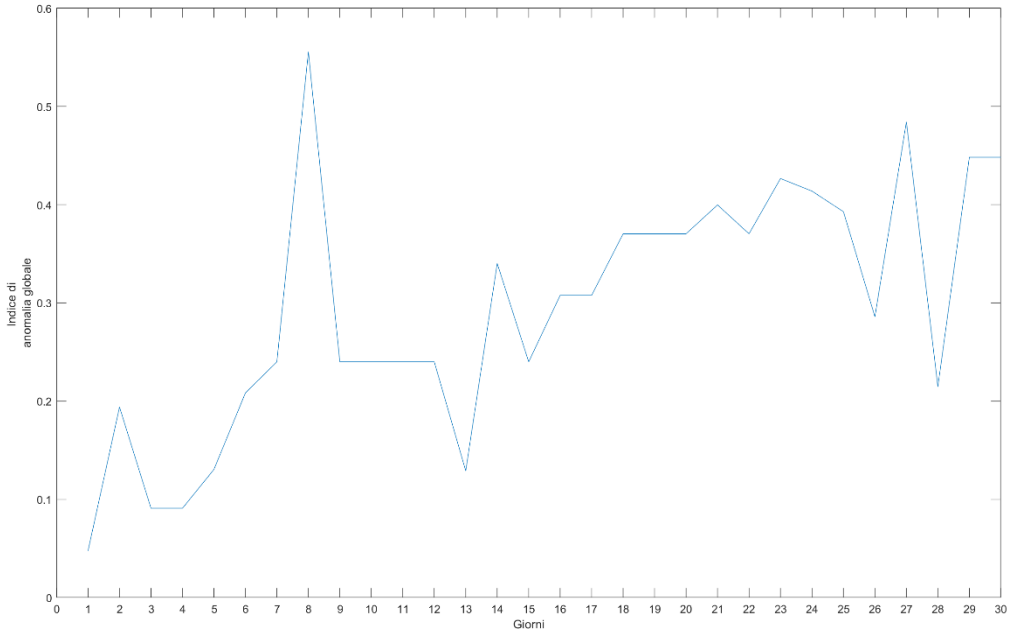


Figura 15, Indice di anomalia globale per il mese con disturbo dipendente di personalità

Durante questo mese il soggetto Marco cambia le sue abitudini, a causa di un peggioramento del disturbo dipendente di personalità da cui è affetto, dovuto ad un ipotetico allontanamento per cause lavorative della persona alla quale egli è più subordinato. In particolare, inizialmente non sono tangibili molti cambiamenti, questo perché inizialmente si è ipotizzato che la persona in questione non fosse ancora in condizioni psicologiche critiche. Si possono notare dei picchi nell'indice per il secondo giorno, in cui il paziente lavora poco poiché inizia a non stare bene, e per l'ottavo giorno, in cui il paziente abbandona l'uso della bici per andare a lavoro. Marco, col passare dei giorni e il deterioramento conseguente del suo stato di salute mentale, evita sempre di più qualsiasi forma di attività fisica, prediligendo l'utilizzo della

macchina come mezzo di trasporto e abbandonando lo sport: questo poiché il disturbo dipendente di personalità si manifesta con sintomi molto simili a quelli della depressione, la quale porta l'individuo a sentirsi privo di energie e a perdere interesse per qualsiasi attività. Non avendo alcuna forma di stimolo, il soggetto in questione va a dormire molto prima rispetto alla solita fascia oraria. Negli ultimi giorni prima di smettere di andare a lavorare, evita di pranzare con i colleghi per fare dei sonnellini e nel pomeriggio, quando è libero da impegni, dorme spesso. A partire dal diciannovesimo giorno circa, l'indice risulta abbastanza stabile con valori non trascurabili, infatti è esattamente in questo periodo che la malattia prende il sopravvento con maggiore violenza, costringendo il paziente a smettere di andare a lavorare pochi giorni dopo.

4.7.2 Mese con fibromialgia

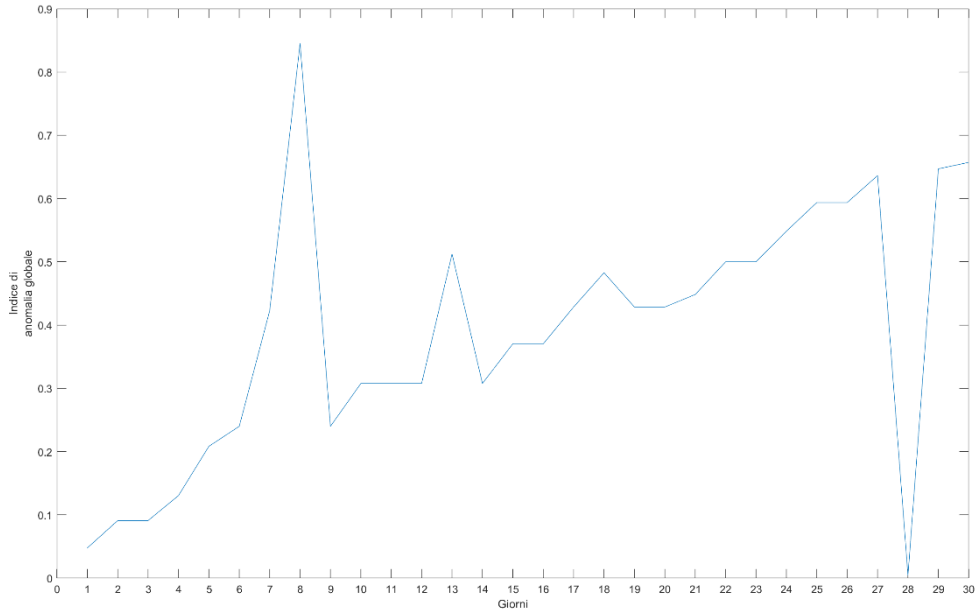


Figura 18, Indice di anomalia globale per il mese con fibromialgia

Durante questo mese il soggetto Marco subisce un peggioramento della sindrome fibromialgica da cui è affetto. Inizialmente l'indice cresce lentamente, come nel caso precedentemente analizzato, poichè è stato supposto che tale peggioramento sia avvenuto in maniera graduale. In particolare, si può notare un picco nell'indice nell'ottavo giorno del diario, in cui il paziente smette di andare a lavoro in bici e riduce le ore di sonno a causa dei dolori. Marco infatti, per via dei dolori sempre maggiori, non riesce a svolgere troppa attività fisica e, come nella patologia considerata precedentemente, predilige l'utilizzo della macchina come mezzo di trasporto. A differenza del disturbo dipendente di personalità, il dolore fisico causato dalla fibromialgia rende difficile le nottate del soggetto, rubandogli molte ore di sonno: le sue giornate saranno sempre più sedentarie, ma prive di veri a propri attimi di riposo.

A partire dal ventiduesimo giorno del diario, il paziente non riesce nemmeno più a recarsi a lavoro, conducendo giornate sempre più monotone, come si nota dal lento ma continuo incremento dell'indice di anomalia. Come si può evincere dal grafico, il ventottesimo giorno è caratterizzato da un indice di anomalia globale nullo, ciò probabilmente è dovuto al fatto che il soggetto torna ad avere delle giornate più 'normali', meno sedentarie: egli infatti spende circa quattro ore fuori casa, tra il fisioterapista ed una passeggiata al parco, e riprende a dormire.

4.7.3 Conclusioni

In conclusione, gli indici di anomalia globale analizzati mostrano chiaramente come il sistema permetta di notare tempestivamente eventuali peggioramenti nel caso di patologie che influiscono sulla mobilità di un individuo, consentendo un rapido intervento sanitario.

Come anticipato, la correttezza del sistema è dovuta essenzialmente dall'indice di anomalia interna, mentre l'indice di anomalia esterna risulta un po' impreciso, a causa dell'utilizzo della distanza euclidea per il calcolo delle somiglianze tra le giornate. La maggior parte delle giornate del diario di riferimento sono state classificate come sedentarie e quindi rappresentate da serie numeriche in cui prevale l'archetipo 1. Le giornate introdotte nei diari delle patologie, seppur per cause diverse, costringono Marco alla sedentarietà e sono quindi rappresentate anch'esse da serie numeriche composte principalmente da 0 e 1. Pur essendo queste giornate anomale esternamente nel caso del disturbo dipendente di personalità, poiché è raro che il paziente trascorra tanto tempo a letto, il sistema non riesce a classificarle come tali in quanto calcolando la somiglianza come distanza euclidea tra una giornata abitudinaria e una giornata anomala questa risulterà piccola, credendo che le giornate siano simili. Si potrebbe quindi utilizzare un meccanismo più preciso per il calcolo della somiglianza tra giorni, ottenendo un indice di anomalia esterna più preciso.

Nonostante le imprecisioni, risulta evidente il fatto che le *smart shoes* siano un ottimo sistema per la rilevazione di eventuali peggioramenti nello stato di salute di un paziente, sia per la tempestività nella rilevazione di cambiamenti delle abitudini del soggetto da parte del sistema, sia per la non invasività e quindi comodità del dispositivo indossabile.

5. STUDIO DELLA ROBUSTEZZA DELL'INDICATORE

Un indicatore si dice robusto quando il suo valore numerico è "stabile" rispetto a perturbazioni numeriche. Nel caso preso in analisi, l'indicatore di riferimento è costituito dall'indice di anomalia globale, pertanto è necessario verificare che esso risulti stabile nel caso di perturbazioni presenti nella rilevazione della forma archetipale relativa a ciascuna ora di attività monitorata dalle scarpe sensorizzate. La robustezza dell'indice di anomalia globale è stata valutata attraverso l'analisi della sua deviazione standard, come verrà mostrato successivamente.

Lo studio della robustezza è fondamentale per verificare che anche in presenza di disturbi, è possibile rilevare un'anomalia e dunque il conseguente peggioramento dello stato di salute di un paziente. L'analisi è stata effettuata sia nel caso del diario relativo al disturbo dipendente di personalità, che nel caso della fibromialgia.

5.1 DEVIAZIONE STANDARD

La deviazione standard è un indice di dispersione statistico, vale a dire una stima della variabilità di una popolazione di dati o di una variabile casuale.

È uno dei modi per esprimere la dispersione dei dati intorno ad un indice di posizione, quale può essere, ad esempio, la media aritmetica o una sua stima. Nel caso analizzato, l'indice di posizione sarà il valore dell' indice di anomalia globale calcolato in assenza di perturbazione. Definiamo la deviazione standard di un carattere rilevato su una popolazione di N unità statistiche come:

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}{N}},$$

dove i valori **xi**, in questo caso, corrisponderanno agli **N** indici di anomalia globale calcolati per determinate condizioni di perturbazione che verranno illustrate successivamente, mentre **x** segnato, che generalmente corrisponde ad una media campionaria, è il valore dell'indice di anomalia globale calcolato in assenza di perturbazione.

5.2 NUMERI CASUALI UNIFROMEMENTE DISTRIBUITI

Le perturbazioni sono state scelte come numeri casuali uniformemente distribuiti all'interno di un intervallo, utilizzando la funzione *rand* messa a disposizione da Matlab, che restituisce un singolo numero casuale uniformemente distribuito nell'intervallo (0,1). Questi numeri

causali uniformemente distribuiti sono legati ad una distribuzione continua uniforme di probabilità. In particolare, in teoria della probabilità la distribuzione continua uniforme è una distribuzione di probabilità continua che è uniforme su un insieme, ovvero che attribuisce la stessa probabilità a tutti i punti appartenenti ad un dato intervallo [a,b] contenuto nell'insieme.

5.3 SINTESI DEL PROCEDIMENTO SEGUITO

Lo studio della robustezza è strettamente legato all'applicazione di una perturbazione sui dati raccolti. In particolare, questa perturbazione è stata applicata alla forma archetipale di ogni ora di ciascuna giornata per i soli diari delle patologie in un caso, nell'altro anche per il diario di riferimento.

Le perturbazioni sono state scelte come numeri casuali uniformemente distribuiti all'interno di un intervallo [-x;x], con x compreso tra 0.1 e 0.8. Nello specifico, sono stati generati 100 valori di perturbazioni per ciascun valore di x preso in considerazione, in modo da avere una popolazione abbastanza ampia. A questo punto, per ogni valore di x e per ognuna delle giornate dei diari considerati è stato possibile definire ben 100 indici di anomalia globale.

Successivamente, considerando un valore di x fisso, è stata calcolata la deviazione standard degli indici di anomalia globale rispetto all'indice di anomalia globale in assenza di perturbazione, questo per ciascuno dei 30 giorni possibili. Quindi, a questo punto, sono a nostra disposizione i valori delle deviazioni standard, dipendenti dal giorno preso in considerazione e dalla scelta del valore x.

Poiché data una curva di anomalia vogliamo misurare la variazione indotta da una perturbazione, al crescere della perturbazione e al variare dei giorni, è stato realizzato un grafico tridimensionale per mostrare ciò. In particolare, per comprimere maggiormente la rappresentazione, per ciascun valore di x è stata calcolata la media delle deviazioni standard degli indici su gruppi di 5 giornate, utilizzando una finestra mobile, prima di 2 e poi di 3 giorni. Infine è stato possibile ottenere il grafico, ponendo sull'asse delle ascisse i valori di x, sull'asse delle ordinate il numero del gruppo di giorni presi in considerazione per il calcolo della media e infine sull'asse delle z sono stati riportati i valor medi delle deviazioni standard, al variare del gruppo di giorni e delle x scelte.

5.3.1 Applicazione della perturbazione

Per effettuare lo studio della robustezza, è stato necessario applicare delle perturbazioni, in particolare alla forma archetipale di ogni ora di ciascuna giornata dei vari diari. In un caso di studio, la perturbazione è stata applicata ai soli diari delle

patologie, mentre nell'altro è stata applicata anche al diario di riferimento. Si è dunque modificato il codice mostrato inizialmente per determinare l'indice di anomalia globale, definendo due funzioni *anomaliaGlobaleFibro(perturbazione)* e *anomaliaGlobaleDDP(perturbazione),* in presenza di una determinata perturbazione sui soli diari delle patologie, e definendo poi altre due funzioni *anomaliaGlobaleFibroRif(perturbazione)* e *anomaliaGlobaleDDPRif(perturbazione),* nel caso in cui la perturbazione è stata applicata anche al diario di riferimento. Considerando il caso in cui la perturbazione è stata applicata al solo diario delle patologie, sono riportate le modifiche effettuate al codice (Fig. 19).

```
%Applicazione della perturbazione, se presente
disturboDP=disturboDP+x;

for i=1:30
    for j=1:17
        if disturboDP(i,j)>4
            disturboDP(i,j)=4;
        end
        if disturboDP(i,j)<0
            disturboDP(i,j)=0;
        end
    end
end
```

Figura 19, Applicazione della perturbazione al diario della patologia nel caso del disturbo dipendente di personalità

Come è visibile dall'immagine immediatamente precedente, sono stati opportunamente corretti i valori degli archetipi perturbati nel caso risultassero minori di zero o maggiori della soglia massima, ossia quattro. Nel caso in cui le perturbazioni sono state applicate anche al diario di riferimento, il codice è stato così similmente arricchito (Fig. 20):

```
%Applicazione dell'eventuale perturbazione al mese di riferimento

meseRif=meseRif+x;

%Correzione dei dati che superano il valore massimo o sono negativi
%a causa dell'applicazione della perturbazione
for i=1:30
    for j=1:17
        if meseRif(i,j)>4
            meseRif(i,j)=4;
        end
        if meseRif(i,j)<0
            meseRif(i,j)=0;
        end
    end
end
```

Figura 20, Applicazione della perturbazione al diario di riferimento

5.3.2 Scelta delle perturbazioni

Le perturbazioni sono state scelte come numeri casuali uniformemente distribuiti all'interno di un intervallo [-x;x], con x compreso tra 0.1 e 0.8. Inizialmente, per avere un'idea dell'andamento degli indici di anomalia globale, per ciascuno dei possibili valori di x è stata scelta una perturbazione a caso compresa nell'intervallo [-x;x] e sono stati ottenuti i grafici degli indicatori. Questo procedimento è stato seguito sia nel caso del disturbo dipendente di personalità, che nel caso della fibromialgia, applicando le perturbazioni prima ai soli diari delle patologie e poi anche ai diari di riferimento. Sono riportati al capitolo 7.1 tutti i grafici ottenuti e viene mostrato come esempio il codice utilizzato per il disturbo dipendente di personalità, con perturbazioni applicate al solo diario delle patologie (Fig. 21).

```
x=0.1:0.1:0.8;
anomaliaDDP=zeros(8, 30);
for i=1:8
    %Perturbazione come variabile random compresa tra -x(i) ed x(i)
     perturbazione= -x(i) + (x(i)+x(i))*rand;
     %Indice di anomalia globale per ciascuna delle giornate
     anomaliaDDP(i,:)=anomaliaGlobaleDDP(perturbazione);
end
```

Figura 21, Applicazione delle perturbazioni e calcolo delle anomalie globali per il disturbo dipendente di personalità, caso relativo al solo diario delle patologie

Una volta osservato l'andamento degli indici di anomalia globale al variare di x e tenendo conto della scelta fatta per i valori della variabile x, sono stati generati 100 valori di perturbazioni per ciascun valore di x preso in considerazione, in modo da avere una popolazione abbastanza ampia. A questo punto, per ogni valore di x è stato possibile definire ben 100 indici di anomalia globale per ognuna delle giornate dei diari considerati. Prendendo come esempio il caso della fibromialgia con applicazione della perturbazione al solo diario delle patologie, per ognuno degli 8 possibili valori di x (*x(i)* nel codice) è stata infatti ottenuta una matrice *anomaliaFibro* di dimensione 100x30, contenente gli indici di anomalia globale dei 30 giorni per ciascuno dei valori di perturbazione applicati (Fig. 22).

```
for j=1:100
    %Perturbazione come variabile random compresa tra -x(i) ed x(i)
    perturbazione= -x(i) + (x(i)+x(i))*rand;
    %Indice di anomalia globale per ciascuna delle giornate
    anomaliaFibro(j,:)=anomaliaGlobaleFibro(perturbazione);
end
```

Figura 22, Matrice anomaliaFibro per un determinato valore di x [x(i)]

5.3.3 Calcolo delle deviazioni standard

Considerando le matrici degli indici di anomalia globale per ognuno dei valori di x, è stata calcolata la deviazione standard degli indici di anomalia globale rispetto all'indice di anomalia globale in assenza di perturbazione *anomaliaBaseFibro*. La deviazione standard è stata calcolata in maniera leggermente differente, come è spiegato al paragrafo 5.1: l'indice di posizione scelto non è una media aritmetica, bensì l'indice di anomalia globale calcolato in assenza di perturbazioni. Per fare ciò, è stata definita la funzione *deviazioneStandardModificata* (Fig. 23).

```
function stddev=deviazioneStandardModificata(anomalie, campioni, anomaliaBase)
    stddev=zeros(1,30);
    for i=1:30
        for j=1:campioni
            stddev(1,i)=stddev(1,i)+((anomalie(j,i)-anomaliaBase(1,i))^2);
        end
        stddev(1,i)=sqrt(stddev(1,i)/campioni);
    end
```

Figura 23, Calcolo della deviazione standard leggermente modificato

Prendendo sempre come esempio il caso della fibromialgia con applicazione della perturbazione al solo diario delle patologie, i valori ottenuti sono stati memorizzati in una matrice *devstdFibro* di dimensione 8x30, poiché 8 sono i valori assunti dalla x (0.1, 0.2, 0.3 ecc...) e naturalmente per ciascuno vi sono 30 giorni possibili (Fig. 24).

```
for i=1:8
    for j=1:100
        %Perturbazione come variabile random compresa tra -x(i) ed x(i)
        perturbazione= -x(i) + (x(i)+x(i))*rand;
        %Indice di anomalia globale per ciascuna delle giornate
        anomaliaFibro(j,:)=anomaliaGlobaleFibro(perturbazione);
    end
    %calcolo della deviazione standard dell'indice di anomalia globale per
    %ciascuna delle giornate del diario in relazione al campione x scelto.
    devstdFibro(i, :)=deviazioneStandardModificata(anomaliaFibro, 100, anomaliaBaseFibro);
end
```

Figura 24, Calcolo delle deviazioni standard (fibromialgia, perturbazione applicata al solo diario delle patologie)

A questo punto, per visualizzare l'andamento della deviazione, sono stati realizzati dei grafici per ciascuna delle possibili x, aventi sull'asse delle ascisse il valore del giorno preso in considerazione e sull'asse delle ordinate il valore della deviazione standard. Questo procedimento è stato seguito sia nel caso del disturbo dipendente di personalità, che nel caso della fibromialgia, applicando le perturbazioni prima ai soli diari delle patologie e poi anche ai diari di riferimento. Sono riportati al capitolo 7.2 tutti i grafici ottenuti.

5.3.4 Misura della variazione indotta dalle perturbazioni

Data una curva di anomalia, vogliamo misurare la variazione indotta da una perturbazione, al crescere della perturbazione e al variare dei giorni. Per iniziare,

tenendo conto che è necessario aggregare sull'orizzonte temporale in qualche modo i valori delle deviazioni standard fino ad ora ottenute, è stata calcolata, per ciascun valore di x, la media delle deviazioni standard degli indici utilizzando una finestra mobile, prima di 2 e poi di 3 giorni. In particolare, la media è stata calcolata appunto per gruppi di 5 giornate (tranne che per i gruppi finali), per un totale di 14 gruppi in un caso e 10 gruppi nell'altro. Sono riportati in seguito i gruppi di giorni presi in considerazione:

Gruppo	**Giorni (Finestra Mobile 1)**	**Giorni (Finestra Mobile 2)**
1	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
2	3, 4, 5, 6, 7	4, 5, 6, 7, 8
3	5, 6, 7, 8, 9	7, 8, 9, 10, 11
4	7, 8, 9, 10, 11	10, 11, 12, 13, 14
5	9, 10, 11, 12, 13	13, 14, 15, 16, 17
6	11, 12, 13, 14, 15	16, 17, 18, 19, 20
7	13, 14, 15, 16, 17	19, 20, 21, 22, 23
8	15, 16, 17, 18, 19	22, 23, 24, 25, 26
9	17, 18, 19, 20, 21	25, 26, 27, 28, 29
10	19, 20, 21, 22, 23	28, 29, 30
11	21, 22, 23, 24, 25	
12	23, 24, 25, 26, 27	
13	25, 26, 27, 28, 29	
14	27, 28, 29, 30	

Prendendo sempre come esempio il caso della fibromialgia con applicazione della perturbazione al solo diario delle patologie, le medie ottenute sono state memorizzate in due matrici *devstdFirboMediaFinestra* e *devstdFibroMediaFinestraPiccola*, relative rispettivamente alla prima ed alla seconda finestra e di dimensioni 14x8 e 10x8 (Fig.25).

```
devstdFibroMediaFinestra=zeros(14,8);
for i=1:8
    startIndex=1;
    for j=1:13
        devstdFibroMediaFinestra(j,i)=(devstdFibro(i,startIndex)+devstdFibro(i,startIndex+1)+devstdFibro(i,startIndex+2)+devstdFibro(i,startIndex+3)+devs
        startIndex= startIndex+2;
    end
    devstdFibroMediaFinestra(14,i)=(devstdFibro(i,startIndex)+devstdFibro(i,startIndex+1)+devstdFibro(i,startIndex+2)+devstdFibro(i,startIndex+3))/4;
end


devstdFibroMediaFinestraPiccola=zeros(10,8);
for i=1:8
    startIndex=1;
    for j=1:9
        devstdFibroMediaFinestraPiccola(j,i)=(devstdFibro(i,startIndex)+devstdFibro(i,startIndex+1)+devstdFibro(i,startIndex+2)+devstdFibro(i,startIndex
        startIndex= startIndex+3;
    end
    devstdFibroMediaFinestraPiccola(10,i)=(devstdFibro(i,startIndex)+devstdFibro(i,startIndex+1)+devstdFibro(i,startIndex+2))/3;
```

Figura 25, Calcolo delle medie delle deviazioni standard (fibromialgia, perturbazioni sul solo diario delle patologie)

Infine è stato possibile ottenere il grafico, ponendo sull'asse delle ascisse i valori di x, sull'asse delle ordinate il numero del gruppo di giorni presi in considerazione per il calcolo della media e infine sull'asse delle z sono stati riportati i valor medi delle deviazioni standard, al variare del gruppo di giorni e delle x scelte. Sono riportati al capitolo 7.3 tutti i grafici ottenuti.

5.4 RISULTATI GRAFICI PRINCIPALI OTTENUTI E COMMENTI

In questo capitolo saranno riportati i principali risultati grafici ottenuti, presenti anche nel capitolo 7.3, e verranno brevemente commentati, cercando delle possibili interpretazioni riguardo il loro comportamento.

5.4.1 Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie

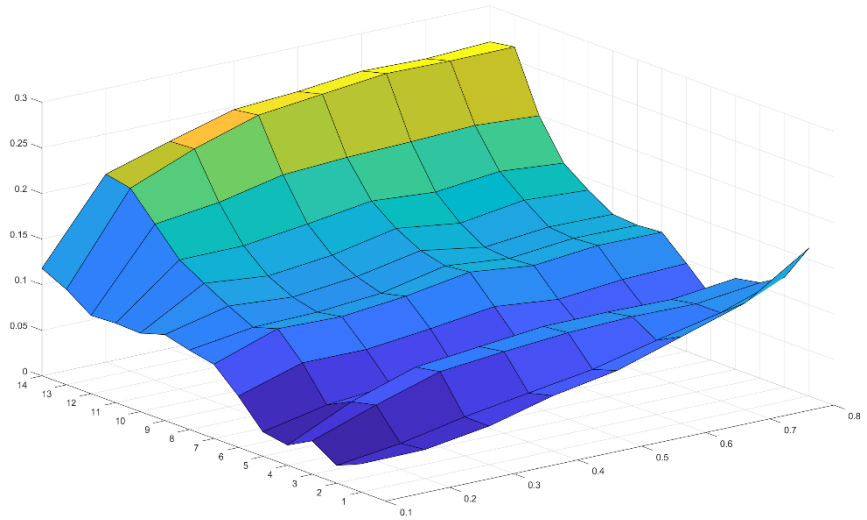


Figura 26, Caso con 14 gruppi di giornate

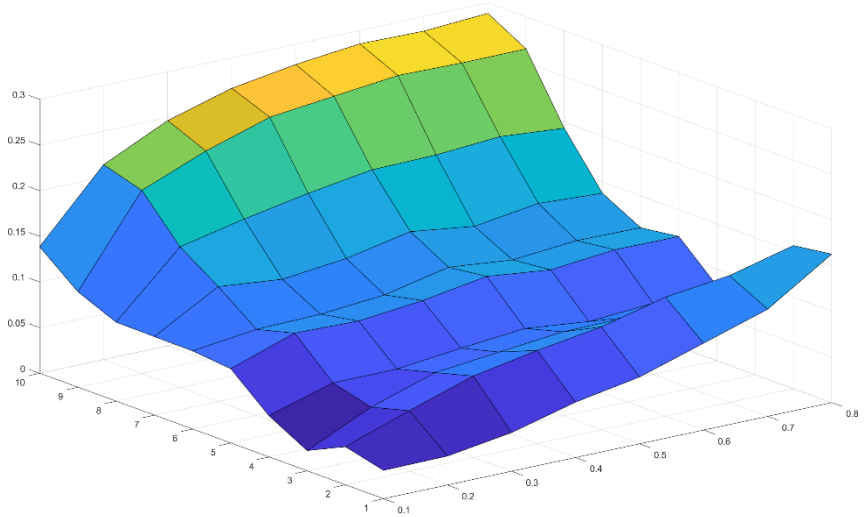


Figura 27, Caso con 10 gruppi di giornate

Complessivamente, è possibile notare come la media della deviazione cresca leggermente al crescere della perturbazione applicata, dunque l'indice risulta essere abbastanza robusto all'aumentare dei disturbi possibili. Se però si osserva il suo andamento all'aumentare dei giorni, i valori medi crescono abbastanza rapidamente, raggiungendo un valore non trascurabile (0.3). Analizzando i giorni finali dei grafici delle deviazioni standard al capitolo 7.2.1, è possibile osservare che essi risultano ricchi di picchi e che le basi da cui questi partono assumono valori abbastanza alti al crescere dell'intervallo di applicazione della perturbazione. La presenza di questi picchi potrebbe essere ricondotta all'introduzione di nuovi picchi nei grafici degli indici di anomalia perturbati, dovuti al contributo dell'indice di anomalia esterna, che non tende ad avere una crescita lenta e graduale come l'indice di anomalia interna, responsabile dell'incremento dei valori di "base" del grafico, da cui poi si innestano i picchi notati.

Probabilmente dunque, l'introduzione delle perturbazioni comporta, al crescere dei giorni, l'introduzione di nuove anomalie esterne, tenendo conto della presenza dei picchi nei grafici delle deviazioni standard, mentre al crescere del valore di x aumenterebbe l'indice di anomalia interna, dato l'incremento del valore minimo del grafico considerando i soli giorni finali.

Dato che un giorno anomalo esternamente costituisce un giorno generalmente non eseguito dal paziente monitorato, tenendo conto delle ipotesi fatte pocanzi, è possibile supporre che l'introduzione di una perturbazione vada ad "amplificare" l'anomalia degli ultimi giorni presi in considerazione nel diario del disturbo dipendente di personalità. Queste ultime giornate risultano essere appunto le più diverse poiché il soggetto smette di andare a lavorare. Essendo invece l'anomalia interna il cambiamento di distribuzione dei giorni all'interno dei cluster definiti nel tempo, l'aumento della perturbazione porta ad un aumento del cambiamento di tale ripartizione delle giornate.

5.4.2 Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari

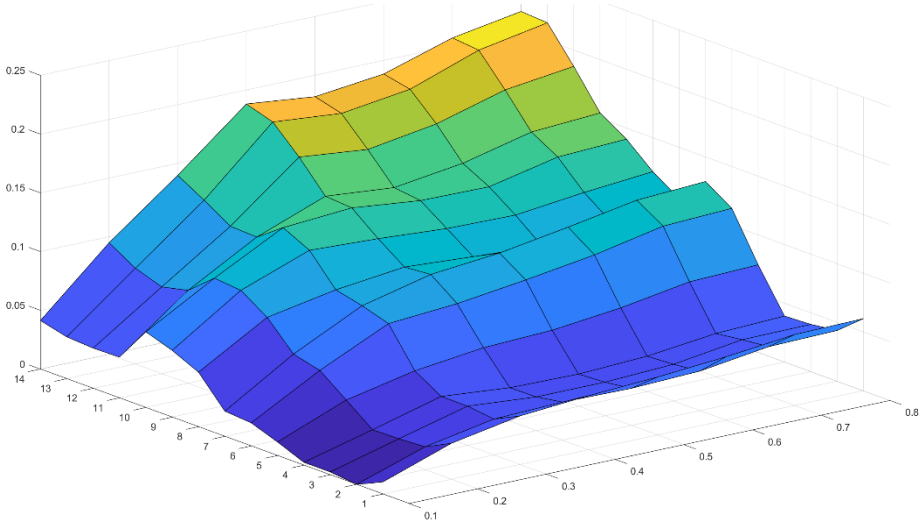


Figura 28, Caso con 14 gruppi di giornate

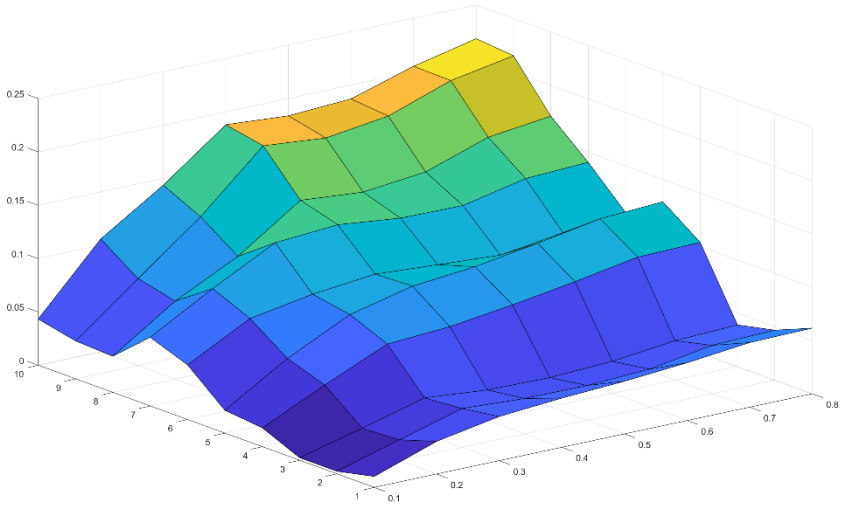


Figura 29, Caso con 10 gruppi di giornate

Complessivamente, è possibile notare che anche in questo caso la media della deviazione cresce leggermente al crescere della perturbazione applicata, dunque l'indice risulta essere abbastanza robusto all'aumentare dei disturbi possibili. Se però si osserva il suo andamento all'aumentare dei giorni, i valori medi crescono, raggiungendo un valore non trascurabile di 0.25. Analizzando i giorni finali dei grafici delle deviazioni standard al capitolo 7.2.2, è possibile osservare che essi risultano ricchi di picchi e che le basi da cui questi partono assumono valori abbastanza alti al crescere dell'intervallo di applicazione della perturbazioni. Questi fenomeni possono essere spiegati esattamente nello stesso modo in cui è stato fatto nel paragrafo precedente, però è bene notare complessivamente come ora i "picchi", ora la base di partenza di essi, abbiano un valore sempre minore, seppur di poco, rispetto ai valori

del caso già illustrato: questo potrebbe dipendere dal fatto che la perturbazione è stata applicata ad entrambi i diari.

L'applicazione della perturbazione al diario di riferimento cambia da subito la distribuzione dei giorni nei vari cluster, riducendo l'impatto che il disturbo comporta nell'organizzazione delle giornate del diario della patologia considerata nel calcolo dell'anomalia interna. Inoltre, la presenza del disturbo nel diario abitudinario comporterebbe un maggior numero di anomalie esterne in esso, le quali, nel calcolo della deviazione standard, andrebbero ad "attenuare" le anomalie esterne introdotte dal diario ottenuto durante la fase in cui il paziente è affetto dal disturbo dipendente di personalità. L'applicazione della perturbazione al diario di riferimento modifica i cluster in cui sono suddivisi i giorni abitudinari e i loro centri, a differenza del caso precedente. Dato che un punto anomalo esternamente costituisce un giorno ben lontano dalle abitudini del soggetto, la presenza del disturbo nel diario del mese privo di patologie avvicina, seppur di poco, le giornate del periodo in cui il paziente è affetto da disturbo dipendente di personalità alla sua routine, comportando anomalie esterne meno importanti.

5.4.3 Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie

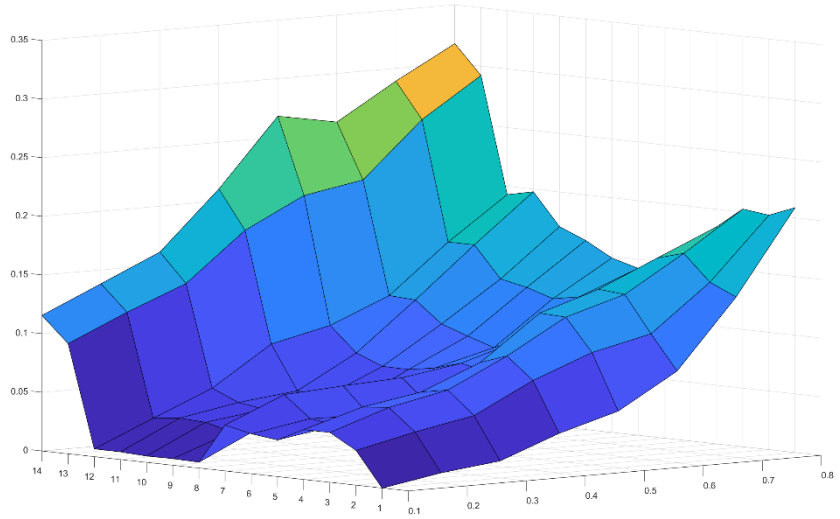


Figura 30, Caso con 14 gruppi di giornate

L'andamento della media delle deviazioni standard sui vari gruppi di giornate per la fibromialgia, con applicazione della perturbazione sul solo diario delle patologie, ricorda il primo caso preso in considerazione, ossia quello del disturbo dipendente di personalità con il diario di riferimento non perturbato. Al crescere della perturbazione,

aumenta leggermente la deviazione e, negli ultimi gruppi di giorni, questa sale molto rapidamente.

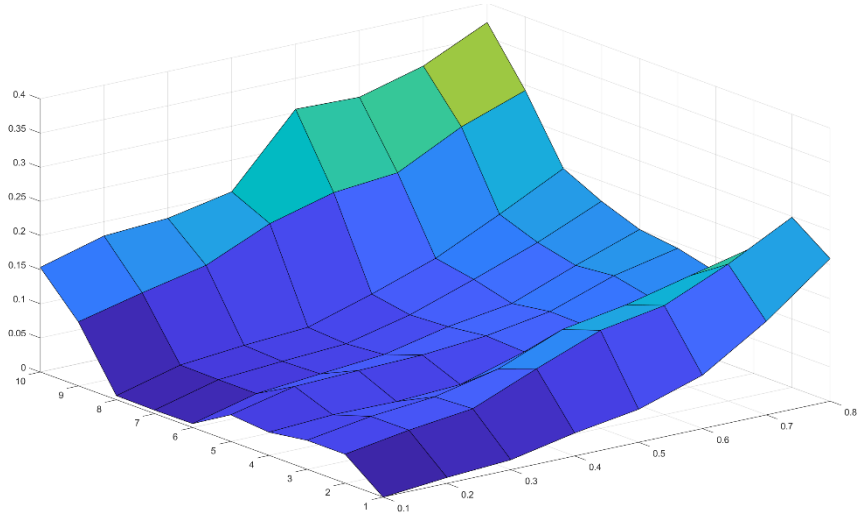


Figura 31, Caso con 10 gruppi di giornate

Osservando i grafici delle deviazioni standard al capitolo 7.2.3, questi per le giornate finali hanno caratteristiche molto simili al caso del capitolo 5.4.1: i picchi dovuti alle anomalie esterne sono circa costanti al variare dell'intervallo di applicazione della perturbazione, mentre le basi da cui si innestano questi picchi crescono all' aumentare del range possibile di valori del disturbo applicato. La spiegazione di questo fenomeno è analoga a quella fatta in precedenza nel capitolo citato.

Si può inoltre notare che, al crescere di x, con [-x,x] intervallo di valori assumibili dalla perturbazione introdotta, per i gruppi di giornate iniziali la media delle deviazioni cresce maggiormente. I grafici delle deviazioni al capitolo 7.2.3 mostrano come questo aumento sia fondamentalmente dovuto all'introduzione di nuovi picchi ed al loro innalzamento. Come ipotizzato in precedenza, questi "spuntoni", sono ricondotti alla presenza di anomalie esterne nelle giornate del diario perturbato. Questo potrebbe accadere poiché, essendo le prime giornate quelle più vicine alla routine del paziente monitorato, l'applicazione di perturbazioni più elevate tende a "creare" diari di giornate tipicamente non eseguite dal soggetto, introducendo nuove anomalie esterne.

5.4.4 Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari

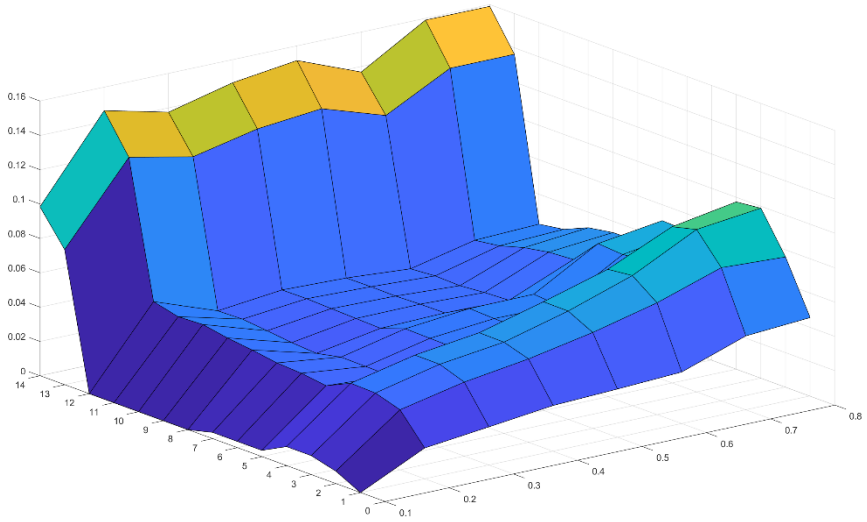


Figura 32, Caso con 14 gruppi di giornate

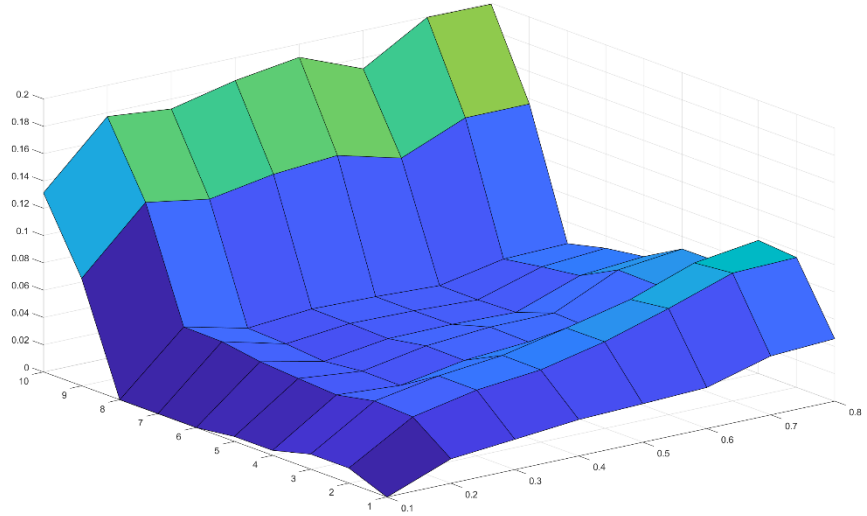


Figura 33, Caso con 10 gruppi di giornate

L'andamento della media delle deviazioni standard sui vari gruppi di giornate per la fibromialgia, con applicazione della perturbazione ad entrambi i diari ricorda il caso con disturbo considerato per il solo diario delle patologie al capitolo immediatamente precedente. Complessivamente, al crescere della perturbazione, aumenta leggermente la deviazione e, negli ultimi gruppi di giorni, questa sale ancora più rapidamente che nel caso precedente, mantenendo però un valore complessivamente più basso (non supera mai 0.2).

Osservando i grafici delle deviazioni standard al capitolo 7.2.4, questi per le giornate finali hanno caratteristiche molto simili al caso del capitolo 5.4.1: i picchi dovuti alle anomalie esterne sono circa costanti al variare dell'intervallo di applicazione della perturbazione, mentre le basi da cui si innestano questi picchi crescono all' aumentare

del range possibile di valori del disturbo applicato. La spiegazione di questo fenomeno è analoga a quella fatta in precedenza nel capitolo citato.

E' evidente che, per i primi gruppi di giornate, all'aumentare dell'ampiezza dell'intervallo di valori ottenibili dalla perturbazione, la media delle deviazioni cresce maggiormente. Questo fenomeno può essere spiegato esattamente nello stesso modo in cui è stato fatto nel caso immediatamente precedente, al capitolo 5.4.3.

Complessivamente però, la media delle deviazioni standard assume valori ben minori rispetto al caso in cui le perturbazioni non sono applicate al diario di riferimento. E' bene notare come nei grafici delle deviazioni del capitolo 7.2.4, sia i "picchi", sia la base di partenza di essi, abbiano un valore sempre minore, seppur di poco, rispetto al caso in cui i disturbi sono presenti nel solo diario della patologia. La spiegazione di questo fenomeno è analoga a quella fatta al capitolo 5.4.2, pertanto sarà omessa.

5.5 CONCLUSIONI

Lo scopo dello studio della robustezza dell'indice di anomalia globale era accertarsi che il suo valore numerico fosse "stabile" rispetto a perturbazioni numeriche, per verificare che anche in presenza di disturbi, fosse comunque possibile rilevare un'anomalia e dunque il conseguente peggioramento dello stato di salute di un paziente. Talvolta però, la mancata robustezza dell'indice potrebbe segnalare problematiche non esistenti e creare situazioni fuorvianti.

Complessivamente, considerando come massimo valore assoluto della perturbazione applicabile il valore 0.8, abbiamo ottenuto dei valori di deviazione standard non troppo elevati (al più 0.4), pertanto si può affermare di aver utilizzato un indice abbastanza robusto. In particolare, nel caso dell'applicazione delle perturbazioni anche al diario di riferimento, le deviazioni standard assumono valori inferiori, fornendo un indice di anomalia globale più affidabile. Si può inoltre osservare che, in tutti i casi presi in considerazione al capitolo 5.4, i valori più alti della deviazione si hanno per i gruppi di giornate finali. Questi valori potrebbero essere travianti e segnalare/ignorare problematiche nel soggetto monitorato. E' utile però tener conto del fatto che la necessità di rilevare delle anomalie è maggiore nei giorni iniziali e centrali del monitoraggio, poiché durante la fase finale sarà già avvenuto un intervento da parte del medico, le cui diagnosi e visite affiancheranno ed eventualmente ignoreranno i falsi allarmi rilevati dalle *smart shoes*.

Nonostante siano presenti delle imprecisioni, risulta evidente il fatto che queste non compromettano eccessivamente la rilevazione di un'eventuale anomalia e la conseguente alterazione dello stato di salute del paziente.

6. DIARI DELLE ATTIVITA'

6.1 DIARIO DELLE ATTIVITA' – MESE DI RIFERIMENTO

Giornata	Diario	Rappresentazione
1 (22-04-18)	07:41 Sonno 08:41 Casa 09:32 Casa 10:32 Casa 11:32 Bici, passeggiata parco, lieve ginnastica 12:36 Ginnastica lieve, bici, scale, casa pranzo 13:34 Pranzo 14:34 Pranzo, relax 15:34 Relax 16:34 Relax, scale, bici 17:35 Passeggiata, bici 18:36 Bici, passeggiata, casa 19:37 Seduto, relax in casa 20:37 Seduto in casa con pochi spostamenti 21:33 Seduto in casa pochi spostamenti 22:36 Seduto su scrivania con brevi spostamenti 23:36 Sonno	01113310023311110
2 (23-04-18)	07:43 Colazione, scale, camminata, bicicletta 08:31 Camminata, bici 09:12 Camminata, bici, ufficio 10:12 Ufficio, camminata 11:13 Ufficio, camminata, bici 12:13 Camminata, bici 13:15 Camminata, ufficio 14:18 Bici 14:53 Bici, meeting 16:03 Bici, meeting, pausa finale boccata d'aria 17:05 Meeting 18:17 Ufficio 19:17 Ufficio 20:17 Ufficio, bici 21:05 Casa 22:05 Casa 23:05 Sonno	32313321222112110
3 (24-04-18)	07:18 Sonno 08:19 Colazione, bici, ufficio 09:17 Ufficio 10:18 Ufficio 11:16 Ufficio 12:16 Ufficio 13:16 Ufficio 14:17 Ufficio 15:16 Ufficio 16:17 Ufficio 17:17 Ufficio 18:17 Ufficio, bici 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Divano 22:18 Divano 23:18 Sonno	02111111111211110
4 (25-04-18)	07:13 Sonno 08:13 Casa, relax 09:13 Casa, relax 10:13 Casa, relax 11:13 Casa, relax 12:15 Guida, in maggioranza e poi passeggiata in parco 13:09 Passeggiata parco 14:17 Passeggiata parco 15:17 Passeggiata parco avventura 16:14 Passeggiata parco	01111133333111110

	17:15 Passeggiata parco, guida fine guida 18:08 Casa 19:13 Casa 20:13 Casa 21:13 Casa 22:17 Casa 23:18 Sonno	
5 (26-04-18)	Giovedì_26_04_18 (Giornata Lavorativa) 07:03 Sonno 08:03 Bici, ufficio 09:14 Ufficio 10:13 Ufficio 11:27 Ufficio 12:14 Ufficio 13:14 Ufficio 14:06 Ufficio 15:07 Ufficio, lezione 16:08 Laboratorio 17:08 Laboratorio 18:08 Laboratorio 19:08 Laboratorio 20:15 Casa 21:08 Casa 22:09 Casa 23:09 Sonno	02111111144441110
6 (27-04-18)	Venerdì_27_04_18 (Giornata Lavorativa) 06:43 Sonno 07:43 Colazione, scale, camminata, bicicletta 08:31 Camminata, bici 09:12 Camminata, bici, ufficio 10:14 Ufficio 11:14 Ufficio 12:13 Camminata, bici 13:15 Camminata, ufficio 14:18 Bici 14:53 Bici, meeting 16:03 Bici, meeting 16:20 Ufficio 17:17 Ufficio 18:15 Ufficio 18:17 Ufficio 19:16 Ufficio, bici 20:20 Casa 21:19 Casa 22:19 Casa 23:19 Sonno	02331123211121110
7 (28-04-18)	Sabato_28_04_18 (Giornata di riposo) 06:55 Sonno 07:55 Sonno 08:55 Casa 09:57 Casa, bici 10:58 Casa 11:58 Casa 12:59 Casa 13:58 Casa 14:59 Casa 15:59 Casa 16:58 Casa, guida, negozio, guida 18:01 Guida, casa, guida 18:59 Casa 19:41 Casa 19:59 Casa 21:00 Casa 22:00 Sonno 23:00 Sonno	00111111111111100
8 (29-04-18)	Domenica_29_04_18 (Giornata di divertimento) 07:18 Sonno 08:18 Sonno 09:18 Casa 10:20 Auto, camminata, fiera 11:29 Passeggiata Fiera	00133341013311111

	12:21 Passeggiata Fiera, guida 13:39 Garage in piedi a fare lavori 14:16 Casa 15:16 Pisolino 16:16 Casa 17:17 Casa, giardino 18:17 Giardino 19:20 Casa 20:17 Casa 21:17 Casa 22:17 Casa 23:18 Casa	
9 (30-04-18)	Lunedi_30_04_18 (Giornata Lavorativa) 07:01 Sonno 08:01 Sonno 09:01 Sonno 10:01 Casa, bici, ufficio 11:03 Ufficio 12:04 Ufficio 13:05 Ufficio 14:08 Ufficio, bici, casa 15:27 Casa 16:30 Casa 17:28 Casa 18:51 Casa 19:51 Casa 20:51 Casa 21:52 Casa 22:52 Sonno 23:52 Sonno	00021112111111100
10 (1-05-18)	Martedì_01_05_18 (Giornata di Riposo) 07:23 Sonno 08:23 Sonno 09:23 Casa 10:26 Casa 11:26 Casa 12:26 Casa 13:26 Casa 14:26 Casa 15:26 Casa 16:26 Casa 17:27 Casa 18:26 Casa 19:26 Casa 20:27 Casa 21:27 Casa 22:27 Sonno 23:27 Sonno	00111111111111100
11 (2-05-18)	Mercoledì_02_05_18 (Giornata Lavorativa) 07:18 Sonno 08:18 Casa, bici, ufficio 09:25 Ufficio 10:25 Ufficio 11:25 Ufficio 12:34 Ufficio 13:25 Ufficio 14:25 Ufficio 15:25 Ufficio 16:36 Ufficio 17:26 Ufficio 18:26 Ufficio 19:26 Bici, casa, cena 20:27 Casa 21:27 Casa 21:59 Casa 23:00 Sonno	02111111111121110
12 (3-05-18)	Giovedi_03_05_18 (Giornata Lavorativa) 07:18 Sonno	02111111444411110

	08:18 Casa, bici, ufficio 09:25 Ufficio 10:25 Ufficio 11:25 Ufficio 12:45 Ufficio 13:45 Ufficio 14:45 Ufficio 15:13 Laboratorio 16:11 Laboratorio 17:11 Laboratorio 18:11 Laboratorio 19:11 Ufficio, bici, casa 20:12 Casa 21:12 Casa 22:12 Casa 23:12 Sonno	
13 (4-05-18)	Venerdì_04_05_18 (Giornata Lavorativa) 07:17 Sonno 08:17 Ufficio, camminata 09:29 Ufficio 10:21 Camminata, ufficio 11:23 Ufficio 12:29 Ufficio 13:22 Ufficio 14:23 Ufficio 15:23 Ufficio 16:26 Ufficio 17:27 Ufficio 18:23 Ufficio 19:24 Ufficio, bici, casa 20:24 Casa 21:24 Casa 22:24 Casa 23:24 Sonno	03111111111111110
14 (5-05-18)	Sabato_05_05_18 (Giornata di Riposo) 07:39 Sonno 08:39 Casa, guida, sala attesa negozio 09:43 Sala attesa 10:44 Sala attesa 11:35 Supermarket 12:35 Supermarket 13:36 Supermarket, auto, casa riposo 14:36 Sonno 15:36 Sonno 17:14 Dormire, attività in casa 18:14 Casa 19:14 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa 22:15 Casa 23:15 Casa	01113330001111111
15 (6-05-18)	Domenica_06_05_18 (Giornata Sportiva) 07:41 Sonno 08:41 Casa 09:43 Casa, guida 10:06 Sport leggero: corsetta breve e stretching 11:08 Passeggiata 11:59 Passeggiata, guida, corsa 13:00 Casa 14:04 Casa 14:25 Sonno 15:26 Sonno 16:28 Casa 17:28 Casa 18:26 Casa 19:30 Casa 20:32 Casa 21:26 Casa 22:26 Sonno 23:26 Sonno	01133310011111100

16 (7-05-18)	Lunedì_07_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:03 Sonno 08:03 Ufficio 09:34 Ufficio 10:26 Ufficio 11:25 Ufficio 12:26 Ufficio 13:35 Ufficio 14:36 Ufficio 15:37 Ufficio 16:34 Ufficio 17:33 Ufficio 18:33 Ufficio, bici 19:36 Casa 20:34 Casa 21:34 Casa 22:34 Casa 23:34 Sonno	01111111111211110
17 (8-05-18)	Martedì_08_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:51 Casa, bici, ufficio 08:52 Ufficio 09:53 Ufficio 10:53 Ufficio 11:53 Ufficio 12:53 Ufficio 13:54 Ufficio 14:53 Ufficio 15:53 Ufficio 16:53 Ufficio 17:54 Ufficio, bici 19:06 Casa 19:53 Casa 20:59 Casa 21:54 Casa 22:54 Casa 23:54 Sonno	21111111112111110
18 (9-05-18)	Mercoledì_09_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:18 Sonno 08:18 Casa 09:18 Casa, bici 10:20 Ufficio 11:20 Ufficio 12:20 Ufficio 13:21 Ufficio 14:20 Ufficio 15:20 Ufficio, bici 16:22 Giardino 17:21 Giardino 18:21 Giardino 19:21 Casa 20:21 Riposo, casa 21:22 Auto, casa 22:21 Casa 23:21 Sonno	01211111233311110
19 (10-05-18)	Giovedì_10_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:18 Sonno 08:18 Casa 09:18 Casa, bici 10:20 Ufficio 11:20 Ufficio 12:25 Ufficio 13:26 Ufficio 14:27 Ufficio 15:25 Ufficio 16:39 Laboratorio 17:40 Laboratorio 18:40 Laboratorio	01211111144421110

	19:41 Ufficio bici negozio bici casa 20:44 Casa 21:40 Casa 22:41 Casa 23:41 Sonno	
20 (11-05-18)	Venerdì_11_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:15 Sonno 08:15 Casa, bici, ufficio 09:13 Bici, ufficio 10:09 Ufficio 11:10 Ufficio 12:09 Ufficio 13:09 Ufficio 14:02 Ufficio 15:02 Ufficio 16:02 Ufficio 17:02 Ufficio 18:02 Ufficio 19:02 Ufficio 20:02 Bici, casa 21:03 Casa, divano 22:03 Casa, divano 23:03 Sonno	02111111111111110
21 (12-05-18)	Sabato_12_05_18 (Giornata di Riposo) 07:15 Sonno 08:15 Sonno 09:18 Sonno, casa 10:20 Casa, bici 11:20 Bici, passeggiata, centro 12:42 Ginnastica 13:44 Casa 14:45 Sonno 15:45 Sonno 16:45 Casa 17:45 Casa 18:45 Casa 19:45 Casa 20:45 Casa 21:56 Casa 22:56 Casa 23:56 Sonno	00123310011111110
22 (13-05-18)	Domenica_13_05_18 (Giornata di divertimento) 07:00 Sonno 07:58 Sonno 08:58 Sonno 09:58 Sonno, girare casa 11:13 Doccia, casa 11:57 Casa 12:51 Casa 14:03 Auto 15:04 Calcetto 15:55 Calcetto 16:55 Passeggiata 17:55 Compleanno 19:10 Compleanno, guida, casa 20:11 Casa 21:12 Casa 22:11 Casa 23:11 Sonno	00011111333311110
23 (14-05-18)	Lunedì_14_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:28 Sonno 08:27 Casa, bici, ufficio 09:15 Ufficio 10:15 Ufficio 11:15 Ufficio 12:15 Ufficio 13:22 Ufficio 14:23 Ufficio	02111111111112110

	15:22 Ufficio 16:23 Ufficio 17:23 Ufficio 18:23 Ufficio 19:23 Ufficio 20:23 Bici, casa 21:23 Casa 22:23 Casa 23:23 Sonno	
24 (15-05-18)	Martedì_15_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:34 Casa, bici 08:33 Ufficio 09:33 Ufficio 10:33 Ufficio 11:33 Ufficio 12:33 Ufficio 13:33 Ufficio 14:35 Ufficio 14:59 Ufficio 15:08 Laboratorio 15:58 Laboratorio 16:59 Laboratorio, ufficio 17:59 Ufficio 19:08 Bici, casa 20:07 Casa 21:07 Casa 22:07 Casa 23:07 Sonno	21111111144411110
25 (16-05-18)	Mercoledì_16_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:30 Casa, bici, ufficio 08:49 Ufficio 09:29 Ufficio 10:12 Ufficio 10:55 Ufficio 11:57 Ufficio 12:56 Ufficio 13:57 Ufficio 14:57 Ufficio, bici 15:56 Casa 16:55 Sport 17:56 Sport, casa 19:01 Casa 20:01 Casa 21:01 Casa 22:01 Sonno 23:01 Sonno	21111111213311100
26 (17-05-18)	Giovedì_17_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:13 Sonno 08:13 Casa, bici, ufficio 09:14 Ufficio 10:14 Ufficio 11:15 Ufficio 12:22 Ufficio 13:17 Ufficio 14:15 Ufficio 15:15 Laboratorio 16:15 Ufficio 17:15 Laboratorio 18:15 Ufficio, bici 19:15 Casa 20:16 Casa 21:16 Casa 22:16 Casa 23:16 Sonno	02111111414111110
27 (18-05-18)	Venerdì_18_05_18 (Giornata di Lavoro) 07:28 Casa, bici	21111111111112110

	08:31 Ufficio 09:40 Ufficio 10:26 Ufficio 11:26 Ufficio 12:26 Ufficio 13:26 Ufficio 14:27 Ufficio 15:27 Ufficio 16:27 Ufficio 17:27 Ufficio 18:28 Ufficio 19:28 Ufficio 20:27 Ufficio, bici 21:28 Casa 22:28 Casa 23:28 Sonno	
28 (19-05-18)	Sabato_19_05_18 (Giornata di Divertimento) 07:23 Sonno 08:23 Sonno 09:23 Casa 10:25 Casa 11:27 Casa 12:25 Garage 13:25 Garage 14:31 Garage 15:25 Garage 16:21 Guida, sport 17:24 Sport 18:22 Parco 19:24 Parco 20:16 Guida, casa 21:16 Casa 22:16 Casa 23:16 Sonno	00111444413331110
29 (20-05-18)	Domenica_20_05_18 (Giornata di Riposo) 07:45 Sonno 08:45 Sonno 09:45 Garage 10:47 Passeggiata 11:48 Casa 12:47 Casa 13:56 Casa 14:47 Casa 15:48 Casa 16:48 Casa 17:44 Casa 18:44 Relax 20:07 Casa 21:08 Casa 22:08 Casa 23:08 Casa	00431111111101111
30 (21-05-18)	Lunedì_21_05_18 (Giornata Lavorativa) 08:00 Casa, bici, ufficio 09:15 Ufficio 10:15 Ufficio 11:16 Ufficio 12:29 Ufficio 13:30 Ufficio 14:30 Ufficio 16:23 Ufficio 17:21 Ufficio 18:22 Ufficio, bici 19:23 Casa 20:22 Casa 21:22 Casa, sonno 22:22 Sonno 23:22 Sonno	21111111111211100

6.2 DIARIO DELLE ATTIVITA' – DISTURBO DIPENDENTE DI PERSONALITA'

Nota: Nella rappresentazione riportata, gli archetipi calcolati per ogni ora sono arrotondati per eccesso, mentre nei calcoli eseguiti sono stati mantenuti i numeri decimali.

Giornata	Diario	Rappresentazione
1 (Lunedì 03-06-19) Lavorativa	07:18 Sonno 08:18 Colazione, bici, ufficio 09:18 Ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Pranzo con colleghi 14:18 Ufficio 15:18 Ufficio 16:18 Ufficio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio, bici 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Divano 22:18 Divano 23:18 Sonno	02111121111211110
2 (Martedì 04-06-19) Lavorativa	07:18 Sonno 08:18 Camminata, bici 09:18 Ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Camminata, bici 13:18 Ufficio 14:18 Bici 15:18 Meeting 16:18 Meeting 17:18 Meeting 18:18 Ufficio 19:18 Ufficio 20:18 Ufficio, bici 21:18 Casa 22:18 Sonno 23:18 Sonno	03111313111112100
3 (Mercoledì 05-06-19) Lavorativi Note: Si avvertono i primi sintomi di malessere dovuti all'assenza della persona da cui il nostro soggetto è dipendente, perciò il pomeriggio pranza a casa, torna poco a	07:18 Sonno 08:18 Sonno 09:18 Camminata, bici 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio, bici, camminata 13:18 Pranzo 14:18 Pranzo (relax) 15:18 Sonno	00311211011111111

lavoro e non a piedi, non cena nemmeno.	16:18 Macchina, ufficio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio 19:18 Macchina, casa 20:18 Seduto in casa 21:18 Seduto in casa pochi spostamenti 22:18 Seduto su scrivania 23:18 Sonno	
4 (Giovedì 06-06-19) Lavorativa Note: Il paziente si sveglia sempre più tardi la mattina e inizia recarsi sempre più frequentemente a lavoro in macchina.	06:55 Sonno 07:55 Sonno 08:55 Colazione, macchina, ufficio 09:55 Ufficio 10:55 Ufficio 11:55 Ufficio 12:55 Ufficio 13:55 Ufficio 14:55 Ufficio 15:55 Break, passeggiata 16:55 Ufficio 17:55 Corsa al parco 18:55 Casa 19:55 Casa 20:55 Casa 21:55 Sonno 22:55 Sonno	00111111121311100
5 (Venerdì 07-06-19) Lavorativa	07:13 Sonno 08:13 Sonno 09:13 Colazione, macchina, ufficio 10:13 Ufficio 11:13 Ufficio 12:13 Ufficio 13:13 Pranzo in ufficio 14:13 Pranzo in ufficio 15:13 Macchina, meeting 16:13 Meeting 17:13 Ufficio 18:13 Ufficio 19:13 Ufficio, macchina 20:13 Casa 21:13 Casa 22:13 Sonno 23:13 Sonno	00111111111111100
6 (Sabato 08-06-19) Giornata di Riposo Note: Nel giorno di risposo, il paziente dorme più del solito e esce solo poco al mattino per una passeggiata.	07:03 Sonno 08:03 Sonno 09:03 Sonno 10:03 Sonno 11:03 Casa, passeggiata 12:03 Casa 13:03 Pranzo 14:03 Casa 15:03 Casa	00002111111111100

	16:03 Casa 17:03 Casa 18:03 Casa 19:03 Casa 20:03 Casa 21:03 Casa 22:03 Sonno 23:03 Sonno	
7 (Domenica 09-06-19) Giornata di divertimento Note: Il soggetto tenta di andare a svolgere un po' di attività fisica, ma rinuncerà all'uscita serale con gli amici.	07:03 Sonno 08:03 Sonno 09:03 Colazione, bici, parco 10:03 Parco 11:03 Parco, bici, casa 12:03 Casa, relax, divano 13:03 Pranzo 14:03 Sonno 15:03 Sonno 16:03 Sonno 17:03 Casa, pulizie 18:03 Pulizie 19:03 Casa 20:03 Casa 21:03 Casa 22:03 Sonno 23:03 Sonno	00323110002411100
8 (Lunedì 10-06-19) Giornata Lavorativa Note: Il soggetto inizia ad abbandonare totalmente l'utilizzo della bici per andare in macchina	07:18 Sonno 08:18 Sonno 09:18 Colazione, macchina, ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Ufficio 14:18 Ufficio 15:18 Laboratorio 16:18 Laboratorio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio 19:18 Ufficio, macchina, casa 20:18 Casa 21:18 Casa 22:18 Sonno 23:18 Sonno	00111111441111100
9 (Martedì 11-06-19) Giornata Lavorativa	07:17 Sonno 08:17 Sonno 09:17 Colazione, macchina, ufficio 10:17 Ufficio 11:17 Ufficio 12:17 Ufficio 13:17 Ufficio 14:17 Ufficio 15:17 Ufficio 16:17 Ufficio	00111111111131100

	17:17 Ufficio 18:17 Ufficio 19:17 Corsa al parco 20:17 Casa, cena 21:17 Casa 22:17 Sonno 23:17 Sonno	
10 (Mercoledì 12-06-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente abbandona quasi completamente anche l'attività fisica durante la settimana e inizia ad andare a letto sempre prima.	07:18 Sonno 08:18 Sonno 09:18 Colazione, macchina, ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Ufficio 14:18 Ufficio 15:18 Ufficio 16:18 Ufficio 17:18 Ufficio, macchina, casa 18:18 Casa, divano 19:18 Casa 20:18 Casa 21:18 Casa 22:18 Sonno 23:18 Sonno	00111111111111100
11 (Giovedì 13-06-19) Giornata lavorativa Note: Il paziente non riesce a svegliarsi al mattino e si reca a lavoro solo nel pomeriggio.	07:39 Sonno 08:39 Sonno 09:39 Sonno 10:39 Sonno 11:39 Sonno, colazione 12:39 Casa 13:39 Pranzo in casa 14:39 Macchina, ufficio 15:39 Ufficio 16.39 Ufficio 17:39 Ufficio 18:39 Ufficio, macchina, casa 19:39 Casa 20:39 Casa 21:39 Casa 22:39 Sonno 23:39 Sonno	00000111111111100
12 (Venerdì 14-06-19) Note: Il soggetto decide di non recarsi a lavoro.	07:18 Sonno 08:18 Sonno 09:18 Sonno 10:18 Sonno 11:18 Casa (maggiormente seduto) 12:18 Casa 13:18 Casa 14:18 Sonno 15:18 Sonno 16:18 Casa	00001110011111110

	17:18 Casa 18:18 Casa 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Casa 21:18 Casa 23:18 Sonno	
13 (Sabato 15-06-19) Note: Il soggetto cerca di fare attività esterna andando al parco. Non riesce a prolungare tali attività per un grande lasso di tempo. Il pomeriggio sente il bisogno di dormire, ma cerca di riuscire un po' verso un certo orario.	07:39 Sonno 08:39 Sonno 09:39 Sonno 10:39 Bici, passeggiata parco 11:39 Parco 12:39 Casa 13:39 Pranzo, casa 14:39 Sonno 15:39 Sonno 16.39 Casa 17:39 Macchina 18:39 Negozi 19:39 Casa, macchina 20:39 Casa, cena 21:39 Casa 22:39 Sonno 23:39 Sonno	00032110011211100
14 (Domenica 16-06-19) Note: Dopo le attività del giorno precedente, oggi il soggetto avverte elevato malessere e decide di rimanere tutto il giorno in casa, tranne che per una passeggiata mattutina.	07:15 Sonno 08:15 Sonno 09:15 Sonno 10:15 Sonno 11:15 Sonno 12:15 Camminata esterna 13:15 Camminata esterna 14:15 Sonno 15:15 Sonno 16:15 Casa 17:15 Casa 18:15 Casa 19:15 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa 22:15 Sonno 23:15 Sonno	00000220011111100
15 (Lunedì 17-06-19) Giornata Lavorativa Note: La giornata di lavoro inizia a standardizzarsi. Si reca in ufficio solo con la macchina. Non fa più passeggiate/attività il pomeriggio.	07:28 Sonno 08:28 Sonno 09:28 Colazione, macchina, ufficio 10:28 Ufficio 11:28 Ufficio 12:28 Ufficio 13:28 Ufficio 14:28 Ufficio 15:28 Ufficio 16:28 Ufficio	00111111111111100

	17:28 Ufficio 18:28 Ufficio 19:28 Ufficio 20:28 Macchina, casa 21:28 Casa 22:28 Sonno 23:28 Sonno	
16 (Martedì 18-06-19) Giornata di Lavoro Note: Il soggetto inizia ad evitare sempre più frequentemente ogni tipo di occasione sociale, tra cui il pranzo con i colleghi, per riposarsi. Si reca sempre più tardi a lavoro.	07:45 Sonno 08:45 Sonno 09:45 Sonno, colazione 10:45 Macchina, Ufficio 11:45 Ufficio 12:45 Riposino in ufficio 13:45 Ufficio 14:45 Ufficio 15:45 Ufficio 16:45 Ufficio 17:45 Ufficio 18:45 Ufficio, macchina 19:45 Casa 20:45 Casa 21:45 Casa 22:45 Sonno 23:45 Sonno	00111011111111100
17 (Mercoledì 19-06-19) Giornata Lavorativa	07:20 Sonno 08:20 Sonno 09:20 Sonno, colazione 10:20 Macchina, ufficio 11:20 Ufficio 12:20 Riposino in ufficio 13:20 Ufficio 14:20 Ufficio 15:20 Ufficio 16:20 Ufficio 17:20 Ufficio 18:20 Ufficio, macchina 19:20 Casa 20:20 Casa 21:20 Casa 22:20 Sonno 23:20 Sonno	00111011111111100
18 (Giovedì 20-06-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente inizia a fare pisolini sempre più lunghi anche in ufficio.	07:30 Sonno 08:30 Sonno 09:30 Sonno, colazione, macchina 10:30 Ufficio 11:30 Ufficio 12:30 Riposino in ufficio 13:30 Riposino in ufficio 14:30 Ufficio 15:30 Ufficio 16:30 Ufficio 17:30 Ufficio	00111001111111100

	18:30 Ufficio, macchina 19:30 Casa 20:30 Casa 21:30 Casa 22:30 Sonno 23:30 Sonno	
19 (Venerdì 21-06-19) Giornata Lavorativa Note: Il soggetto decide di non recarsi a lavoro, poiché troppo stanco e pervaso dal malessere. Cercherà nel tardo pomeriggio di fare qualche lavoro in casa, con scarsi risultati.	07:33 Sonno 08:33 Sonno 09:33 Sonno, colazione 10:33 Casa 11:33 Casa 12:33 Casa 13:33 Pranzo, casa 14:33 Sonno 15:33 Sonno 16:33 Sonno 17:33 Sonno 18:33 Lavori in casa 19:33 Casa 20:33 Casa 21:33 Casa 22:33 Casa 23:33 Sonno	00111110000411110
20 (Sabato 22-06-19) Giornata di riposo Note: Il soggetto tende ad avere un comportamento sedentario tutto il giorno. Tenterà di svolgere qualche attività all'esterno, ma per poco tempo.	07:23 Sonno 08:23 Sonno 09:23 Sonno 10:23 Casa 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Attività esterne 16:23 Casa 17:23 Sonno 18:23 Casa 19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Casa 22:23 Sonno 23:23 Sonno	00011111210111100
21(Domenica 23-06-19) Malattia Note: Il paziente è travolto da una grave depressione dovuta all'assenza della persona da cui è dipendente a causa del disturbo dipendente di personalità da cui è affetto.	07:23 Sonno 08:23 Sonno 09:23 Sonno 10:23 Sonno 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Sonno 16:23 Sonno 17:23 Sonno 18:23 Casa	00001111000111000

	19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Sonno 22:23 Sonno 23:23 Sonno	
22(Lunedì 24-06-19) Malattia Note: Da qui in poi, il paziente non andrà più a lavoro.	07:03 Sonno 08:03 Sonno 09:03 Casa 10:03 Casa 11:03 Sonno 12:03 Sonno 13:03 Sonno 14:03 Casa 15:03 Casa 16:03 Casa 17:03 Casa 18:03 Casa 19:03 Casa 20:03 Casa 21:03 Sonno 22:03 Sonno 23:03 Sonno	00110001111111000
23(Martedì 25-06-19) Malattia	07:15 Sonno 08:15 Sonno 09:15 Sonno 10:15 Sonno 11:15 Letto 12:15 Letto, divano 13:15 Pranzo 14:15 Visita dal medico 15:15 Sonno 16:15 Sonno 17:15 Sonno 18:15 Casa 19:15 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa, sonno 22:15 Sonno 23:15 Sonno	00001112000111000
24 (Mercoledì 26-06-19) Malattia	07:15 Sonno 08:15 Sonno 09:15 Sonno 10:15 Sonno 11:15 Casa 12:15 Sonno 13:15 Casa 14:15 Sonno 15.15 Sonno 16:15 Casa 17:15 Seduto in giardino 18:15 Divano 19:15 Cena	00001010011111000

	20:15 Casa 21:15 Sonno 22:15 Sonno 23:15 Sonno	
25 (Giovedì 27-06-19) Malattia	07:23 Sonno 08:23 Sonno 09:23 Casa 10:23 Casa 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Sonno 16:23 Sonno 17:23 Casa 18:23 Casa 19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Sonno 22:23 Sonno 23:23 Sonno	00111111001111000
26 (Venerdì 28-06-19) Malattia Note: Il soggetto inizia a svolgere qualche forma di attività fisica.	07:28 Sonno 08:28 Sonno 09:28 Camminata 10:28 Visita dal medico 11:28 Casa 12:28 Casa 13:28 Casa 14:28 Pranzo 15:28 Sonno 16:28 Sonno 17:28 Sonno 18:28 Casa 19:28 Cena 20:28 Casa 21:28 Sonno 22:28 Sonno 23:28 Sonno	00221111000111000
27 (Sabato 29-06-19) Malattia Note: Il soggetto intensifica l'attività fisica e si reca in alcuni negozi, in mezzo ad altre persone.	07:12 Sonno 08:12 Sonno 09:12 Sonno 10:12 Sonno 11:12 Riposo sul letto 12:12 Divano 13:12 Pranzo 14:12 Sonno 15:12 Sonno 16:12 Sonno 17:12 Camminata al parco 18:12 Camminata al parco 19:12 Giro per negozi 20:12 Casa	00001110002221000

	21:12 Sonno 22:12 Sonno 23:12 Sonno	
28 (Domenica 30-06-19) Malattia	07:33 Sonno 08:33 Sonno 09:33 Sonno 10:33 Casa 11:33 Casa 12:33 Sonno 13:33 Pranzo 14:33 Sonno 15:33 Sonno 16:33 Sonno 17:33 Camminata al parco 18:33 Parco 19:33 Casa 20:33 Casa 21:33 Casa 22:33 Casa 23:33 Sonno	00011010002211110
29 (Lunedì 01-07-19) Note: Il soggetto iniziata la cura cerca di tornare a lavoro, seppure in macchina.	06:58 Sonno 07:58 Sonno 08:58 Sonno 09:58 Macchina, ufficio 10:58 Ufficio 11:58 Ufficio 12:58 Ufficio 13:38 Ufficio 14:58 Ufficio 15:58 Ufficio 16:58 Macchina, parco 17:58 Parco 18:58 Giro per negozi 19:58 Giro per negozi 20:58 Casa 21:58 Casa 22:58 Sonno	00011111112222110
30 (Martedì 02-07-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente inizia a ritornare alle ore di sonno e lavoro abituali, evitando l'utilizzo della macchina.	07:18 Sonno 08:18 Colazione, bici, ufficio 09:18 Ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Ufficio 14:18 Ufficio 15:18 Ufficio 16:18 Ufficio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio, bici 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Divano	02111111111211110

	22:18 Divano 23:18 Sonno	

6.3 DIARIO DELLE ATTIVITA' – FIBROMIALGIA

Nota: Nella rappresentazione riportata, gli archetipi calcolati per ogni ora sono arrotondati per eccesso, mentre nei calcoli eseguiti sono stati mantenuti i numeri decimali.

Giornata	Diario	Rappresentazione
1 (Lunedì 08-07-19) Lavorativa	07:18 Sonno 08:18 Colazione, bici, ufficio 09:18 Ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Pranzo con colleghi 14:18 Ufficio 15:18 Ufficio 16:18 Ufficio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio, bici 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Divano 22:18 Divano 23:18 Sonno	02111121111211110
2 (Martedì 09-07-19) Lavorativa	07:12 Sonno 08:12 Camminata, bici 09:12 Ufficio 10:12 Ufficio 11:12 Ufficio 12:12 Camminata, bici 13:12 Ufficio 14:12 Bici 15:12 Meeting 16:12 Meeting 17:12 Meeting 18:12 Ufficio 19:12 Ufficio 20:12 Ufficio, bici 21:12 Casa 22:12 Sonno 23:12 Sonno	03111313111112100
3 (Mercoledi 10-07-19) Lavorativa Note: Il paziente ha i primi sintomi di malessere, non si reca a lavoro nel pomeriggio e inizia ad utilizzare la macchina con maggiore frequenza.	07:20 Sonno 08:20 Sonno 09:20 Macchina, ufficio 10:20 Ufficio 11:20 Ufficio 12:20 Ufficio, macchina 13:20 Pranzo 14:20 Pranzo (rimane a casa) 15:20 Sonno 16:20 Sonno 17:20 Casa	00111111001111110

	18:20 casa 19:20 Seduto, relax in casa 20:20 Seduto in casa con pochi spostamenti 21:20 Seduto in casa pochi spostamenti 22:20 Seduto su scrivania con brevi spostamenti 23:20 Sonno	
4 (Giovedì 11-07-19) Lavorativa Note: Il paziente, affetto dai dolori, inizia a dormire sempre meno e cerca di raggiungere l'ufficio con la macchina.	06:55 Sonno 07:55 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:55 Casa, colazione, macchina, ufficio 09:55 Ufficio 10:55 Ufficio 11:55 Ufficio 12:55 Ufficio 13:55 Ufficio 14:55 Ufficio 15:55 Break, passeggiata 16:55 Ufficio 17:55 Corsa al parco 18:55 Casa 19:55 Casa 20:55 Casa 21:55 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:55 Sonno	01111111121311110
5 (Venerdì 12-07-19) Lavorativa	07:12 Sonno 08:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori), colazione 09:12 Camminata, bici, ufficio 10:12 Ufficio 11:12 Ufficio 12:12 Ufficio 13:12 Camminata, ufficio 14:12 Bici 15:12 Meeting 16:12 Ufficio 17:12 Ufficio 18:12 Ufficio 19:12 Ufficio, bici 20:12 Casa 21:12 Casa 22:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	01211123111121111
6 (Sabato 13-07-19) Giornata di Riposo Note: Nel suo giorno di riposo, il paziente dorme molto meno del previsto. Non riesce a svolere alcuna attività fisica.	07:03 Sonno 08:03 Sonno 09:03 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:03 Pisolino 11:03 Casa (principalmente seduto suldivano) 12:03 Casa 13:03 Pranzo 14:03 Casa 15:03 Casa 16:03 Casa 17:03 Casa 18:03 Casa	00101111111111110

	19:03 Casa 20:03 Casa 21:03 Casa 22:03 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:03 Sonno	
7 (Domenica 14-07-19) Giornata di divertimento Note: Il paziente, tenta di andare a fare qualche forma di attività fisica al mattino e di cucinare qualcosa. Nel tardo pomeriggio si concede un'uscita con gli amici, ma rientra presto.	07:14 Sonno 08:14 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:14 Colazione, bici, parco 10:14 Parco 11:14 Parco, bici, casa 12:14 Casa, relax, divano 13:14 Pranzo 14:14 Sonno 15:14 Sonno 16:14 Macchina, uscita con amici 17:14 Uscita esterna 18:14 Uscita esterna 19:14 Casa 20:14 Casa 21:14 Casa 22:14 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:14 Sonno	01323110022211110
8 (Lunedì 15-07-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente smette di utilizzare la macchina a causa dei dolori.	07:14 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:14 Casa, macchina, ufficio 09:14 Ufficio 10:14 Ufficio 11:14 Ufficio 12:14 Ufficio 13:14 Ufficio 14:14 Ufficio 15:14 Laboratorio 16:14 Laboratorio 17:14 Ufficio 18:14 Ufficio 19:14 Ufficio, macchina, casa 20:14 Casa 21:14 Casa 22:14 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:14 Sonno	11111111441111110
9 (Martedì 16-07-19) Giornata Lavorativa Note: Il soggetto si reca più tardi in ufficio a causa dei dolori. Tenta di svolgere un po' di attività fisica nel pomeriggio.	07:17 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:17 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:17 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:17 Colazione, macchina, ufficio 11:17 Ufficio 12:17 Ufficio 13:17 Ufficio 14:17 Ufficio 15:17 Ufficio 16:17 Ufficio 17:17 Ufficio 18:17 Ufficio 19:17 Corsa al parco 20:17 Casa, cena	11111111111131110

	21:17 Casa 22:17 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:17 Sonno	
10 (Mercoledì 17.07.19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente ha definitivamente smesso di usare la bici, nel pomeriggio a causa dei dolori è costretto a recarsi a casa a pranzo. Prende degli antidolorifici che gli permettono di dormire qualche ora nel pomeriggio, per poi tornare poco a lavoro.	07:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:20 Colazione, macchina, ufficio 10:20 Ufficio 11:20 Ufficio 12:20 Ufficio 13:20 Ufficio, macchina, casa 14:20 Sonno 15:20 Sonno 16:20 Macchina, ufficio 17:20 Ufficio, macchina, casa 18:20 Casa, relax, divano 19:20 Casa 20:20 Casa 21:20 Casa 22:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111110011111111
11 (Giovedì 18-07-19) Giornata lavorativa Note: Il paziente dorme sempre meno a causa dei dolori, rientra un po' prima a casa.	07:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:39 Colazione, macchina, ufficio 10:39 Ufficio 11:39 Ufficio 12:39 Ufficio 13:39 Ufficio 14:39 Ufficio 15:39 Ufficio 16:39 Ufficio 17:39 Ufficio, macchina, casa 18:39 Casa 19:39 Casa 20:39 Casa 21:39 Casa 22:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111111111111111
12 (Venerdì 19-07-19) Note: Il soggetto decide in seguito al malessere di non recarsi a lavoro. Riuscirà a dormire qualche ora nel pomeriggio grazie a degli antidolorifici.	07:18 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:18 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:18 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:18 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 11:18 Casa (maggiormente seduto) 12:18 Casa 13:18 Casa 14:18 Sonno 15:18 Sonno 16:18 Casa 17:18 Casa 18:18 Casa 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Casa	11111110011111110

	22:18 Casa 23:18 Sonno	
13 (Sabato 20-07-19) Note: Il soggetto cerca di fare attività esterna andando al parco. Non riesce a prolungare tali attività per un grande lasso temporale a causa dei dolori.	07:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:39 Passeggiata parco 11:39 Parco 12:39 Casa 13:39 Pranzo, casa 14:39 Lavoretti in casa 15:39 Casa 16.39 Casa 17:39 Macchina 18:39 Negozi 19:39 Casa, macchina 20:39 Casa, cena 21:39 Casa 22:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:39 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11122114111211111
14 (Domenica 20-07-19) Note: Dopo le attività del giorno precedente, il soggetto proverà dolori molto forti e trascorrerà parecchio tempo in casa.	07:15 Sonno 08:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 11:15 Casa 12:15 Camminata esterna 13:15 Casa 14:15 Sonno 15:15 Sonno 16:15 Casa 17:15 Casa 18:15 Casa 19:15 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa 22:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	01111210011111111
15 (Lunedì 21-07-19) Giornata Lavorativa	07:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:27 Colazione, macchina, ufficio 10:27 Ufficio 11:27 Ufficio 12:27 Ufficio 13:27 Ufficio 14:27 Ufficio 15:27 Ufficio 16:27 Ufficio 17:27 Ufficio 18:27 Ufficio 19:27 Ufficio 20:27 Macchina, casa 21:27 Casa 22:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111111111111111

16 (Martedì 22-07-19) Giornata di Lavoro Note: Il soggetto dorme sempre di meno a causa dei dolori lancinanti.	07:30 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:30 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:30 Colazione, macchina, ufficio 10:30 Ufficio 11:30 Ufficio 12:30 Pranzo con colleghi 13:30 Ufficio 14:30 Ufficio 15:30 Ufficio 16:30 Ufficio 17:30 Ufficio 18:30 Ufficio, macchina 19:30 Casa 20:30 Casa 21:30 Casa 22:30 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:30 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111211111111111
17 (Mercoledì 23-07-19) Giornata Lavorativa	07:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:20 Colazione, macchina, ufficio 10:20 Ufficio 11:20 Ufficio 12:20 Pranzo con colleghi 13:20 Ufficio 14:20 Ufficio 15:20 Ufficio 16:20 Ufficio 17:20 Ufficio 18:20 Ufficio, macchina 19:20 Casa 20:20 Casa 21:20 Casa 22:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:20 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111211111111111
18 (Giovedì 24-07-19) Giornata Lavorativa	07:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:15 Colazione, macchina, ufficio 10:15 Ufficio 11:15 Ufficio 12:15 Pranzo con colleghi 13:15 Ufficio 14:15 Ufficio 15:15 Ufficio 16:15 Ufficio 17:15 Ufficio 18:15 Ufficio, macchina 19:15 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa 22:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111211111111111

19 (Venerdì 25-07-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente prova dolori lancinanti, è costretto a tornare a casa prima del dovuto.	07:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:33 Colazione, macchina 10:33 Laboratorio 11:33 Lezione 12:33 Lezione 13:33 Pranzo, casa 14:33 Casa 15:33 Casa 16:33 Casa 17:33 Casa 18:33 Sonno (antidolorifici) 19:33 Casa 20:33 Casa 21:33 Casa 22:33 Casa 23:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11144411111011111
20 (Sabato 26-07-19) Giornata di riposo Note: Il soggetto tende ad avere un comportamento sedentario, senza però riuscire a dormire. Tenta di fare una breve passeggiata nel primo pomeriggio.	07:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:23 Casa 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Passeggiata 16:23 Casa 17:23 Sonno 18:23 Casa 19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Casa 22:23 Casa 23:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111111210111111
21(Domenica 27-07-19) Malattia Note: Il malessere del soggetto diventa evidente. Decide di passare l'intera giornata a letto, senza riuscire comunque a dormire molto.	07:23 Sonno 08:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:23 Colazione 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 16:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 17:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 18:23 Casa 19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	01111111111111111

22(Lunedi 28-07-19) Malattia Note: Il soggetto smette di recarsi a lavoro	07:03 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:03 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:03 Casa 10:03 Casa 11:03 Casa 12:03 Casa 13:03 Casa 14:03 Casa 15:03 Casa 16:03 Casa 17:03 Casa 18:03 Casa 19:03 Casa 20:03 Casa 21:03 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:03 Casa 23:03 Casa	11111111111111111
23(Martedì 29-07-19) Malattia Note: Il paziente inizia a riuscire un po' a dormire perché il medico gli prescrive degli antidolorifici potenti	07:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 11:15 Letto 12:15 Letto, divano 13:15 Pranzo 14:15 Visita dal medico 15:15 Farmacia 16:15 Sonno 17:15 Sonno 18:15 Casa 19:15 Casa 20:15 Casa 21:15 Casa 22:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:15 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	11111122001111111
24(Mercoledì 30-07-19) Malattia Note: Il paziente inizia a dormire leggermente di più, anche grazie all'effetto degli antidolorifici prescritti	07:00 Sonno 08:00 Sonno 09:00 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:00 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 11:00 Casa 12:00 Casa 13:00 Casa 14:00 Sonno 15:00 Sonno 16:00 Casa 17:00 Seduto in giardino 18:00 Divano 19:00 Cena 20:00 Casa 21:00 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:00 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:00 Sonno	00111110011111110

25 (Giovedì 31-07-19) Malattia	07:23 Sonno 08:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:23 Casa 10:23 Casa 11:23 Casa 12:23 Casa 13:23 Casa 14:23 Casa 15:23 Sonno 16:23 Sonno 17:23 Casa 18:23 Casa 19:23 Casa 20:23 Casa 21:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:23 Casa (fermo, sveglio dai dolori)	01111111001111111
26 (Venerdì 01-08-19) Malattia Note: il paziente inizia a recarsi dal fisioterapista e a svolgere alcune attività per migliorare il suo stato di salute.	07:27 Sonno 08:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:27 Camminata 10:27 Visita dal fisioterapista 11:27 Casa 12:27 Casa 13:27 Casa 14:27 Pranzo 15:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 16:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 17:27 Sonno 18:27 Casa 19:27 Cena 20:27 Casa 21:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:27 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 23:27 Sonno	01221111110111110
27 (Sabato 02-08-19) Malattia	07:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 11:12 Riposo sul letto 12:12 Divano 13:12 Pranzo 14:12 Sonno 15:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 16:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 17:12 Camminata al parco 18:12 Camminata al parco 19:12 Casa 20:12 Casa 21:12 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 22:12 Sonno 23:12 Sonno	11111110112211100

28 (Domenica 03-08-19) Malattia Note: Iniziata la cura e le sedute dal fisioterapista, il paziente inizia a sentire meno i dolori ed a dormire di più.	07:33 Sonno 08:33 Sonno 09:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 10:33 Casa 11:33 Casa 12:33 Sonno 13:33 Pranzo 14:33 Casa 15:33 Fisioterapista 16:33 Fisioterapista 17:33 Camminata al parco 18:33 Parco 19:33 Casa 20:33 Casa 21:33 Casa 22:33 Casa 23:33 Sonno	00111011222211110
29 (Lunedì 04-08-19) Malattia Note: Il paziente inizia a tornare a lavoro e a riprendere le sue normali attività.	06:58 Sonno 08:58 Sonno 08:58 Sonno 09:58 Macchina, ufficio 10:58 Ufficio 11:58 Ufficio 12:58 Ufficio 13:58 Ufficio 14:58 Ufficio 15:58 Ufficio 16:58 Macchina, parco 17:58 Parco 18:58 Negozi 19:58 Negozi 20:58 Casa 21:58 Casa 22:58 Sonno	00011111111222110
30 (Martedì 05-08-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente sta iniziando a guarire, ritornando alla sua routine.	07:18 Sonno 08:18 Colazione, bici, ufficio 09:18 Ufficio 10:18 Ufficio 11:18 Ufficio 12:18 Ufficio 13:18 Ufficio 14:18 Ufficio 15:18 Ufficio 16:18 Ufficio 17:18 Ufficio 18:18 Ufficio, bici 19:18 Casa, cena 20:18 Casa 21:18 Divano 22:18 Divano 23:18 Sonno	02111111111211110

6.4 CALCOLO DELLE RAPPRESENTAZIONI PER I DIARI RELATIVI ALLE MALATTIE

Per il calcolo delle rappresentazioni di ogni giornata, le attività svolte ora per ora dal soggetto sono state trasformate in una serie numerica, formata quindi da 17 campioni, osservabili nel campo "RAPPRESENTAZIONE" dei diari riportati. In principio, è stato necessario associare un archetipo di base ad ogni possibile attività svolta dal paziente.

ARCHETIPO 0	ARCHETIPO 1	ARCHETIPO 2	ARCHETIPO 3	ARCHETIPO 4
Sonno	Ufficio	Pranzo con colleghi	Bici	Laboratorio
Riposino	Casa	Passeggiata	Corsa al parco	Pulizie
	Cena (a casa)	Parco		Lavori in casa
	Divano	Negozi		
	Meeting	Camminata		
	Pranzo	Attività esterne		
	Colazione	Visita dal medico		
	Macchina	Uscita esterna (amici)		
	Letto			
	Seduto in giardino			

Le ore in cui è svolta una sola attività sono state rappresentate con il relativo archetipo di base, come si osserva dall'immagine successiva:

	23:33 Sonno	
29 (Lunedì 04-08-19) Malattia Note: Il paziente inizia a tornare a lavoro e a riprendere le sue	06:58 Sonno 08:58 Sonno 08:58 Sonno 09:58 Macchina, ufficio	00011111111222110

Figura 34, Estratto di diario

Le prime tre ore, in cui il paziente dorme solamente, sono rappresentate dall' archetipo corrispondente, evidenziate dal colore rosso.
In molti casi però, nella stessa ora vengono svolte più attività. Se in 40 minuti il soggetto passa 25 minuti in ufficio e gli altri 15 passeggia in bici, allora la rappresentazione numerica è stata calcolata come la media ponderata dei due archetipi di base. Quando nella stessa ora le attività svolte riguardano lo stesso archetipo, non sono stati nemmeno effettuati i calcoli, riportando direttamente la relativa rappresentazione (Fig. 35).

19 (Venerdì 25-07-19) Giornata Lavorativa Note: Il paziente prova dolori	07:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 08:33 Casa (fermo, sveglio dai dolori) 09:33 Colazione, macchina	11144411111011111

Figura 35, Estratto di diario

Nella medesima ora, però, possono essere anche eseguite azioni relative ad archetipi di base

diversi, perciò è stato necessario effettuare con precisione i calcoli, ipotizzando la quantità di tempo dedicata a ciascuna occupazione. In seguito, è riportata una tabella con tutti i casi in cui è stato necessario effettuare questi conti e, di conseguenza, i risultati ottenuti.

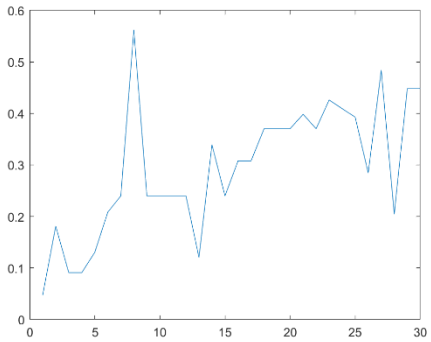
DISTURBO DIPENDENTE DI PERSONALITA'			
GIORNO	**FASCIA ORARIA**	**ATTIVITA'**	**RAPPRESENTAZIONE**
03/06/2019	08:18-09:18	Colazione (10') , Bici (30'), Ufficio (20')	(10*1+30*3+20*1)/60=2
03/06/2019	18:18-19:18	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2
04/06/2019	08:18-9:18	Camminata (30'), Bici (30')	(30*2+30*3)/60=2.5
04/06/2019	12:18-13:18	Camminata (30'), Bici (30')	(30*2+30*3)/60=2.5
04/06/2019	20:18-21:18	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2
05/06/2019	09:18-10:18	Camminata (30'), Bici (30')	(30*2+30*3)/60=2.5
05/06/2019	12:18-13:18	Ufficio (20'), Camminata (10'), Bici (30')	(20*1+10*2+30*3)/60=2.1666..
08/06/2019	11:03-12:03	Casa (25'), Passeggiata (35')	(25*1+35*2)/60=1.58333
09/06/2019	09:03-10:03	Colazione (10') , Bici (40'), Parco (10')	(10*1+40*3+10*2)/60=2.5
09/06/2019	11:03-12:03	Parco (10') , Bici (40'), Casa (10')	(10*2+40*3+10*1)/60=2.5
09/06/2019	17:03-18:03	Casa (40'), Pulizie (20')	(40*1+20*4)/60=2
13/06/2019	11:39-12:39	Sonno (40'), Colazione (20')	(40*0+20*1)/60=0.333..
15/06/2019	10:39-11:39	Bici (30'), Passeggiata (30')	(30*3+30*2)/60=2.5
20/06/2019	09:30-10:30	Sonno (20'), Colazione (20'), Macchina (20')	(20*0+20*1+20*1)/60=0.666..
21/06/2019	09:33-10:33	Sonno (20'), Colazione (40')	(20*0+40*1)/60=0.666..
01/07/2019	16:58-17:58	Macchina (20'), Parco (40')	(20*1+40*2)/60=1.666..
02/07/2019	08:18-09:18	Colazione (10') , Bici (30'), Ufficio (20')	(10*1+30*3+20*1)/60=2
02/07/2019	18:18-19:18	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2

FIBROMIALGIA			
GIORNO	**FASCIA ORARIA**	**ATTIVITA'**	**RAPPRESENTAZIONE**
08/07/2019	08:18-09:18	Colazione (10') , Bici (30'), Ufficio (20')	(10*1+30*3+20*1)/60=2
08/07/2019	18:18-19:18	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2
09/07/2019	08:12-9:12	Camminata (30'), Bici (30')	(30*2+30*3)/60=2.5
09/07/2019	12:12-13:12	Camminata (30'), Bici (30')	(30*2+30*3)/60=2.5
09/07/2019	20:12-21:12	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2
12/07/2019	09:12-10:12	Ufficio (20'), Camminata (10'), Bici (30')	(20*1+10*2+30*3)/60=2.1666..
12/07/2019	13:12-14:12	Ufficio (30'), Camminata (30')	(30*1+30*2)/60=1.5
14/07/2019	09:14-10:14	Colazione (10') , Bici (40'), Parco (10')	(10*1+40*3+10*2)/60=2.5
14/07/2019	11:14-12:14	Parco (10') , Bici (40'), Casa (10')	(10*2+40*3+10*1)/60=2.5
14/07/2019	16:14-17:14	Macchina (20'), Uscita con amici (40')	(20*1+2*40)/60=1.666
04/08/2019	16:58-17:58	Macchina (20'), Parco (40')	(20*1+40*2)/60=1.666..
05/08/2019	08:18-09:18	Colazione (10') , Bici (30'), Ufficio (20')	(10*1+30*3+20*1)/60=2
05/08/2019	18:18-19:18	Ufficio (30'), Bici (30')	(30*1+30*3)/60=2

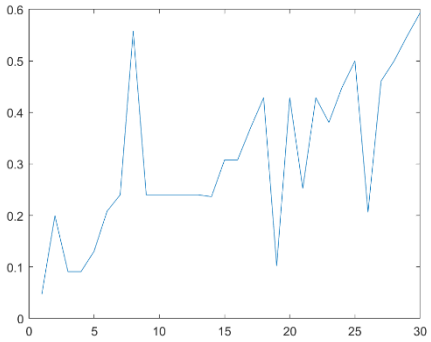
7 STUDIO DELLA ROBUSTEZZA – GRAFICI

7.1 INDICI DI ANOMALIA GLOBALE IN PRESENZA DI PERTURBAZIONI

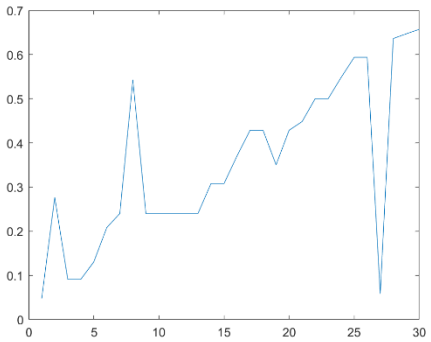
7.1.1 Indici di anomalia globale – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie



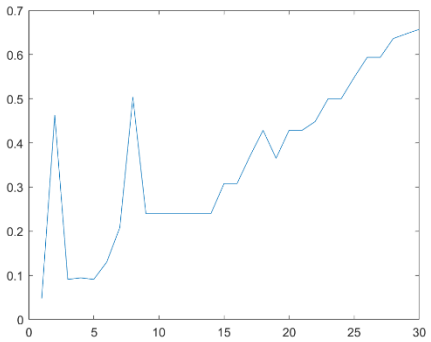
x=0.1



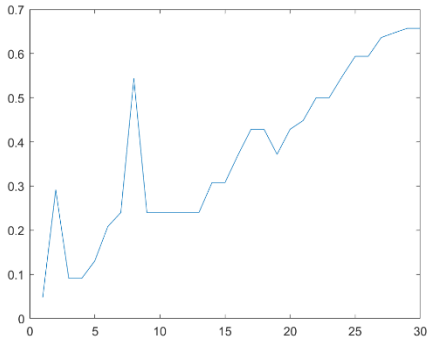
x=0.2



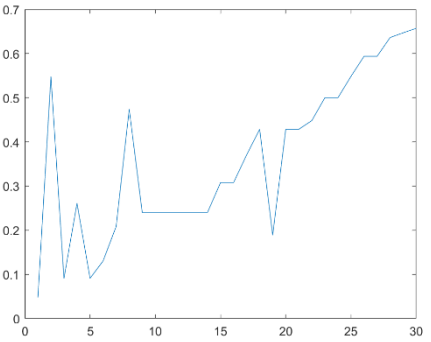
x=0.3



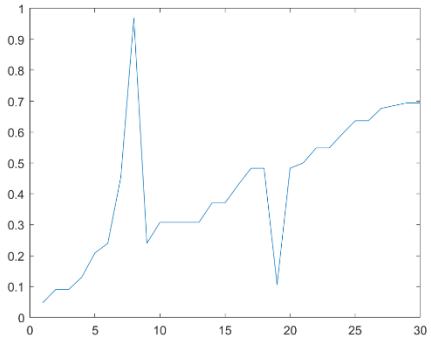
x=0.4



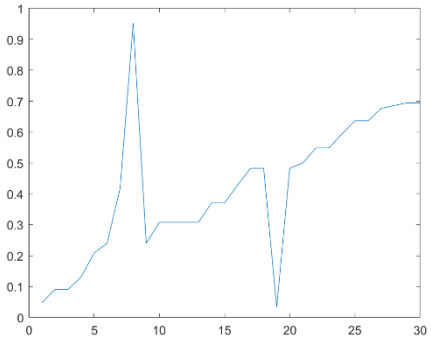
x=0.5



x=0.6

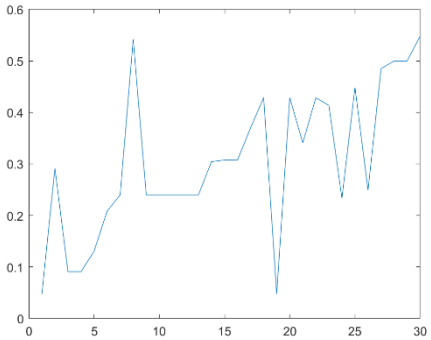


x=0.7

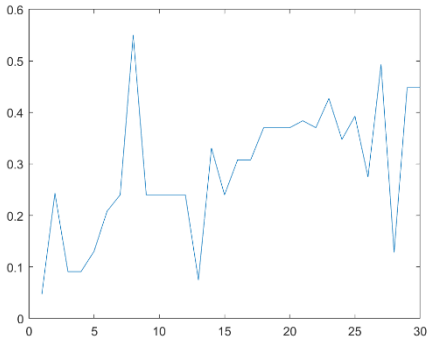


x=0.8

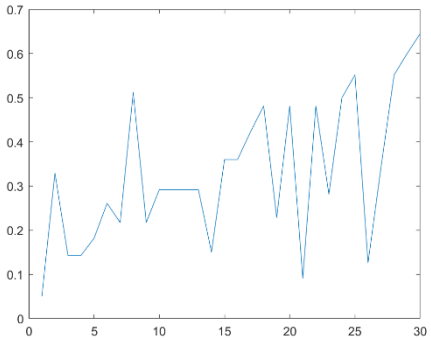
7.1.2 Indici di anomalia globale – Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari



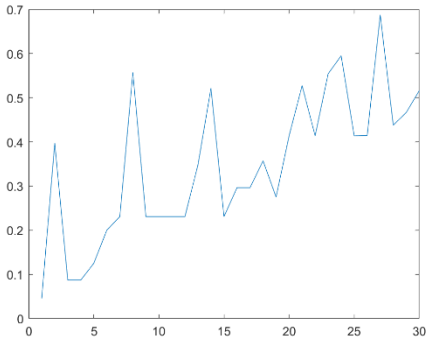
x=0.1



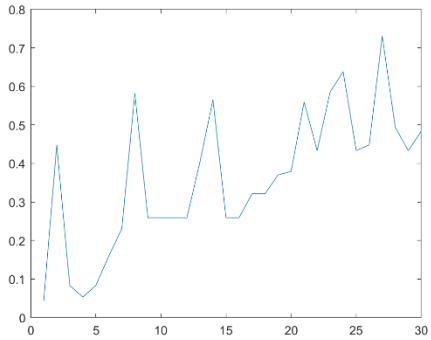
x=0.2



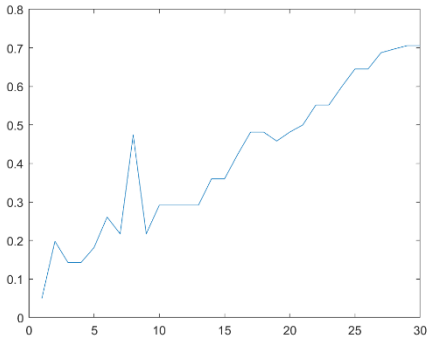
x=0.3



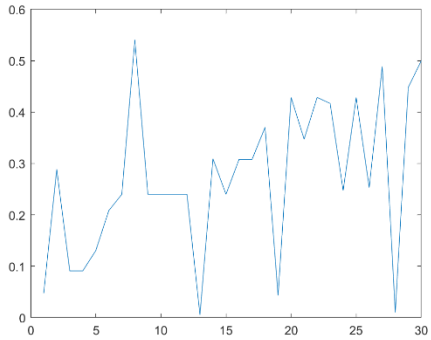
x=0.4



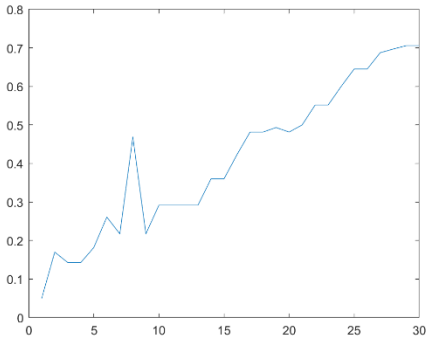
x=0.5



x=0.6

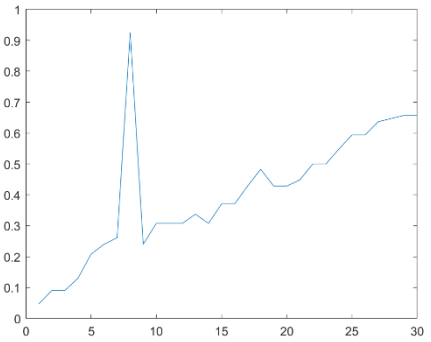


x=0.7

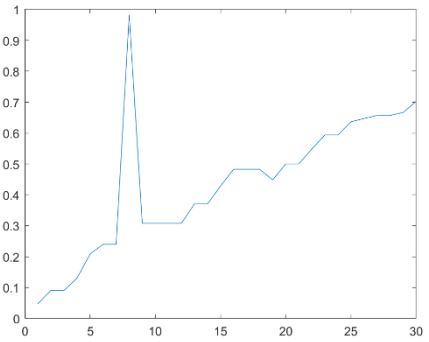


x=0.8

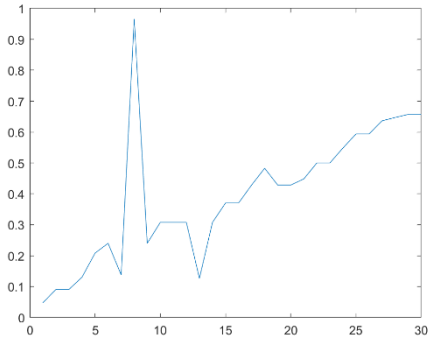
7.1.3 Indici di anomalia globale – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie



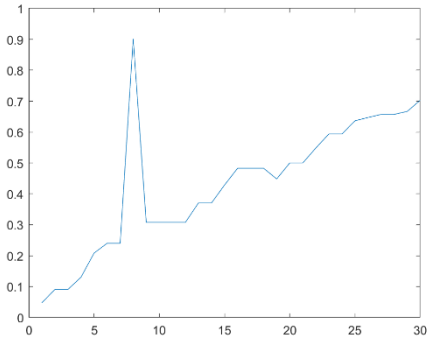
x=0.1



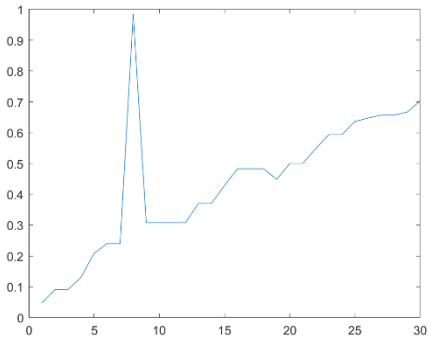
x=0.2



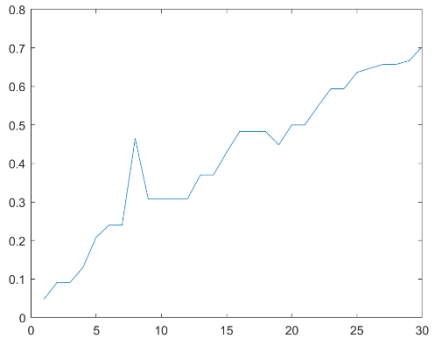
x=0.3



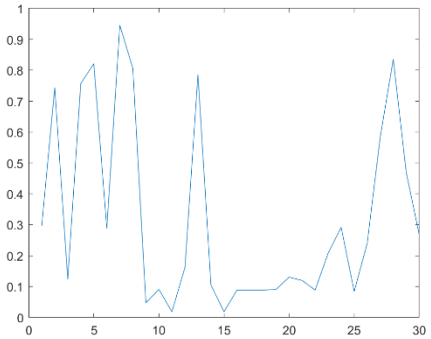
x=0.4



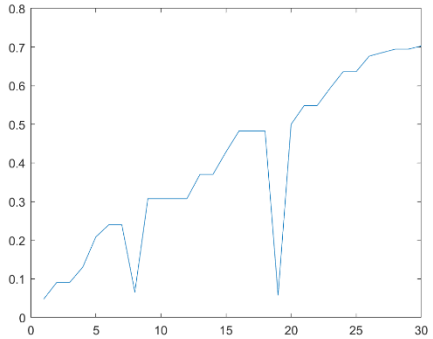
x=0.5



x=0.6

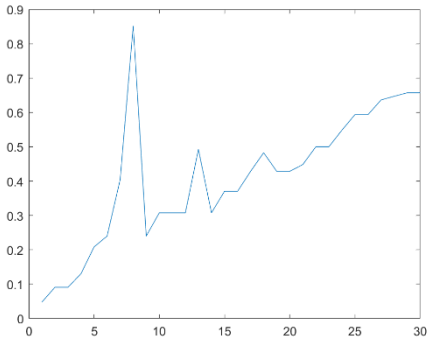


x=0.7

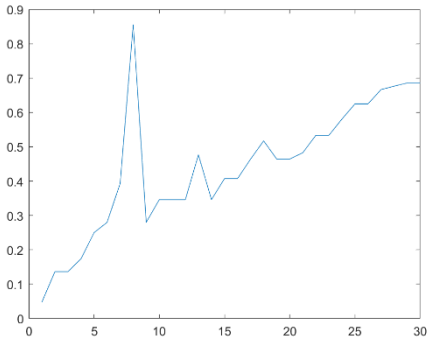


x=0.8

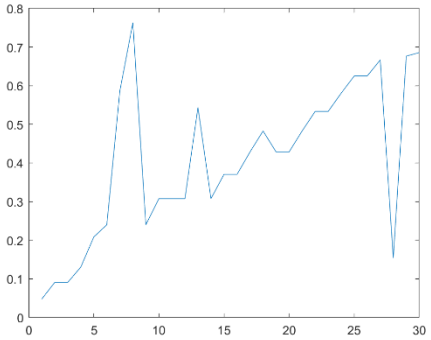
7.1.4 Indici di anomalia globale – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari



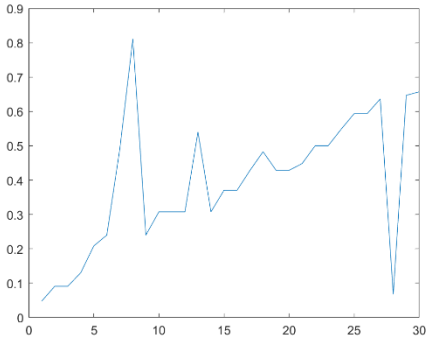
x=0.1



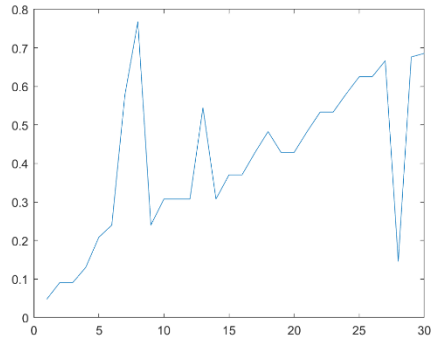
x=0.2



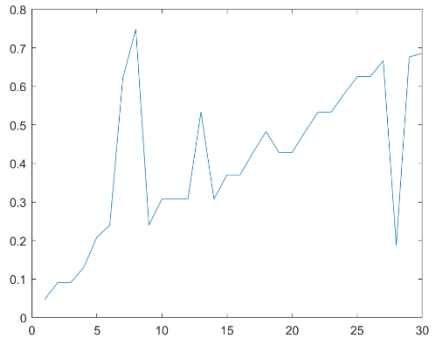
x=0.3



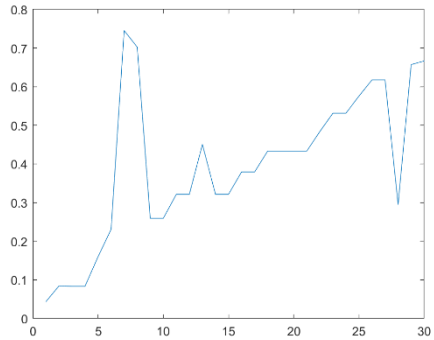
x=0.4



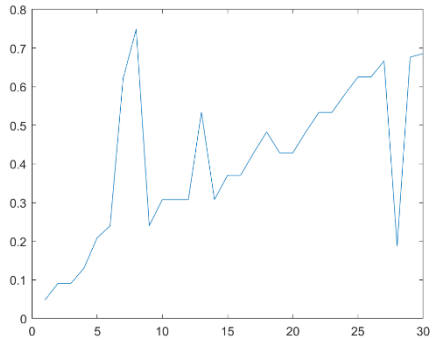
x=0.5



x=0.6



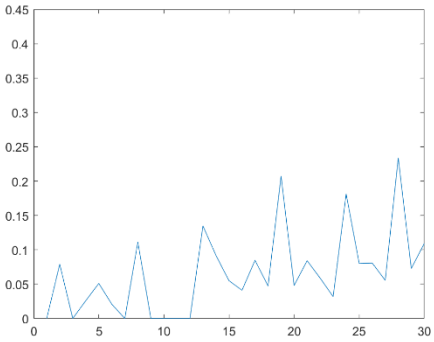
x=0.7



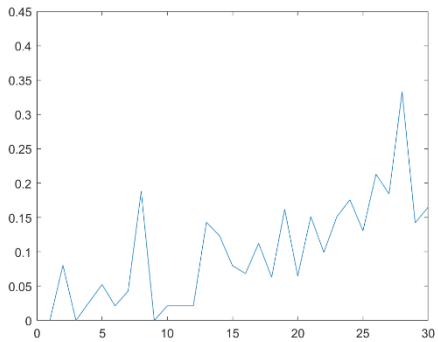
x=0.8

7.2 DEVIAZIONE STANDARD

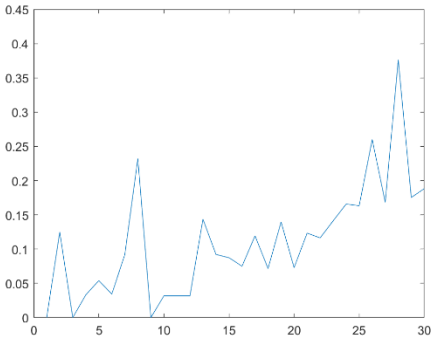
7.2.1 Deviazione Standard – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie



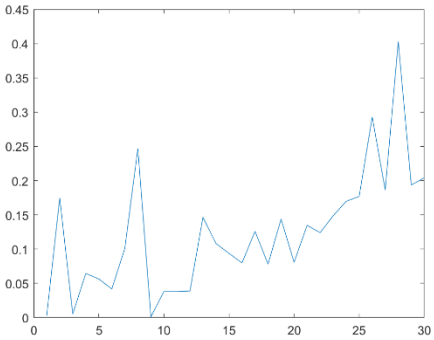
x=0.1



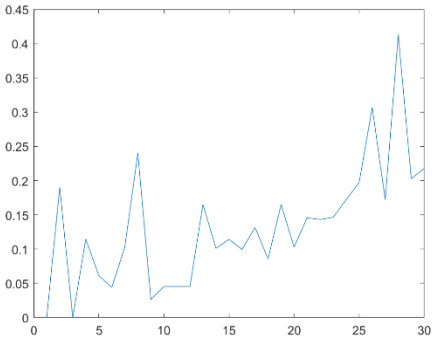
x=0.2



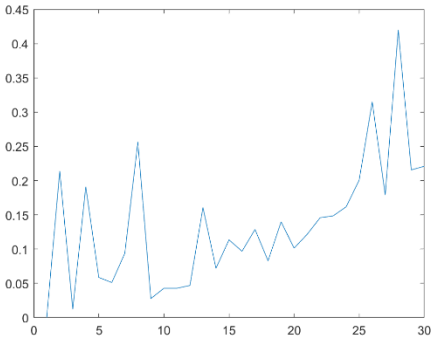
x=0.3



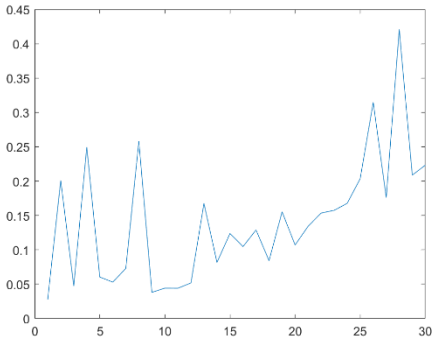
x=0.4



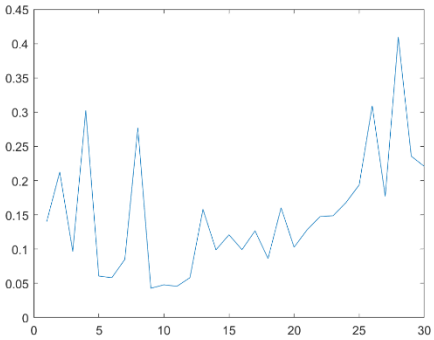
x=0.5



x=0.6

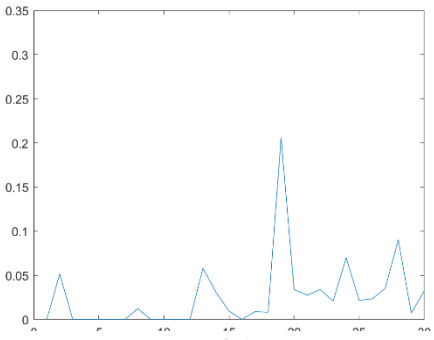


x=0.7

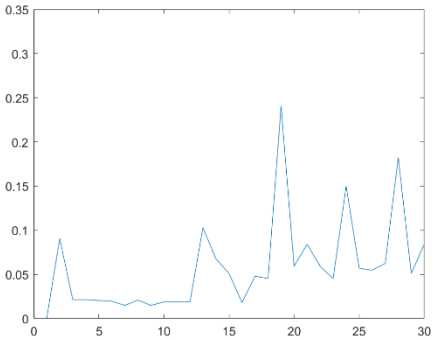


x=0.8

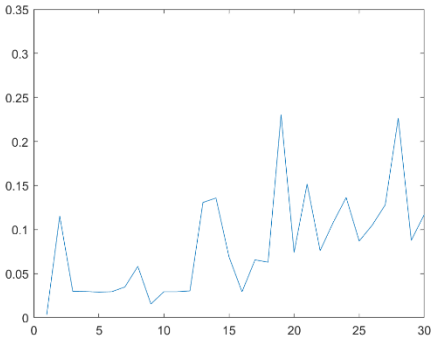
7.2.2 Deviazione Standard – Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari



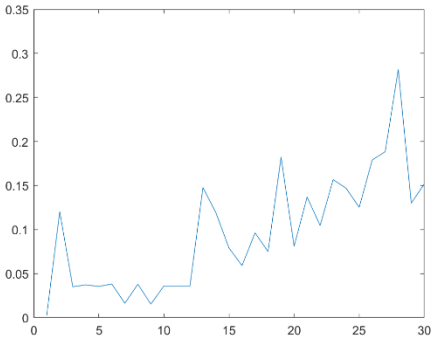
x=0.1



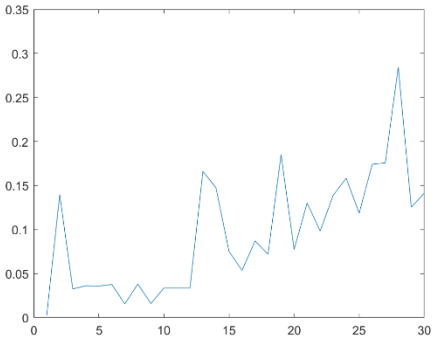
x=0.2



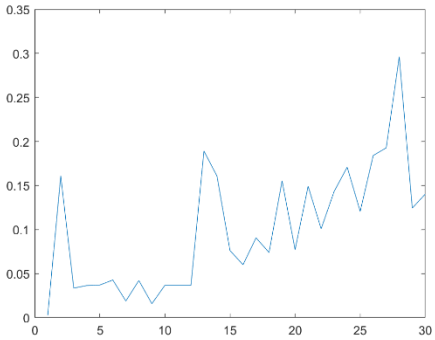
x=0.3



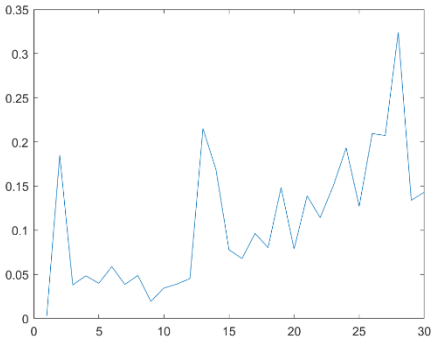
x=0.4



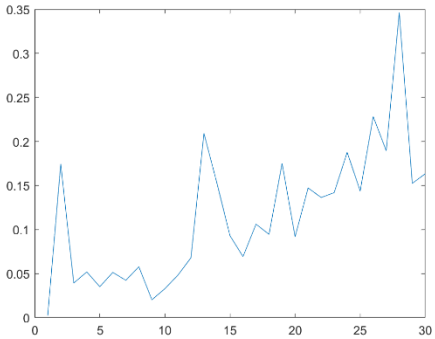
x=0.5



x=0.6

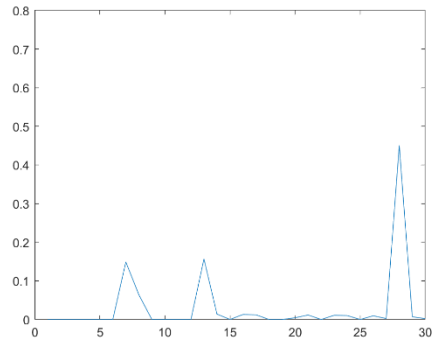


x=0.7

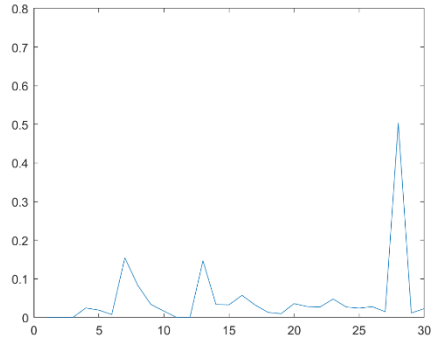


x=0.8

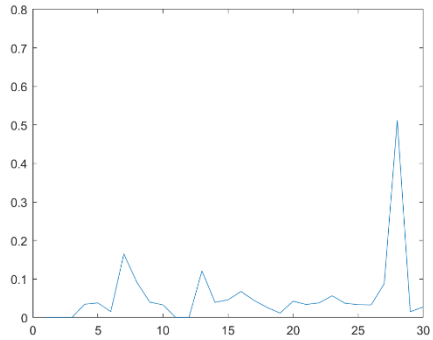
7.2.3 Deviazione Standard – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie



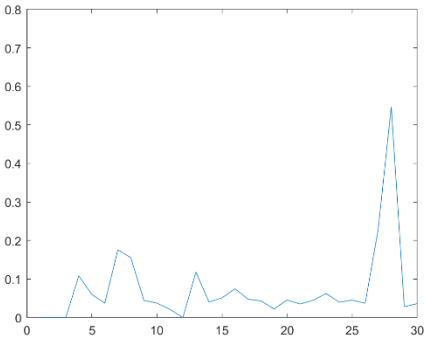
x=0.1



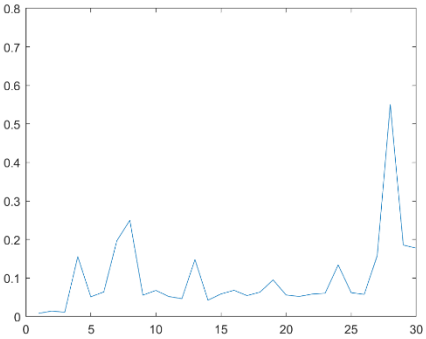
x=0.2



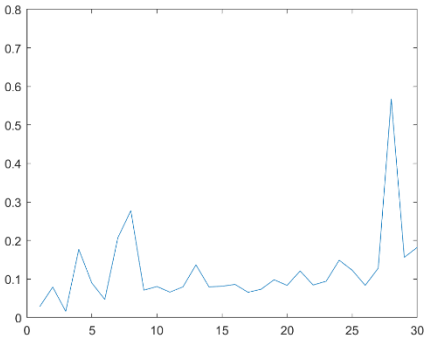
x=0.3



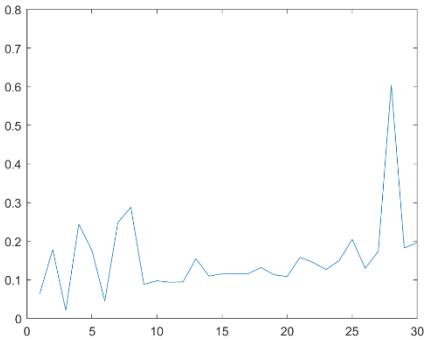
x=0.4



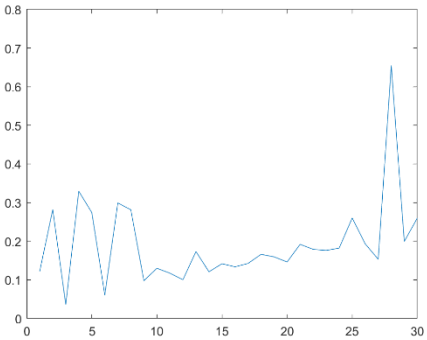
x=0.5



x=0.6

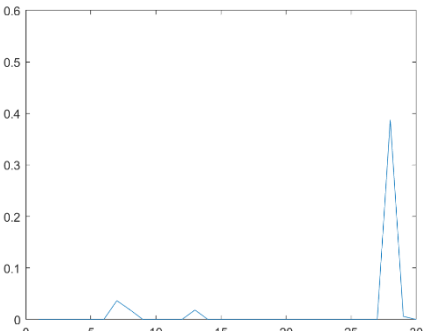


x=0.7

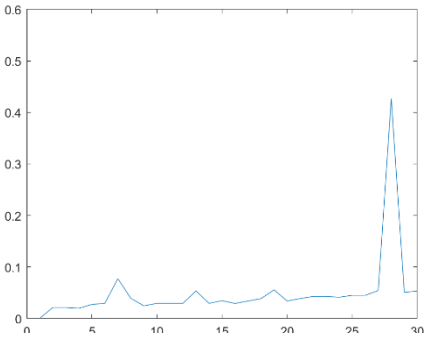


x=0.8

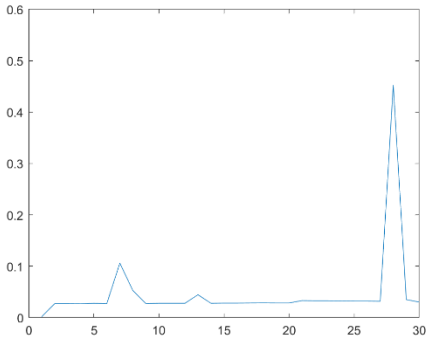
7.2.4 Deviazione Standard – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari



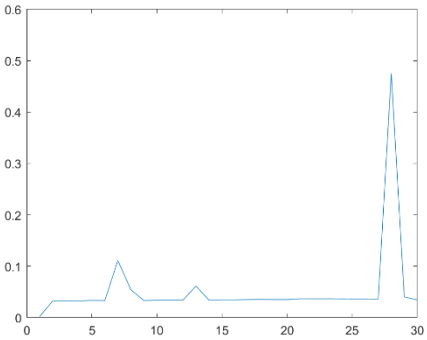
x=0.1



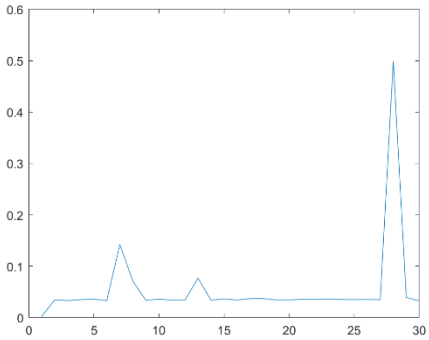
x=0.2



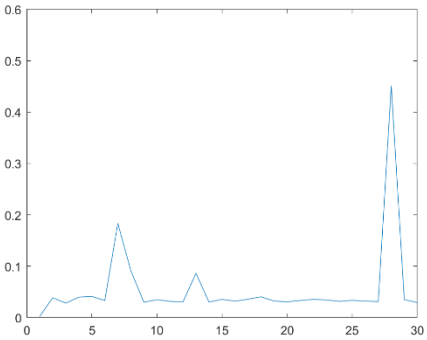
x=0.3



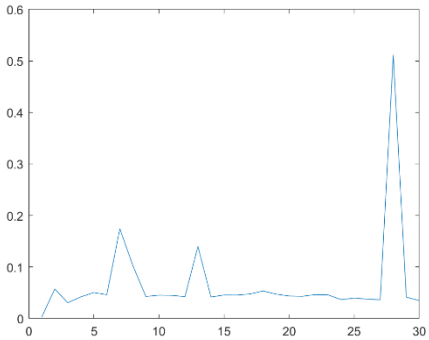
x=0.4



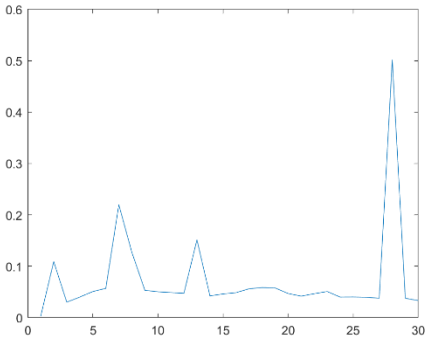
x=0.5



x=0.6



x=0.7

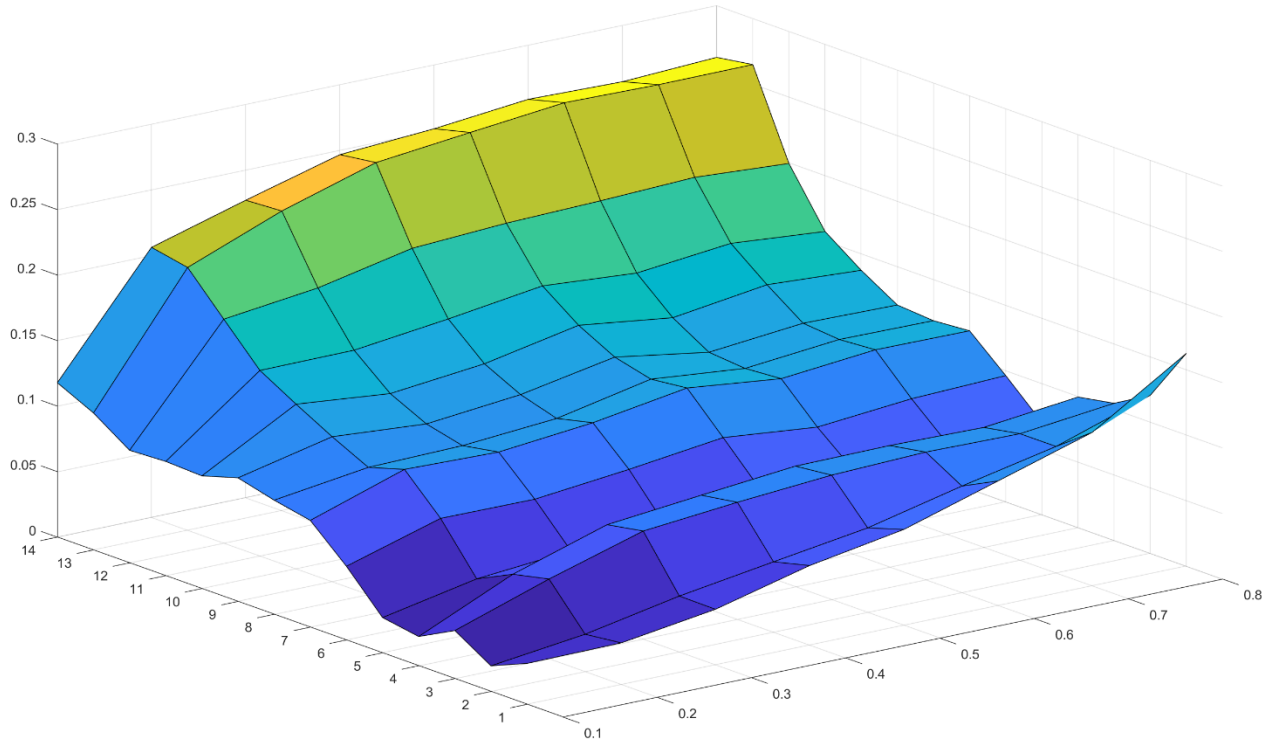


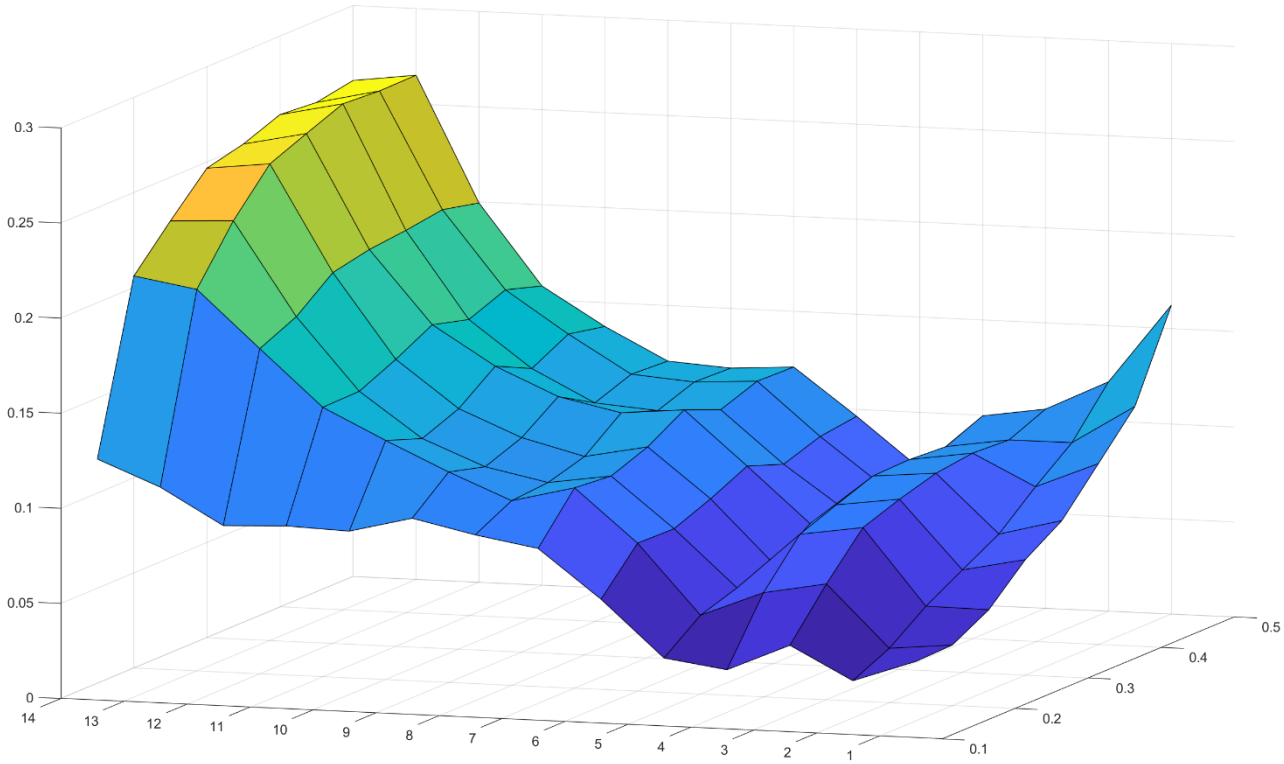
x=0.8

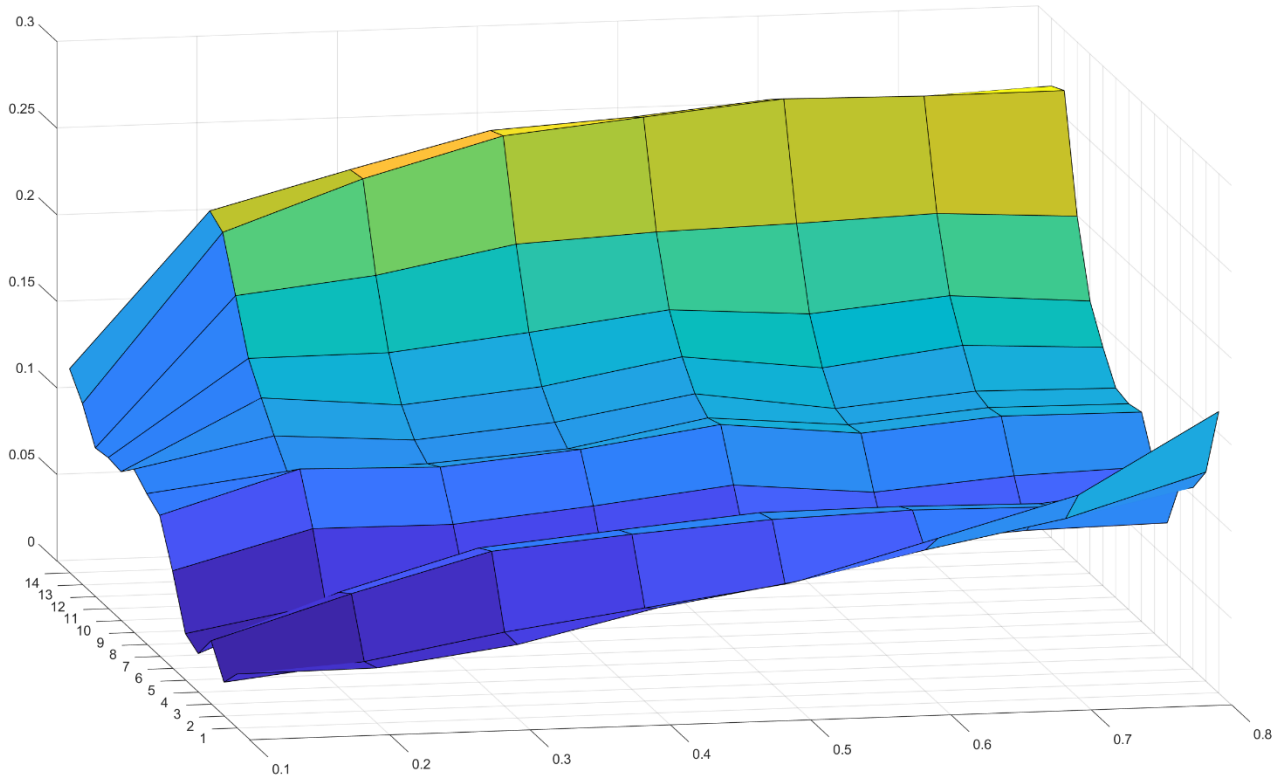
7.3 GRAFICI FINALI TRIDIMENSIONALI

7.3.1 Grafici Finali Tridimensionali – Disturbo dipendente di personalità, applicazione al solo diario delle patologie

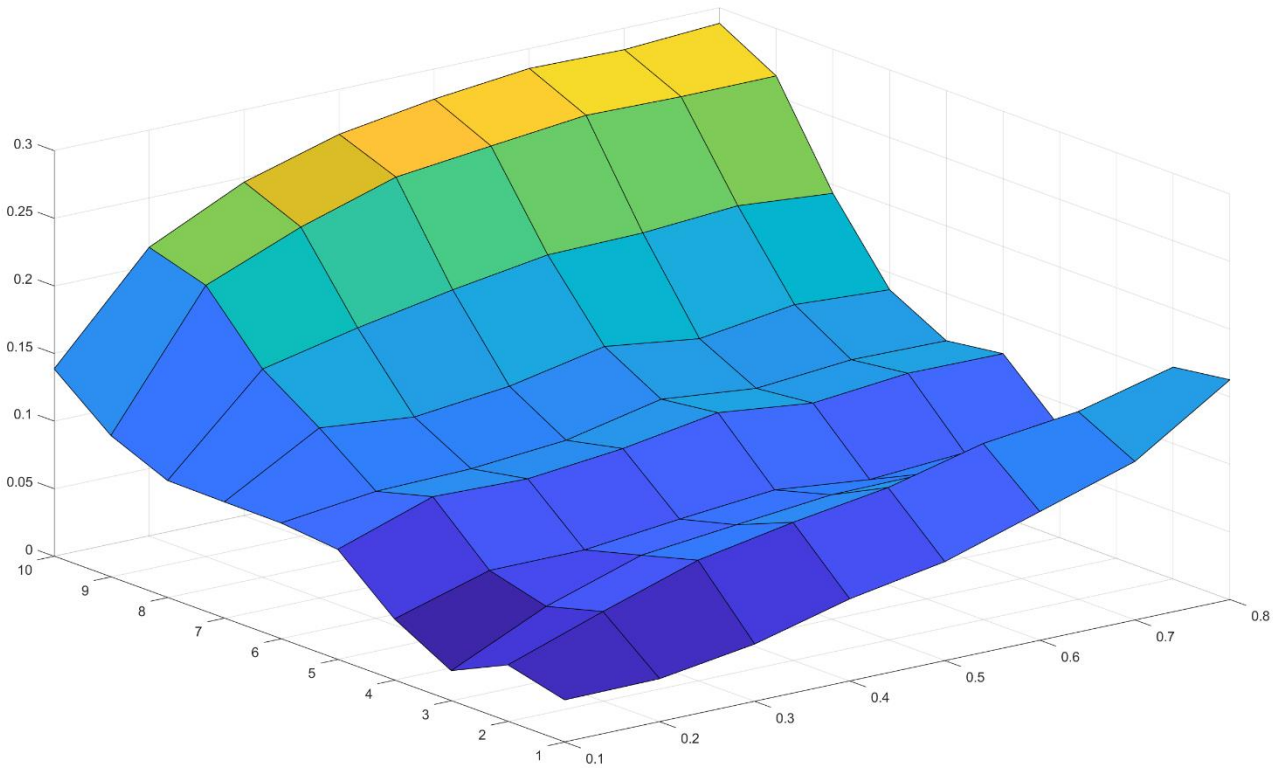
<u>Finestra 1</u>

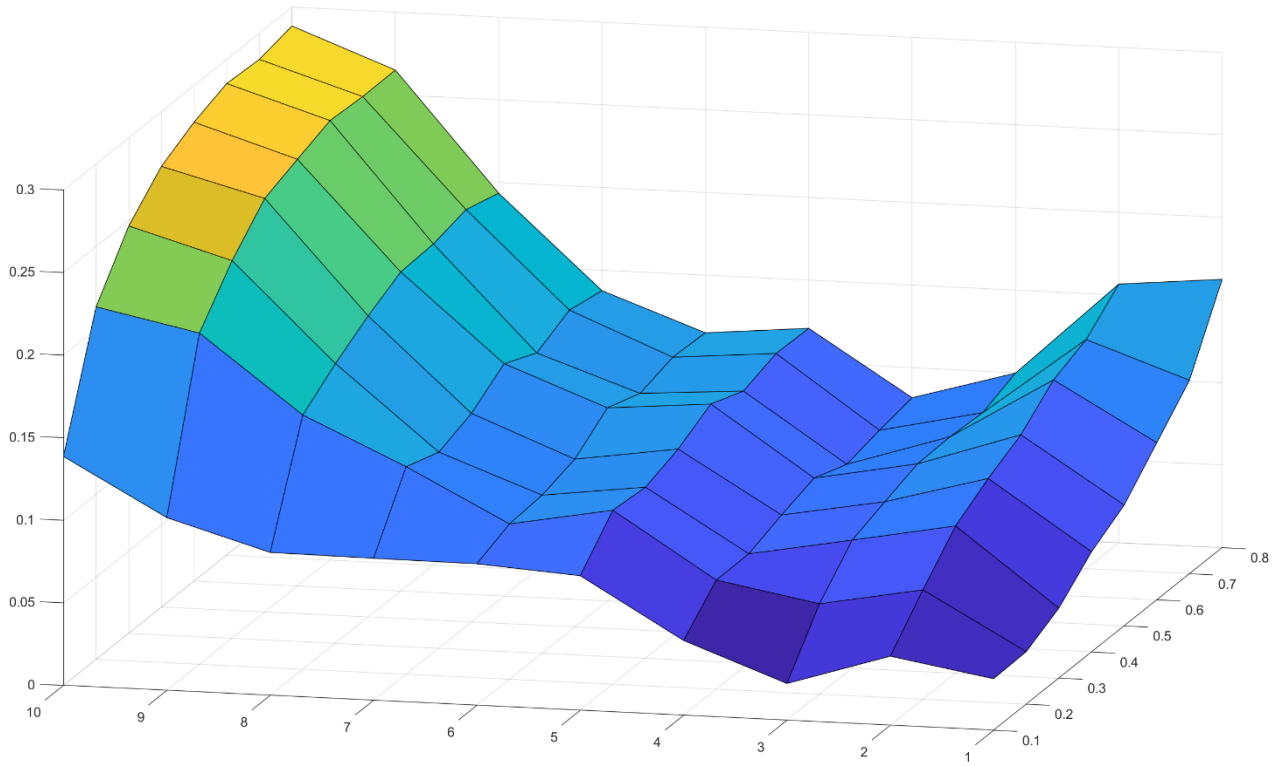

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

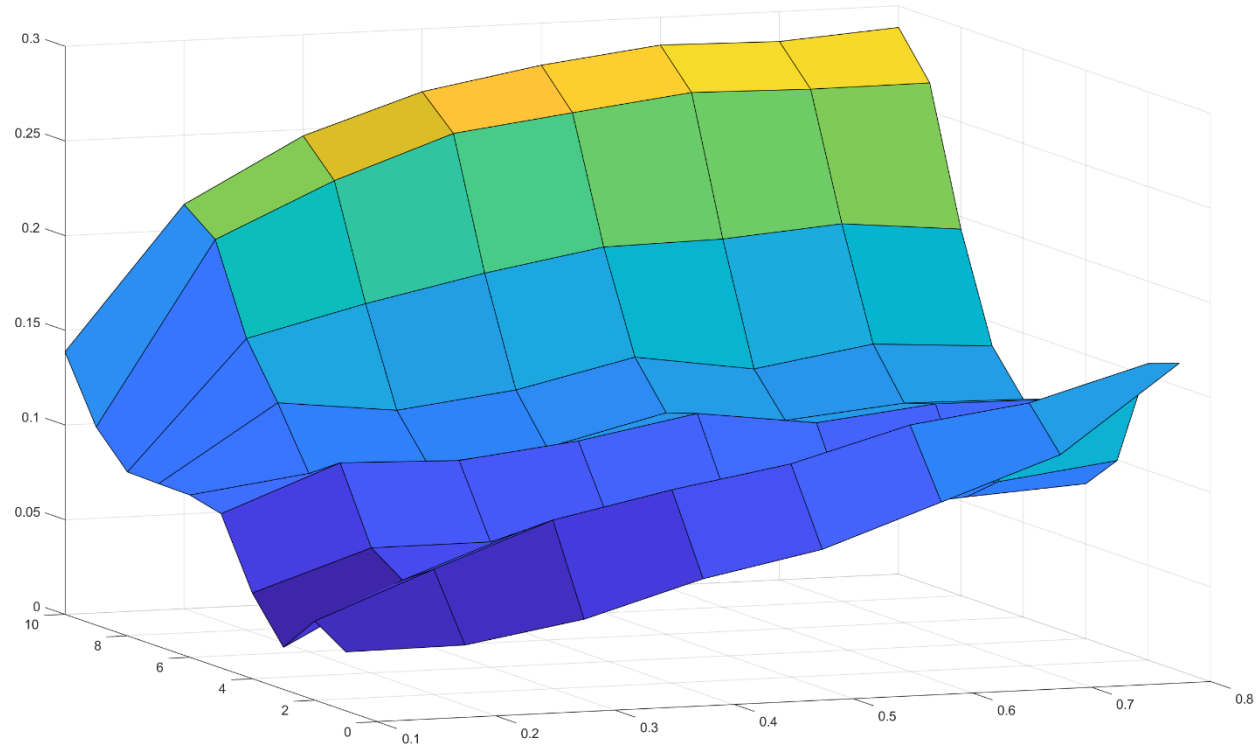

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5


0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

Finestra 2

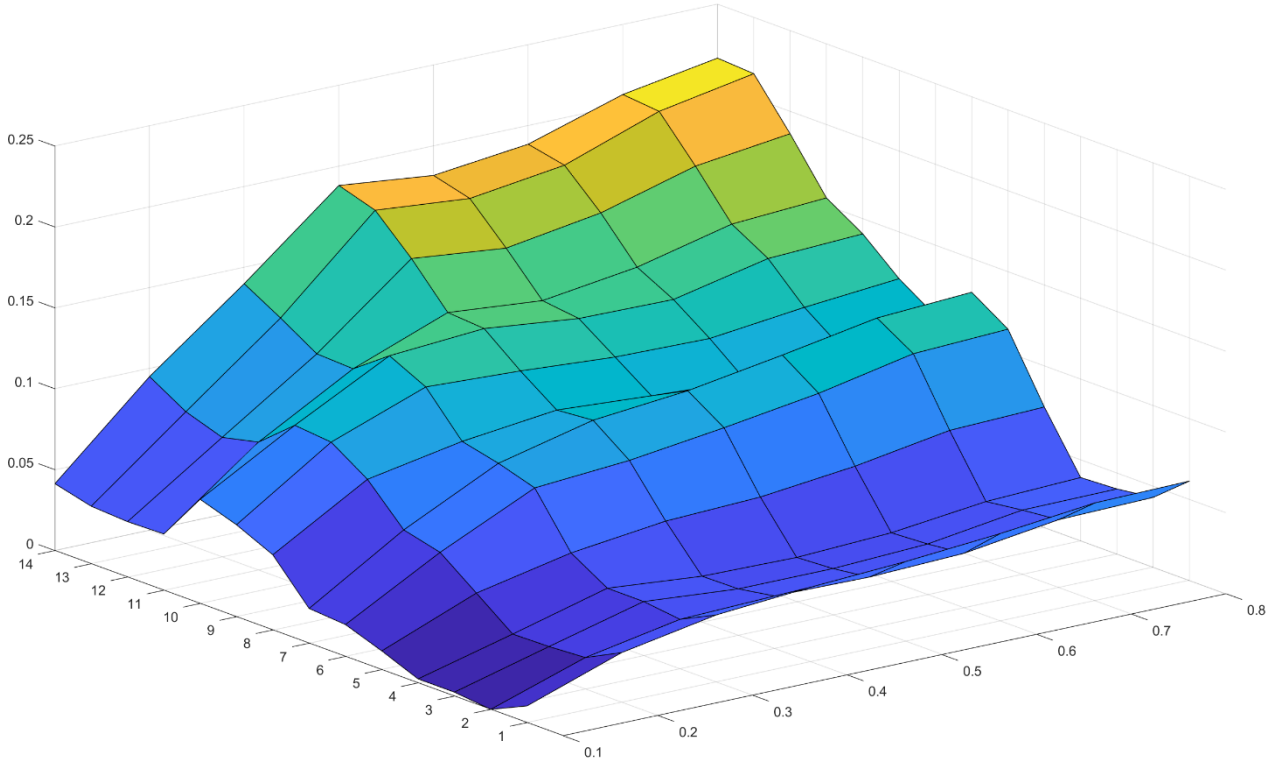

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

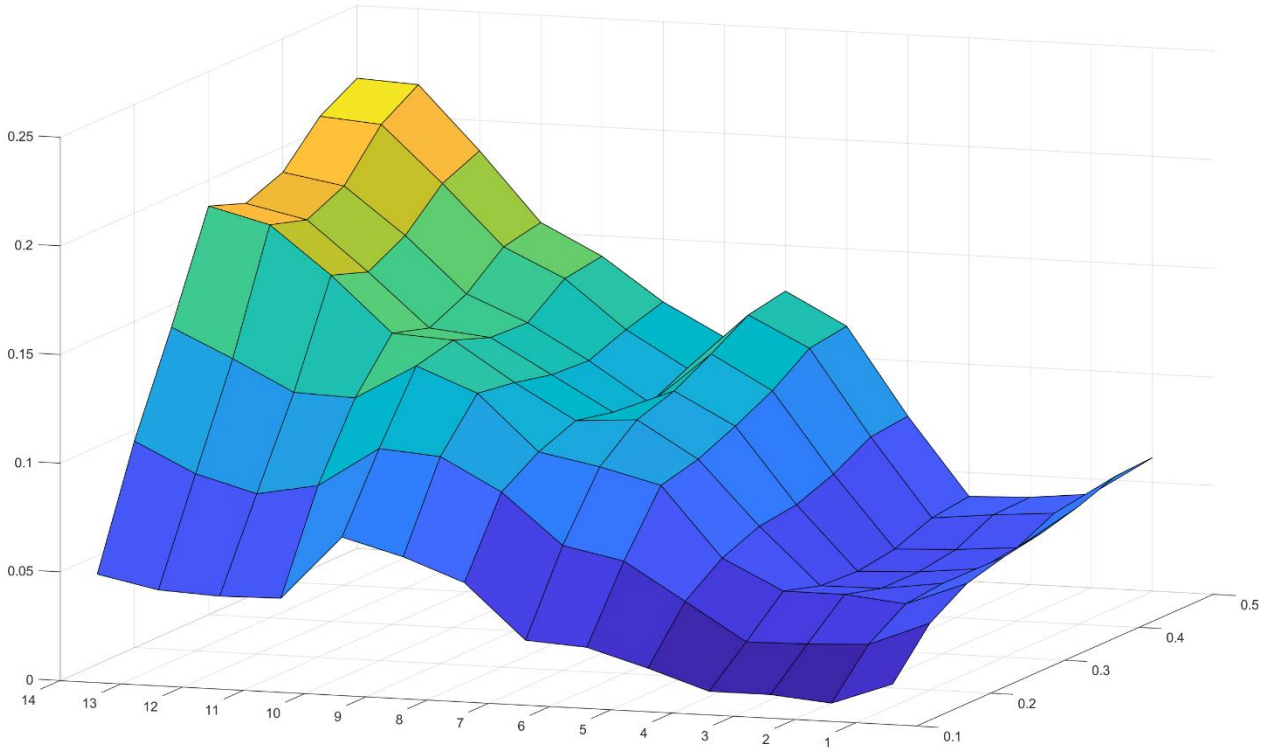

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

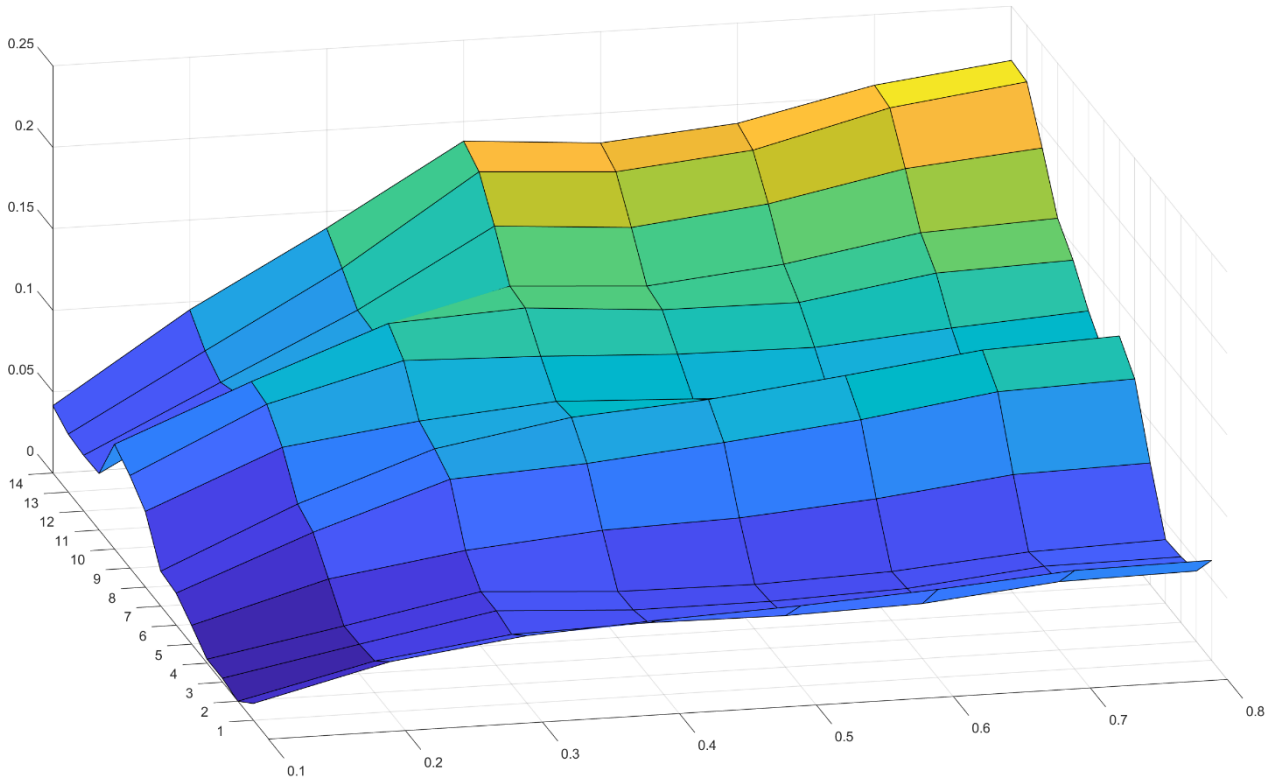

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
8
6
4
2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

7.3.2 Grafici Finali Tridimensionali – Disturbo dipendente di personalità, applicazione ad entrambi i diari

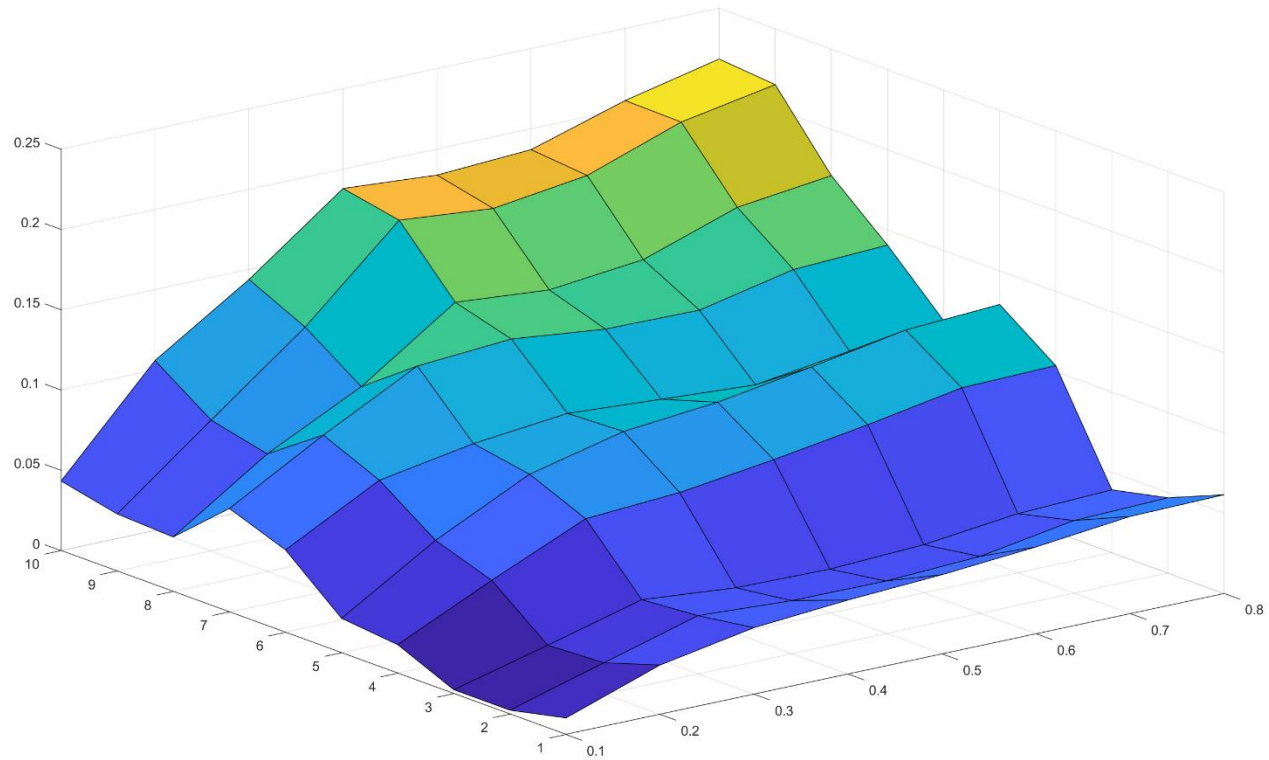
Finestra 1

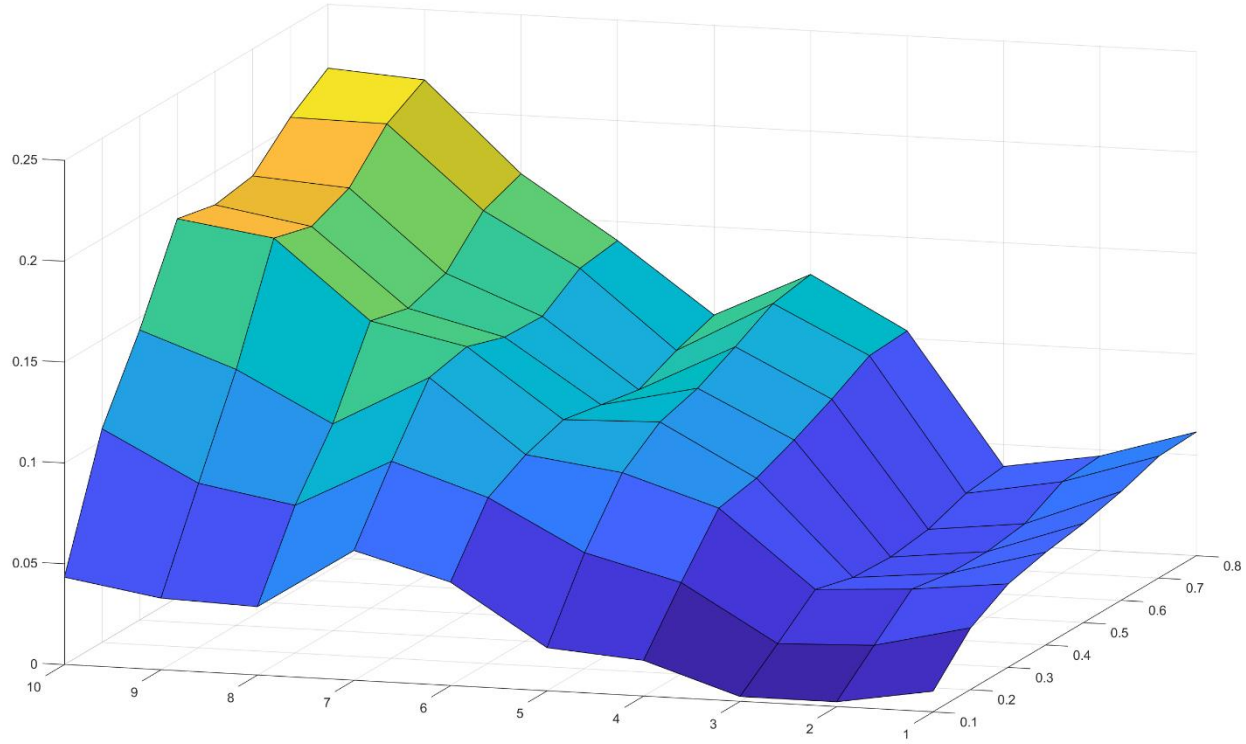


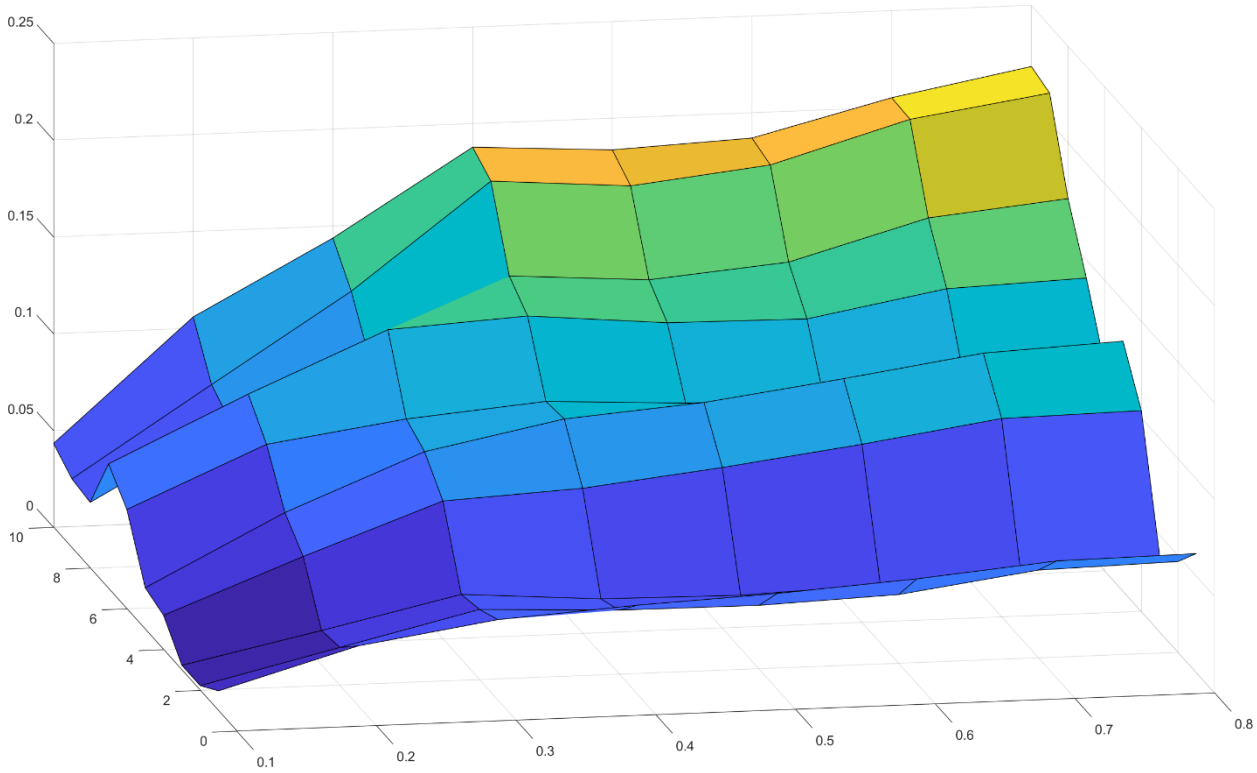



0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

Finestra 2

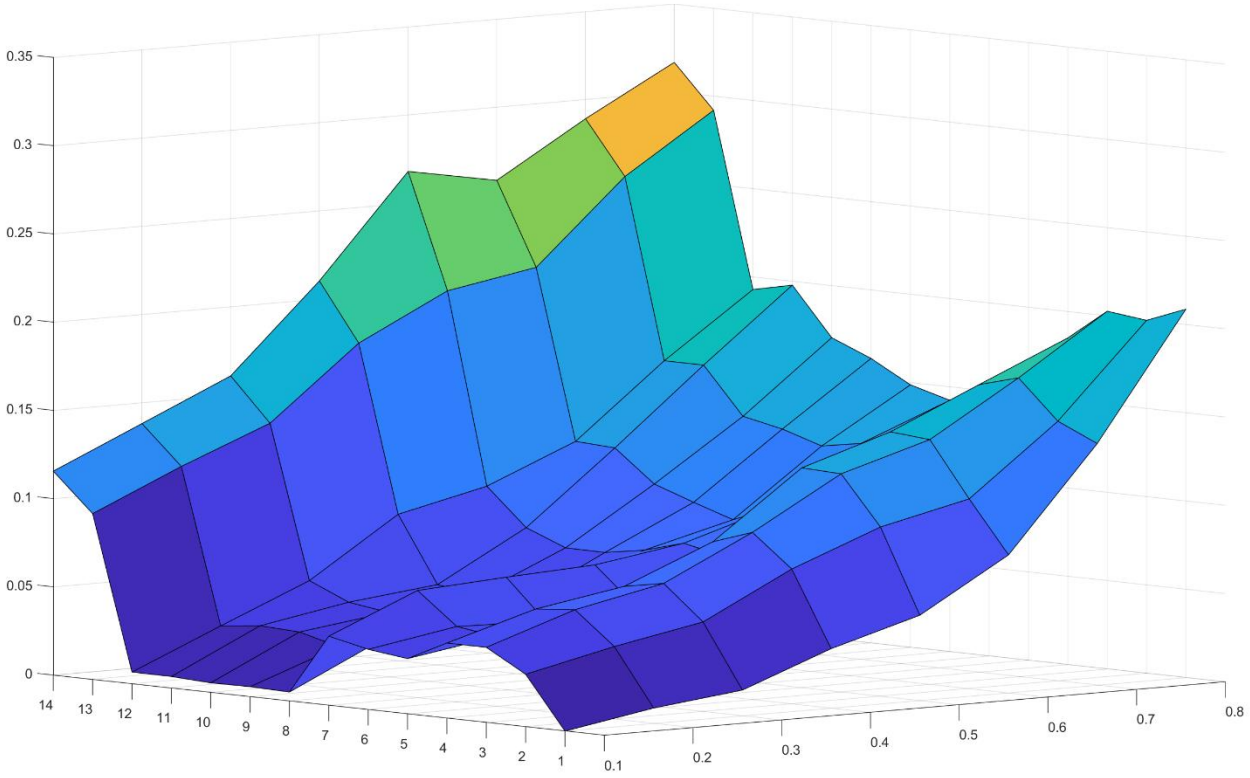

0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

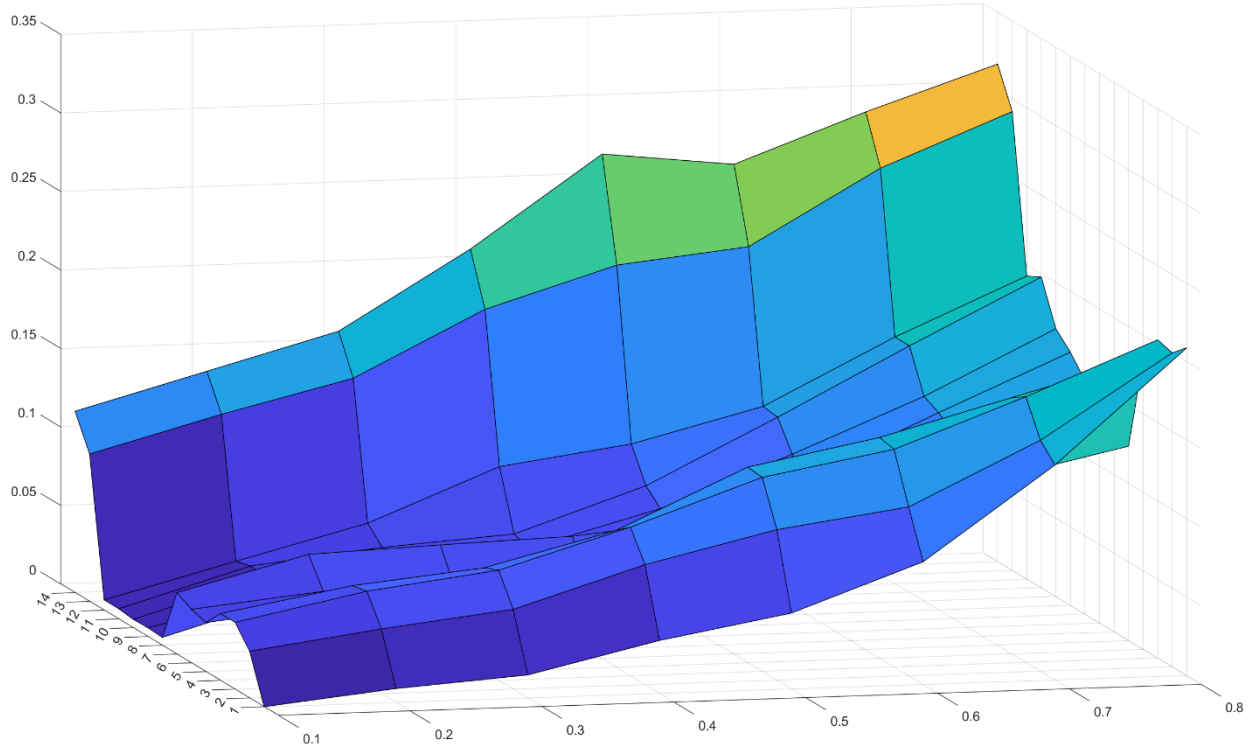

0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

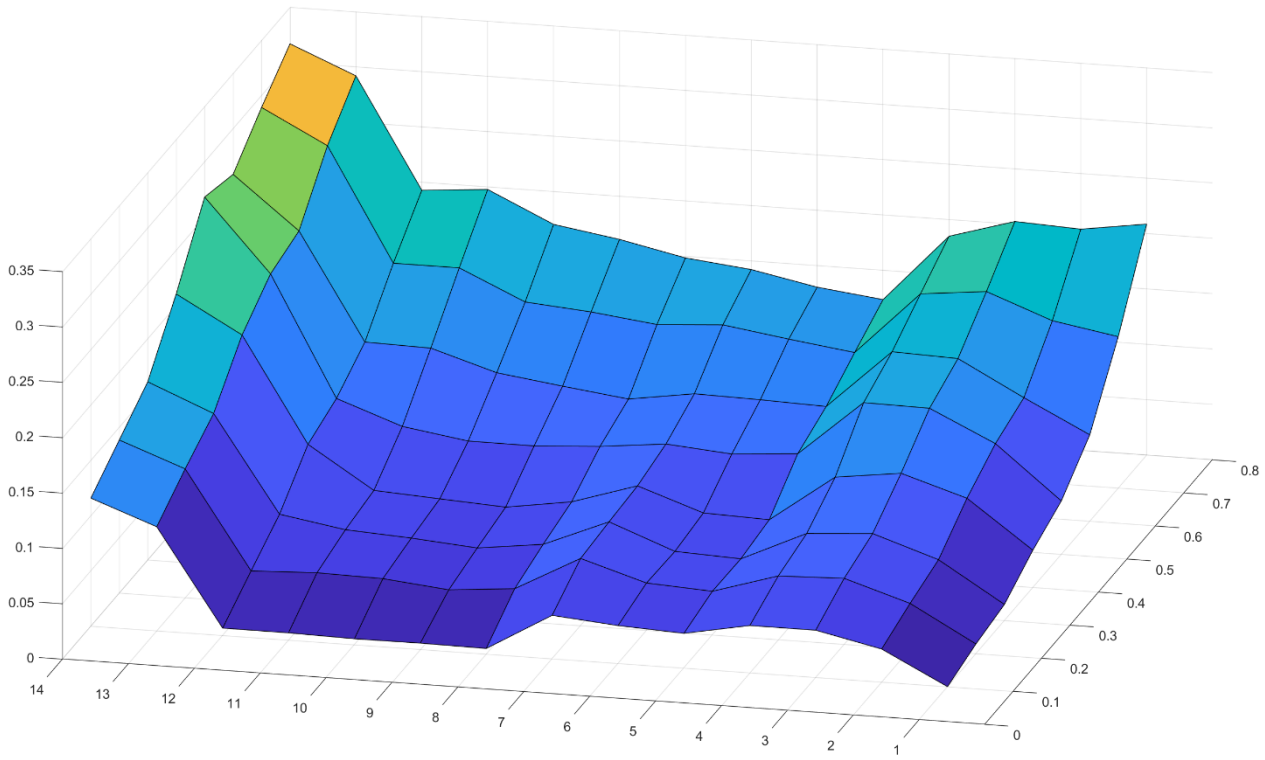

0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
8
6
4
2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

7.3.3 Grafici Finali Tridimensionali – Fibromialgia, applicazione al solo diario delle patologie

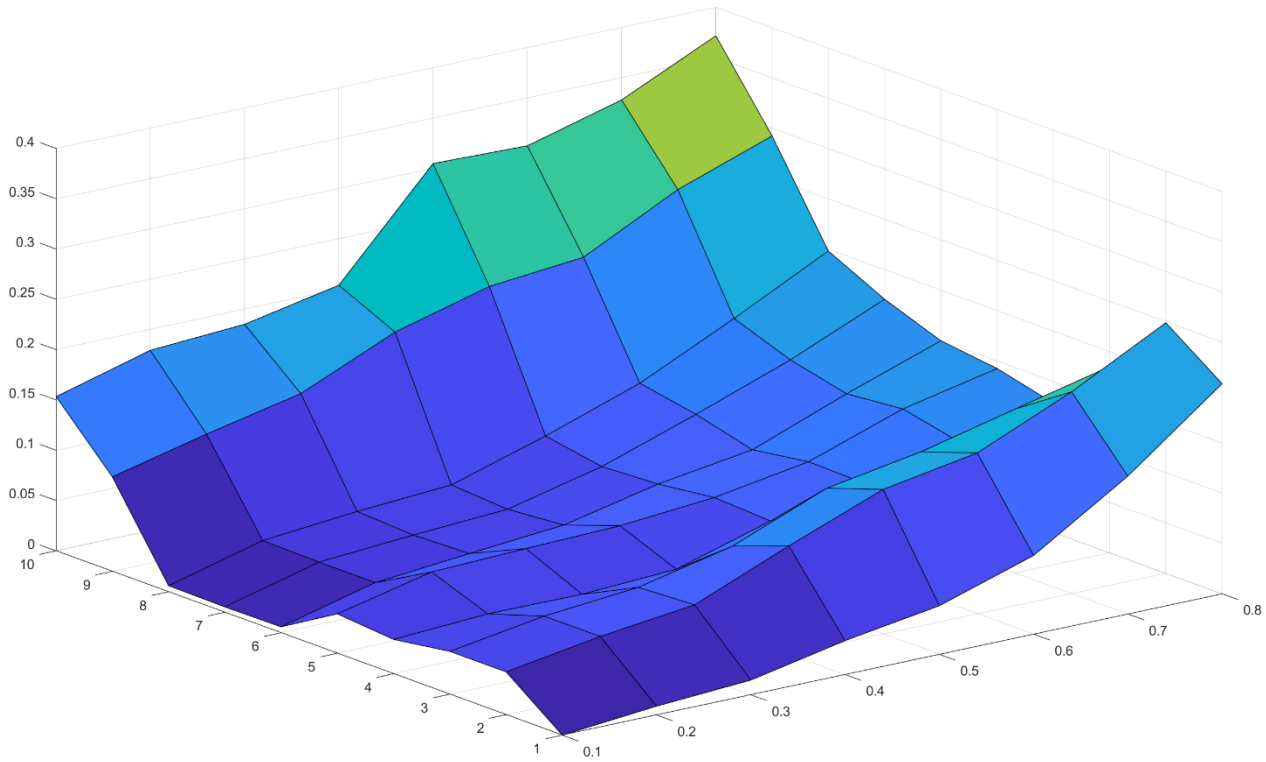
Finestra 1

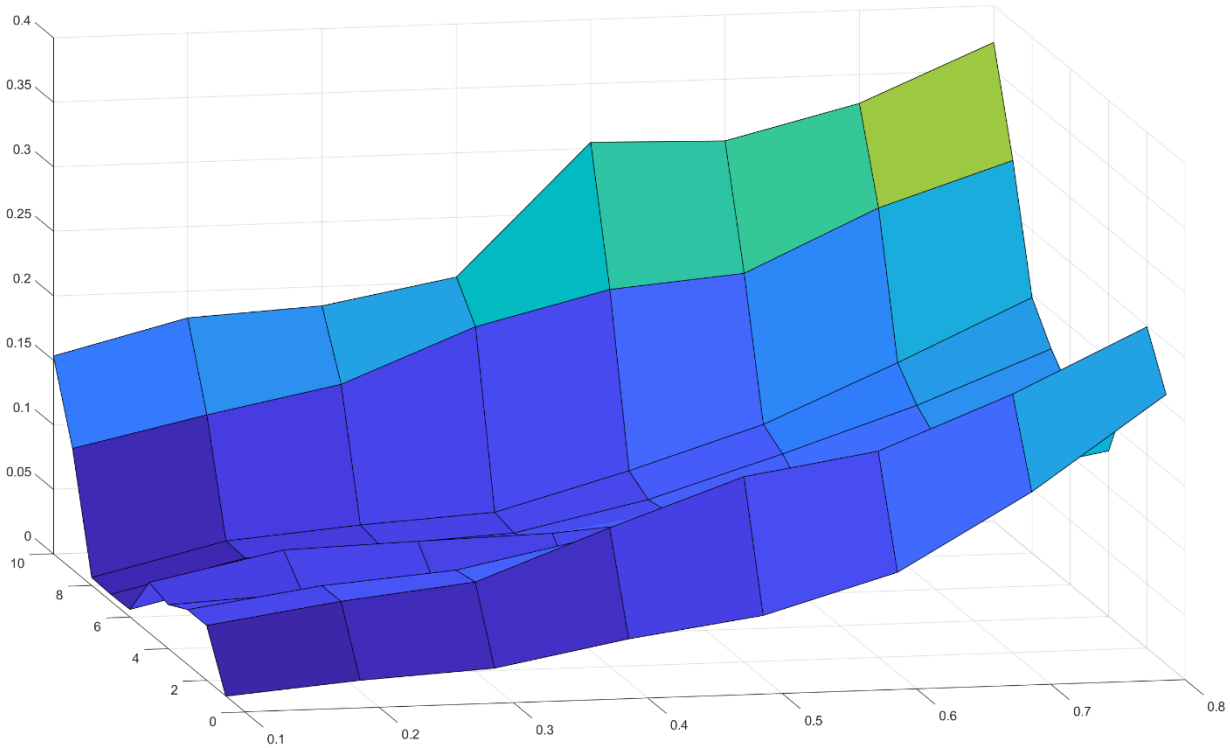


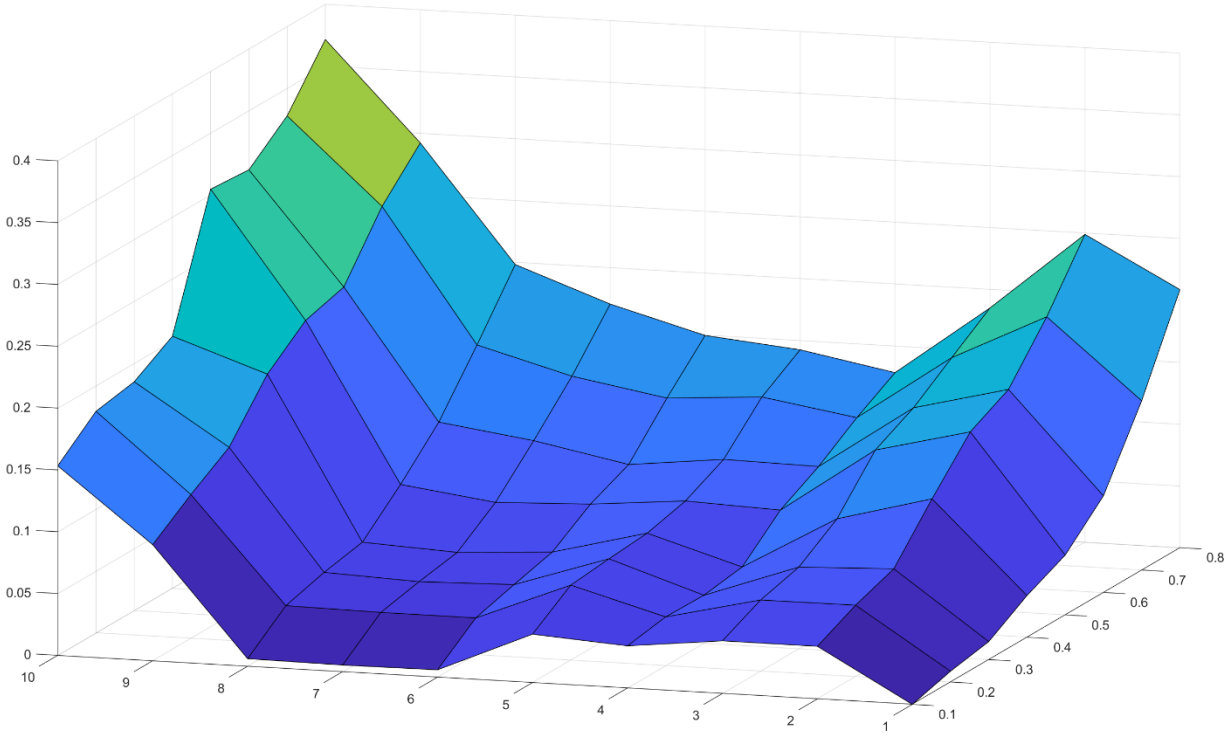



0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8

Finestra 2

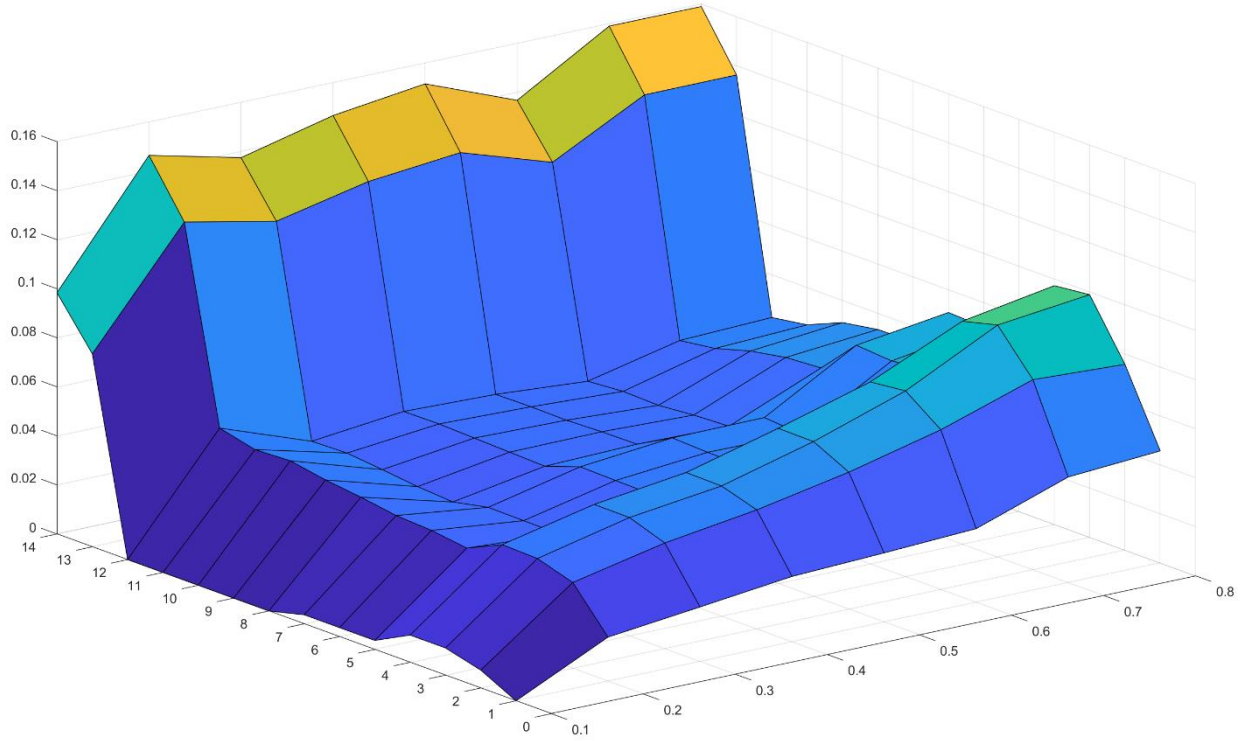

0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8

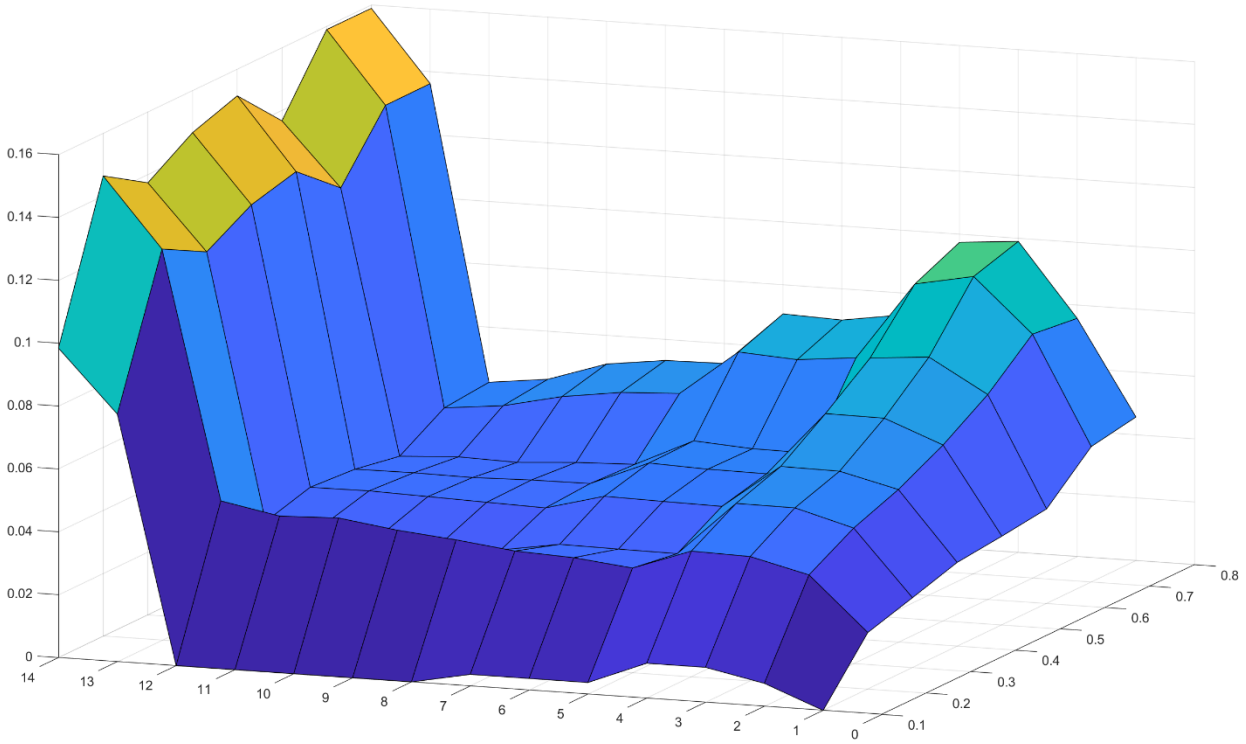

0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
8
6
4
2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

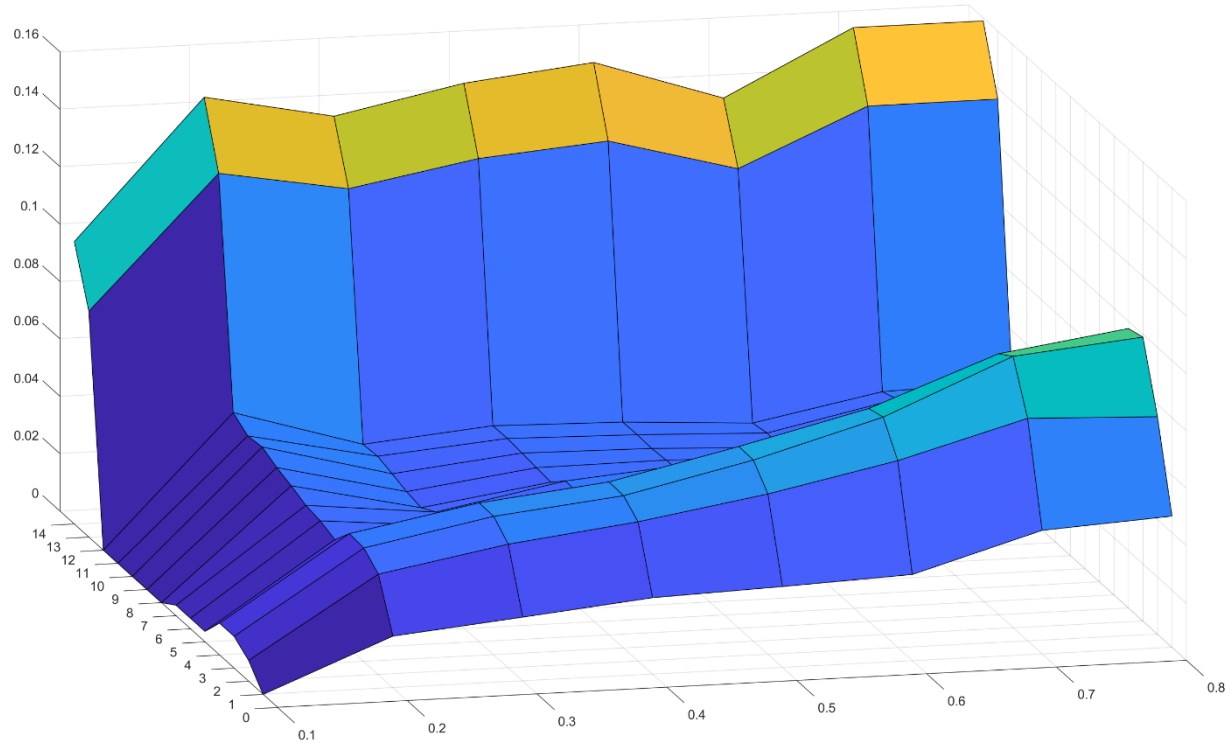

0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

7.3.4 Grafici Finali Tridimensionali – Fibromialgia, applicazione ad entrambi i diari

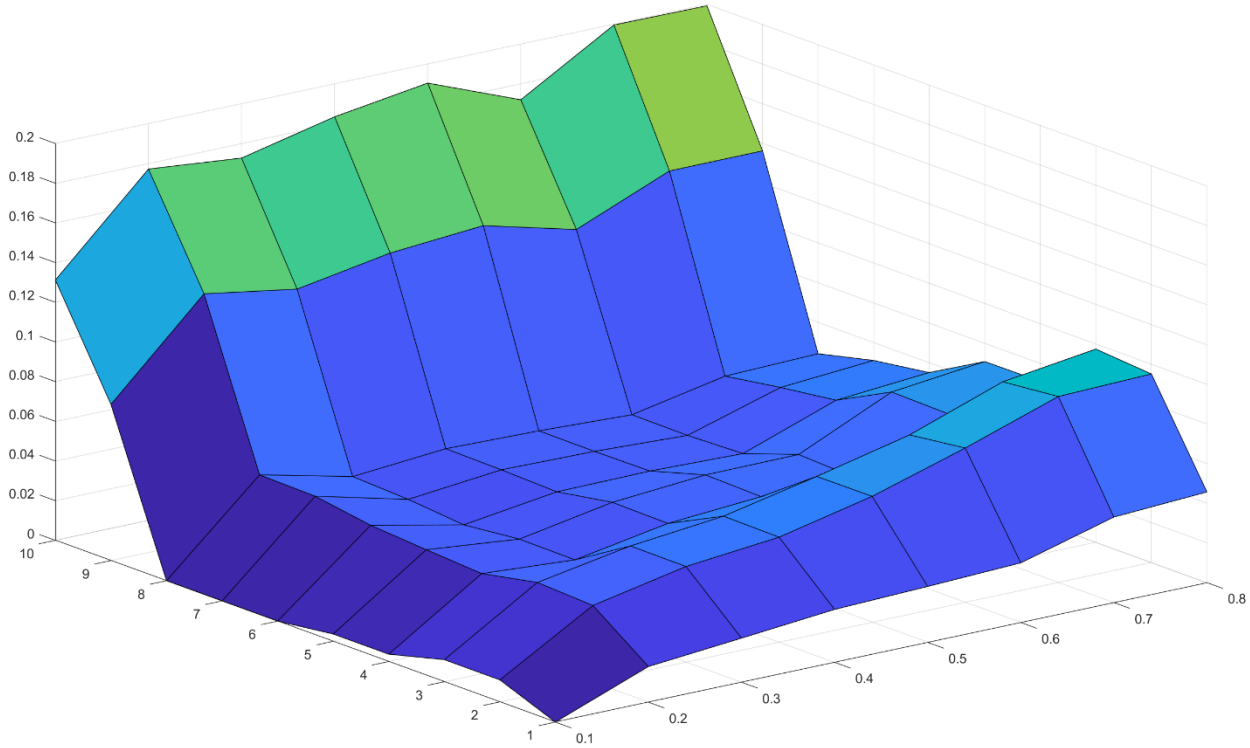
Finestra 1

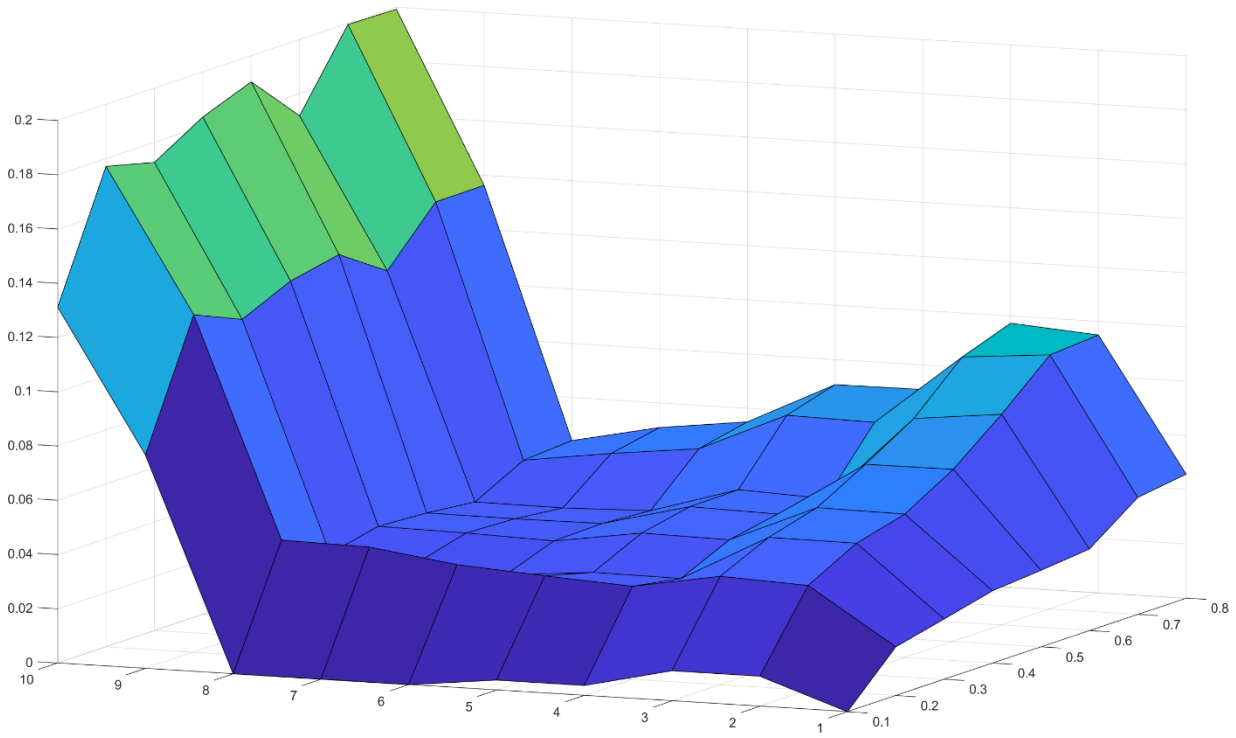


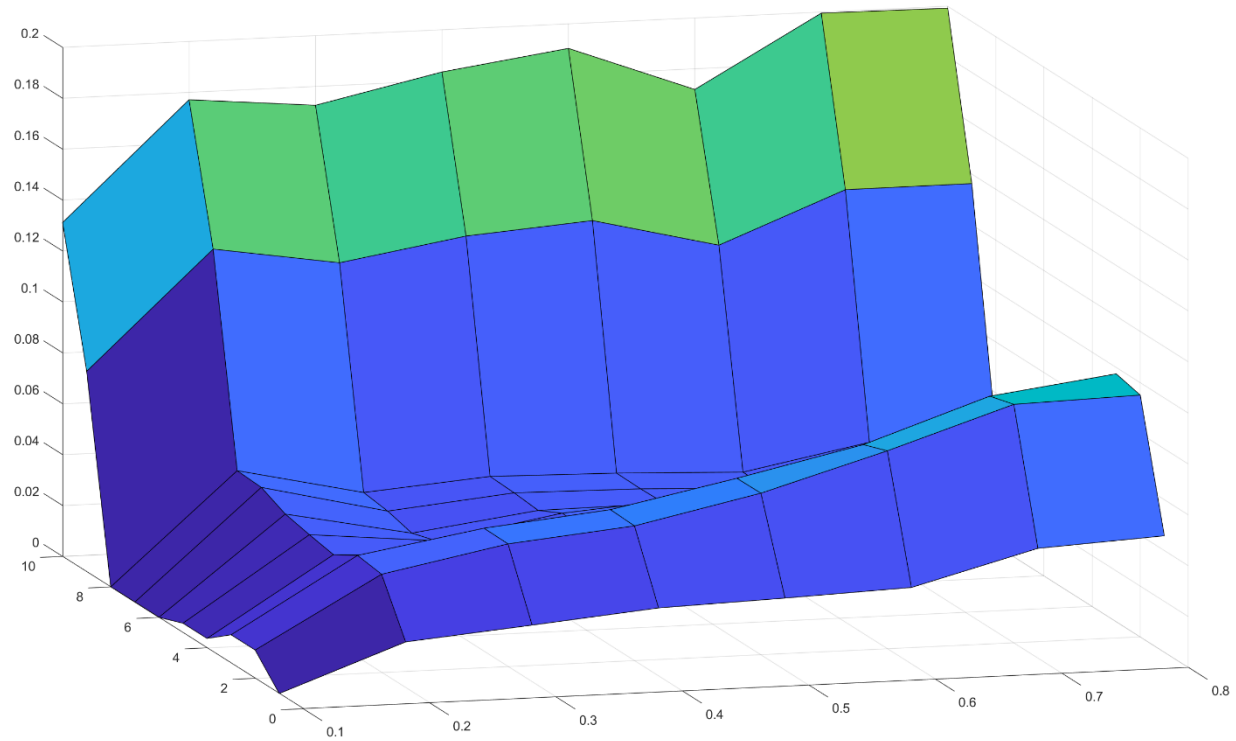



0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

Finestra 2


0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8


0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8


0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
10
8
6
4
2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

BIBLIOGRAFIA

- Ki-Foot, Descrizione del progetto
- Diagnosi e trattamento della fibromialgia, linee di indirizzo. Servizio assistenza territoriale. Regione Emilia Romagna
- Gli indicatori statistici: concetti, metodi, applicazioni - Filomena Maggino, Università degli Studi di Firenze
- Cenni di teoria della probabilità – Michele Lombardi, Università degli Studi di Bologna
- La catastrofizzazione del dolore e il ruolo rivestito dalle credenze in merito al rimuginino nella fibromialgia -Mirabelli Veronica, Tesi di Laurea Magistrale, Università degli Studi di Pisa

SITOGRAFIA

- https://www.istitutobeck.com/beck-news/fibromialgia
- https://www.istitutobeck.com/disturbi-di-personalita/disturbo-dipendente-personalita
- https://www.istitutobeck.com/disturbi-di-personalita/disturbo-borderline-personalita/suicidalita#:~:text=Le%20ricerche%20hanno%20mostrato%20che,et%20al.%2C%202011)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Disturbo_dipendente_di_personalit%C3%A0
- https://www.istitutobeck.com/terapia-cognitivo-comportamentale/suicidalita-nei-disturbi-dellumore
- https://www.andreaminini.com/ai/machine-learning/clustering
- https://it.wikipedia.org/wiki/Clustering
- https://www.matematicamente.it/rivista-il-magazine/numero-9-aprile-2009/112-data-mining-esplorando-le-miniere-alla-ricerca-della-conoscenza-nascosta-clustering/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_clustering
- https://it.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-clustering.html
- https://it.mathworks.com/help/fuzzy/fcm.html
- https://it.wikipedia.org/wiki/Stigmergia
- https://it.wikipedia.org/wiki/Indice_di_Jaccard
- https://www.aboutpharma.com/blog/2019/12/04/dispositivi-medici-indossabili-wearable-smartwatch/
- https://www.footmoov.com/ki-foot/
- https://it.wikipedia.org/wiki/Scarto_quadratico_medio
- https://it.wikipedia.org/wiki/Distribuzione_continua_uniforme
- https://it.mathworks.com/help/matlab/ref/rand.html