

ANALISI DELLA QUALITÀ DEL SONNO

Scenario

Un'**assicurazione sanitaria** è interessata a sapere come **migliorare il sonno dei propri clienti** tramite la promozione di uno stile di vita sano. L'idea è che in questo modo la compagnia assicurativa sia in grado di migliorare la salute dei propri clienti e quindi di ridurre i costi per le cure mediche dei propri assicurati. Per farlo, vuole capire **quali aspetti** di uno stile di vita influiscono maggiormente sulla qualità del sonno.

A tal fine, useremo datasets pubblici contenenti dati su attività fisica, qualità del sonno, informazioni demografiche e condizioni di salute di varie persone per analizzarli in relazione all'obiettivo dell'assicurazione sanitaria. Tramite l'utilizzo di Python, realizzeremo un report approfondito che possa consentire all'assicurazione di decidere **quali cambiamenti di comportamento promuovere tra i propri clienti**.

Raccolta dei dati

Useremo due datasets pubblici, uno artificiale (il primo), che non rappresenta quindi persone reali, pur essendo valido ai fini delle nostre analisi, e uno reale (il secondo):

- <https://www.kaggle.com/datasets/hanaksoy/health-and-sleep-statistics>
- <https://www.kaggle.com/datasets/henryshan/sleep-health-and-lifestyle>

Una volta scaricati i due datasets in formato CSV e salvati nella directory di lavoro, andiamoli a caricare in Python usando Pandas.

```
In [1]: import pandas as pd

df1 = pd.read_csv("C:/Users/vince/Desktop/Capstone Project/Dataset/Health_Sleep_Statistics.csv")
df2 = pd.read_csv("C:/Users/vince/Desktop/Capstone Project/Dataset/ss.csv")
```

Visualizziamo le prime righe in formato tabulare per farci un'idea di come sono strutturati.

```
In [2]: display(df1.head(n=3))
display(df2.head(n=3))
```

	User ID	Age	Gender	Sleep Quality	Bedtime	Wake-up Time	Daily Steps	Calories Burned	Physical Activity Level	Dietary Habits	Sleep Disorders	Medication Usage
0	1	25	f	8	23:00	06:30	8000	2500	medium	healthy	no	no
1	2	34	m	7	00:30	07:00	5000	2200	low	unhealthy	yes	yes
2	3	29	f	9	22:45	06:45	9000	2700	high	healthy	no	no

	Person ID	Gender	Age	Occupation	Sleep Duration	Quality of Sleep	Physical Activity Level	Stress Level	BMI Category	Blood Pressure	Heart Rate	Daily Steps	Sleep Disorder
0	1	Male	27	Software Engineer	6.1	6	42	6	Overweight	126/83	77	4200	NaN
1	2	Male	28	Doctor	6.2	6	60	8	Normal	125/80	75	10000	NaN
2	3	Male	28	Doctor	6.2	6	60	8	Normal	125/80	75	10000	NaN

Elaborazione dei dati

Trasformazione dei dati

Qualità del sonno

Visto che il nostro obiettivo è capire quali fattori influenzano di più la qualità del sonno, partiamo proprio da quest'ultima. Notiamo che la colonna che identifica la qualità del sonno ha due nomi diversi nei due dataset:

- "Sleep Quality" in df1
- "Quality of Sleep" in df2

Per semplificare l'analisi, andiamo a rinominare queste colonne in sleep_quality.

```
In [3]: df1.rename(columns={"Sleep Quality": "sleep_quality"}, inplace=True)
df2.rename(columns={"Quality of Sleep": "sleep_quality"}, inplace=True)
```

Controlliamo che la distribuzione dei valori sia simile nei due datasets.

```
In [4]: display(df1.sleep_quality.describe())
print("\n")
display(df2.sleep_quality.describe())
```

```
count    100.000000
mean       7.000000
std        1.734964
min         4.000000
25%        5.750000
50%        7.500000
75%        8.250000
max         9.000000
Name: sleep_quality, dtype: float64
```

```
count    373.000000
mean       7.308311
std        1.195359
min         4.000000
25%        6.000000
50%        7.000000
75%        8.000000
max         9.000000
Name: sleep_quality, dtype: float64
```

Attività fisica

Guardiamo ora **physical activity level**. In un dataset è una variabile categorica, ovvero può assumere solo tre valori: basso, medio e alto. Nell'altro dataset è un numero intero (minuti giornalieri di attività fisica).

```
In [5]: display(df1["Physical Activity Level"].value_counts())
print("\n")
```

```
display(df2["Physical Activity Level"].describe())
```

Physical Activity Level

medium 38

high 36

low 26

Name: count, dtype: int64

count 373.000000

mean 59.128686

std 20.842589

min 30.000000

25% 45.000000

50% 60.000000

75% 75.000000

max 90.000000

Name: Physical Activity Level, dtype: float64

Visto che in df2 il livello di attività fisica varia da 30 a 90, decidiamo di creare tre intervalli:

- *low* se < 50
- *medium* se 51–70
- *high* se > 70

```
In [6]: df2.loc[df2["Physical Activity Level"] <= 50, "physical_activity"] = "low"
df2.loc[(df2["Physical Activity Level"] > 50) & (df2["Physical Activity Level"] <= 70), "physical_activity"] = "medium"
df2.loc[df2["Physical Activity Level"] > 70, "physical_activity"] = "high"
df2.drop(columns=["Physical Activity Level"], inplace=True)
df1.rename(columns={"Physical Activity Level": "physical_activity"}, inplace=True)
```

Indice di massa corporea

Guardiamo ora l'indice di massa corporea, presente solo nel secondo dataset.

```
In [7]: display(df2["BMI Category"].value_counts())
```

```
BMI Category
Normal      195
Overweight  147
Normal Weight 21
Obese       10
Name: count, dtype: int64
```

Notiamo che alcuni pazienti sono contrassegnati da "Normal Weight" e altri da "Normal". Questo probabilmente è un errore di trascrittura dei dati. Uniformiamo la categoria.

```
In [8]: df2.loc[(df2["BMI Category"] == "Normal") | (df2["BMI Category"] == "Normal Weight"), "BMI Category"] = "Normal"
```

Durata del sonno

Vediamo che in df1 vengono forniti gli orari in cui la persona è andata a dormire e si è alzata, mentre in df2 vengono fornite solo le ore totali di sonno. Il dataset df1 ha quindi una maggiore risoluzione rispetto al dataset df2.

Visto che df1 ha più granularità del secondo, andiamo a calcolare la durata del sonno per df1.

```
In [9]: df1["Wake-up Time"] = pd.to_datetime(df1["Wake-up Time"], format="%H:%M")
df1["Bedtime"] = pd.to_datetime(df1["Bedtime"], format="%H:%M")
df1["sleep_duration"] = (df1["Wake-up Time"] - df1["Bedtime"]).dt.seconds / 3600
df1.drop(columns=["Wake-up Time", "Bedtime"], inplace=True)
df2.rename(columns={"Sleep Duration": "sleep_duration"}, inplace=True)
```

Pressione del sangue

Notiamo che la pressione del sangue è rappresentata da una stringa con due valori: la pressione sistolica e quella diastolica.

```
In [10]: df2["Blood Pressure"].head(n=3)
```

```
Out[10]: 0    126/83
         1    125/80
         2    125/80
         Name: Blood Pressure, dtype: object
```

Separiamo la pressione in sistolica e diastolica ed eliminiamo le altre colonne che sono state già utilizzate.

```
In [11]: # Separazione pressione in sistolica e diastolica
df2[['systolic_bp', 'diastolic_bp']] = df2["Blood Pressure"].str.split('/', n=2, expand=True).astype(float)

# Eliminazione delle altre colonne che sono state già utilizzate
df2.drop(columns=["Blood Pressure"], inplace=True)
```

Disturbi del sonno

Nel dataset df1, i disturbi del sonno sono semplicemente una categoria yes/no. Nel dataset df2, invece, ci sono persone con apnea e insonnia (due tipi diversi di disturbo del sonno) e le persone senza disturbi del sonno hanno NaN in questa colonna. Andiamo a sostituire i NaN con "no" per uniformarli a df1. Manteniamo però la granularità del tipo di disturbo.

```
In [12]: df1.rename(columns={"Sleep Disorders": "has_sleep_disorder"}, inplace=True)
df2.rename(columns={"Sleep Disorder": "has_sleep_disorder"}, inplace=True)
df2.loc[df2.has_sleep_disorder.isna(), "has_sleep_disorder"] = "no"
```

Dati restanti

In modo simile, andiamo a rinominare anche altre colonne che corrispondono a informazioni simili.

```
In [13]: # Rinominiamo le altre colonne
df1.rename(columns={"User ID": "user_id",
                    "Daily Steps": "daily_steps",
                    "Age": "age",
                    "Gender": "gender",
                    "Calories Burned": "calories_burned",
                    "Dietary Habits": "dietary_habits",
                    "Medication Usage": "uses_medication"}, inplace=True)
df2.rename(columns={"Person ID": "user_id",
                    "Daily Steps": "daily_steps",
                    "Age": "age",
                    "Gender": "gender",
                    "Occupation": "occupation",
                    "Stress Level": "stress_level",
```

```

        "BMI Category": "bmi",
        "Heart Rate": "heart_rate"}, inplace=True)

# Creazione nuova colonna per dataset
df1["dataset"] = "HSS"
df2["dataset"] = "SHL"

# Concateniamo dataset e user_id
df1["user_id"] = df1["dataset"] + "_" + df1["user_id"].astype(str)
df2["user_id"] = df2["dataset"] + "_" + df2["user_id"].astype(str)
df1.drop(columns=["dataset"], inplace=True)
df2.drop(columns=["dataset"], inplace=True)

# Sostituzione Male con m e Female con f
df1.loc[df1.gender == 'm', 'gender'] = 'Male'
df1.loc[df1.gender == 'f', 'gender'] = 'Female'

```

Unione dataset

Siamo ora pronti ad unire i due dataset in uno unico. Da qui in avanti useremo questo dataset aggregato per le analisi.

```


In [14]: df = pd.concat([df1, df2]).reset_index(drop=True)
display(df.head(n=3))
display(df.tail(n=3))

```

	user_id	age	gender	sleep_quality	daily_steps	calories_burned	physical_activity	dietary_habits	has_sleep_disorder	uses_medication	sl
0	HSS_1	25	Female	8	8000	2500.0	medium	healthy	no	no	
1	HSS_2	34	Male	7	5000	2200.0	low	unhealthy	yes	yes	
2	HSS_3	29	Female	9	9000	2700.0	high	healthy	no	no	



	user_id	age	gender	sleep_quality	daily_steps	calories_burned	physical_activity	dietary_habits	has_sleep_disorder	uses_medication
470	SHL_371	59	Female	9	7000	NaN	high	NaN	Sleep Apnea	NaN
471	SHL_372	59	Female	9	7000	NaN	high	NaN	Sleep Apnea	NaN
472	SHL_373	59	Female	9	7000	NaN	high	NaN	Sleep Apnea	NaN



Analisi dei dati

Correlazione tra stile di vita e qualità del sonno

Possiamo usare il nostro dataset risultante dalle elaborazioni precedenti e le librerie grafiche Matplotlib e Seaborn per fare un po' di analisi qualitative tra le variabili che rappresentano lo stile di vita e la variabile `sleep_quality`.

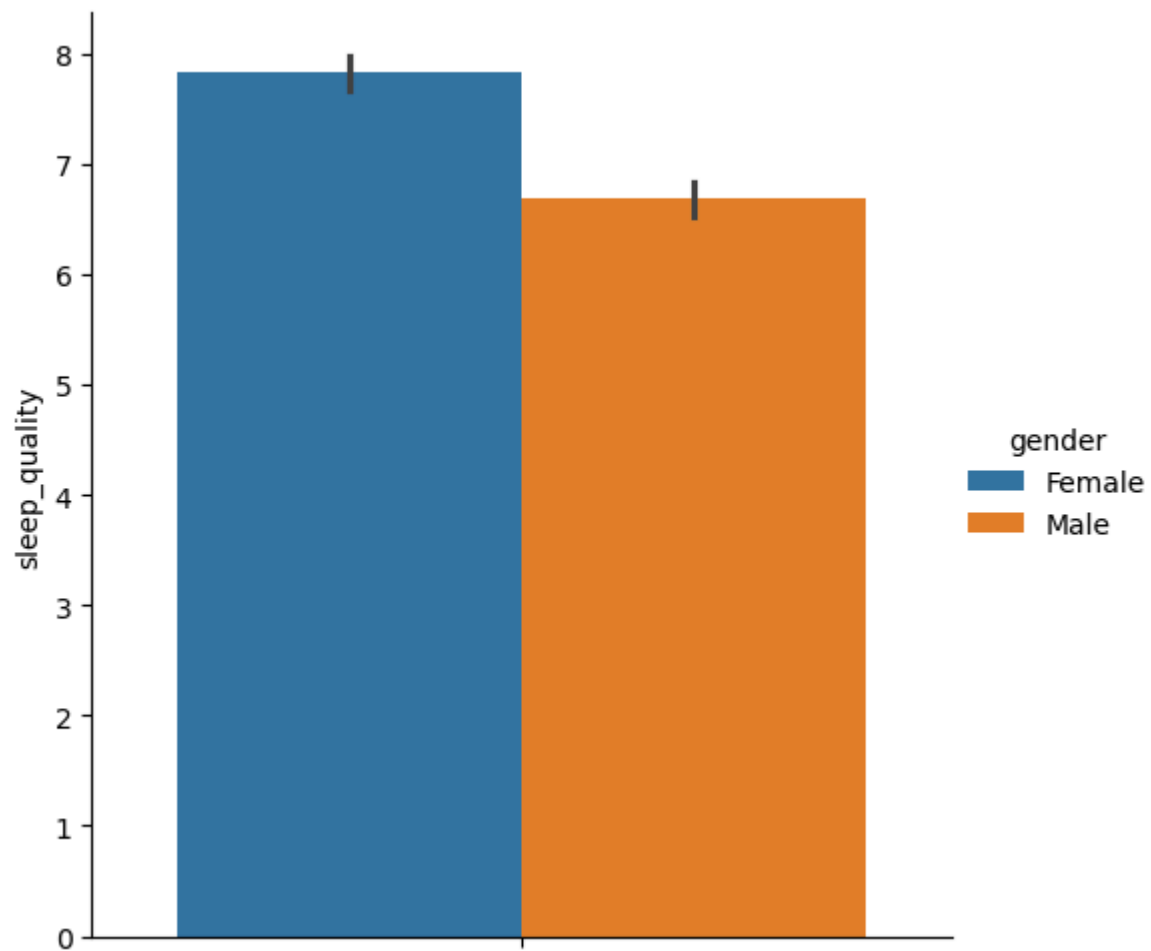
Se volessimo quantificare queste relazioni dal punto di vista statistico, potremmo calcolare la correlazione di Pearson.

```
In [15]: import seaborn as sns
import scipy.stats as ss
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.backends.backend_pdf import PdfPages
```

Per esempio, vediamo che le donne hanno, in media, una qualità del sonno più alta degli uomini.

```
In [16]: sns.catplot(data=df, kind="bar", y="sleep_quality", hue="gender", hue_order=["Female", "Male"])
```

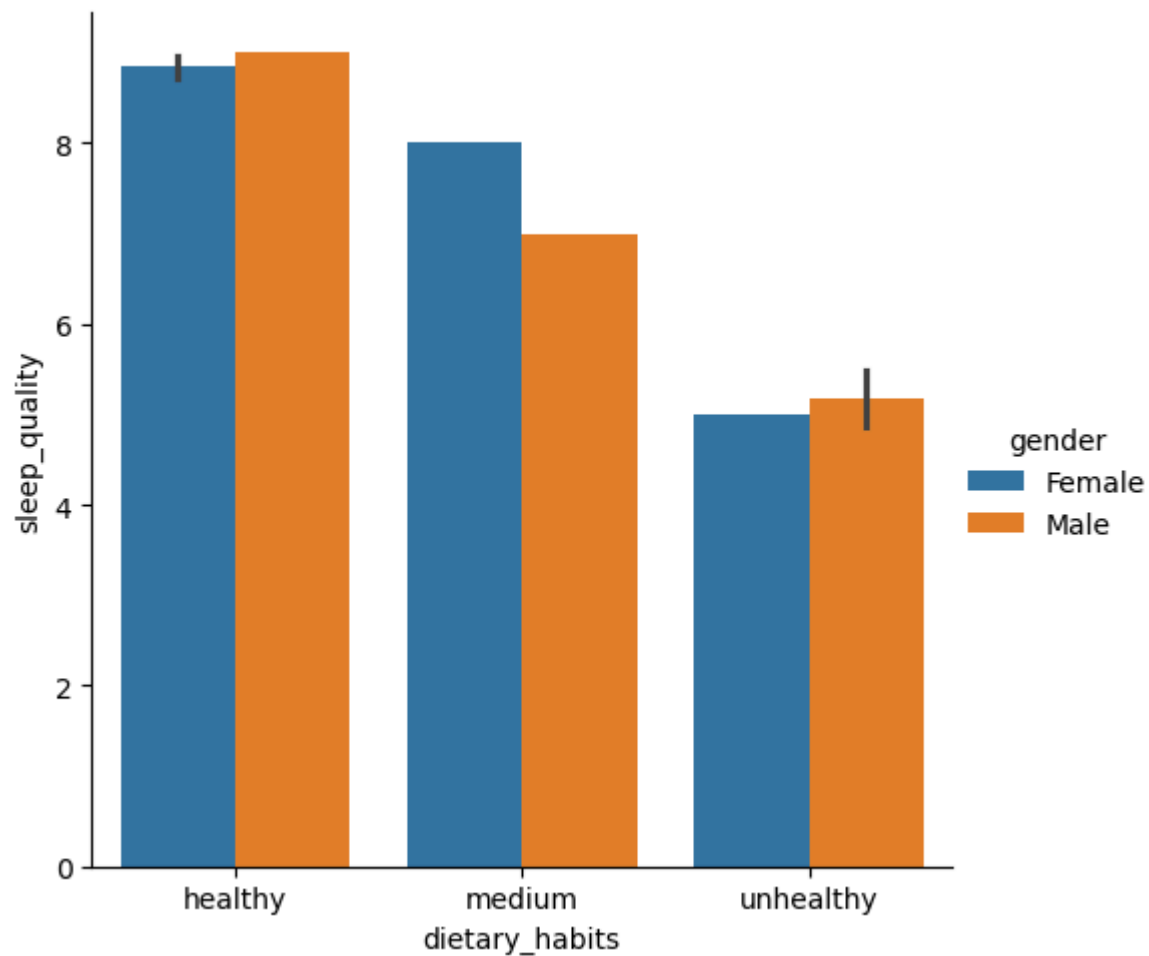
```
Out[16]: <seaborn.axisgrid.FacetGrid at 0x1b07e2b6480>
```

Una dieta salutare porta ad avere una qualità del sonno molto più alta rispetto a una dieta non salutare.

```
In [17]: sns.catplot(data=df, kind="bar", x="dietary_habits", y="sleep_quality", hue="gender", order=["healthy", "medium", "unhealthy"],  
                  hue_order=["Female", "Male"])
```

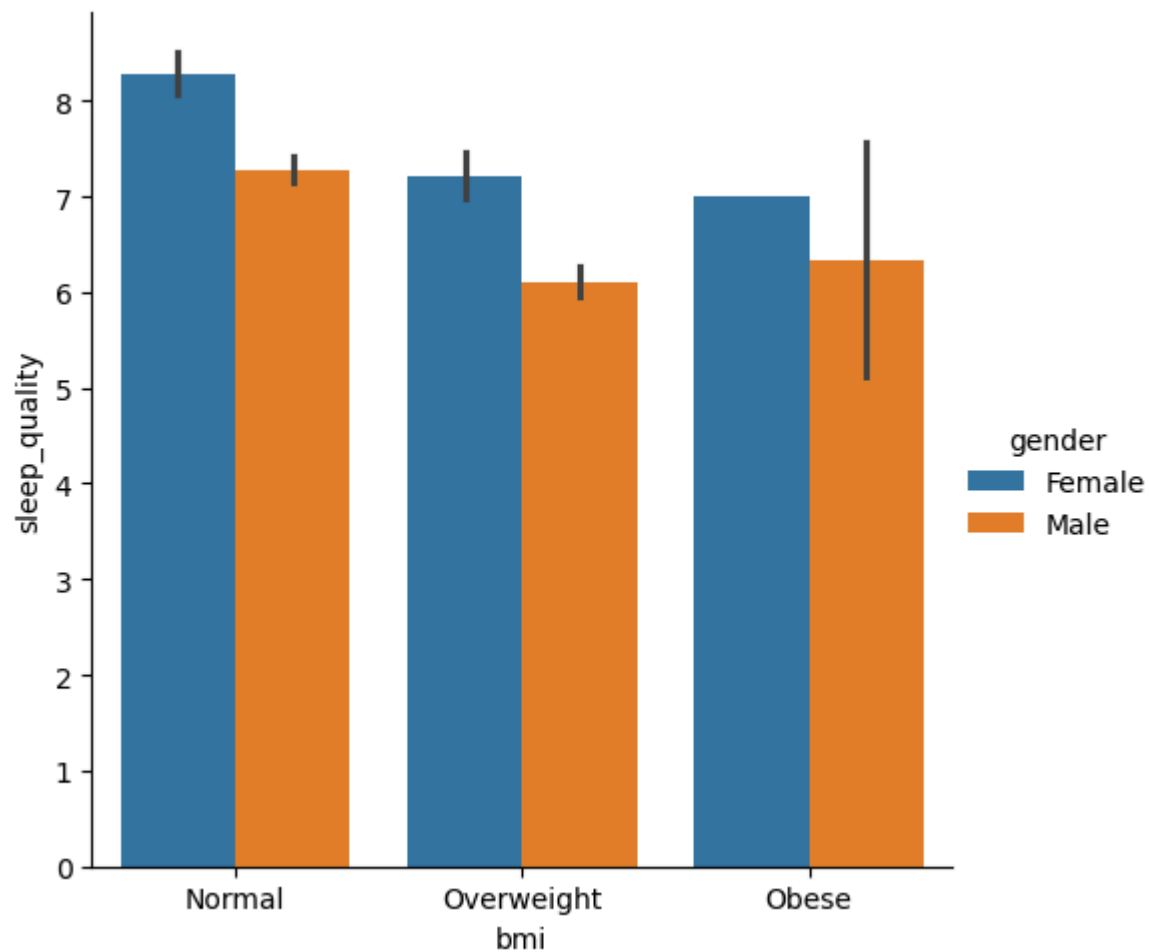
```
Out[17]: <seaborn.axisgrid.FacetGrid at 0x1b078fe48f0>
```



Anche l'indice di massa corporea influisce sulla qualità del sonno: le persone in sovrappeso o obese dormono peggio.

```
In [18]: sns.catplot(data=df, kind="bar", x="bmi", y="sleep_quality", hue="gender", order=["Normal", "Overweight", "Obese"],  
                  hue_order=["Female", "Male"])
```

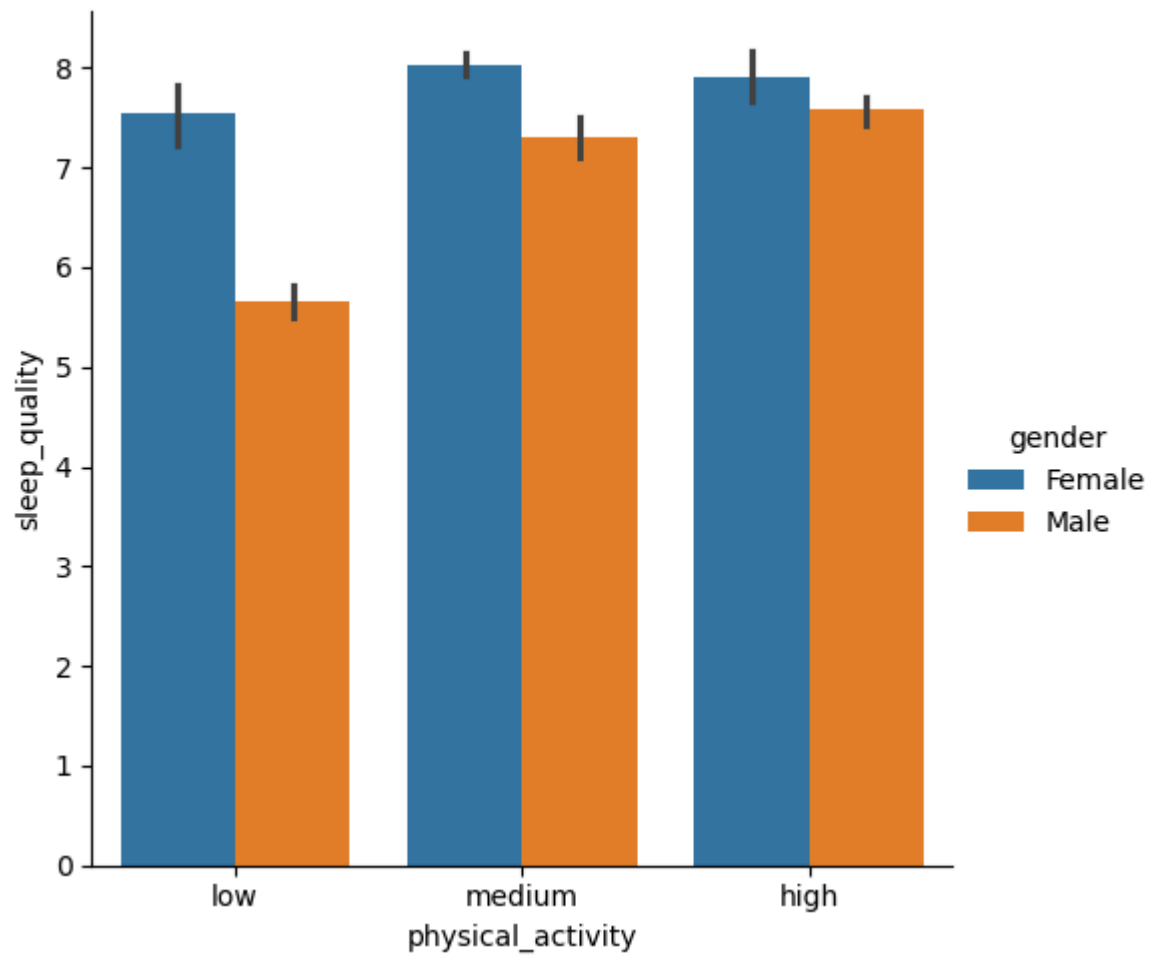
```
Out[18]: <seaborn.axisgrid.FacetGrid at 0x1b000710d70>
```



Il livello di attività fisica sembra impattare la qualità del sonno solo sui maschi. Ma questa è una metrica qualitativa, quindi dipende molto da come ha interpretato le varie categorie chi l'ha misurata.

```
In [19]: sns.catplot(data=df, kind="bar", x="physical_activity", y="sleep_quality", hue="gender", order=["low", "medium", "high"],  
                    hue_order=["Female", "Male"])
```

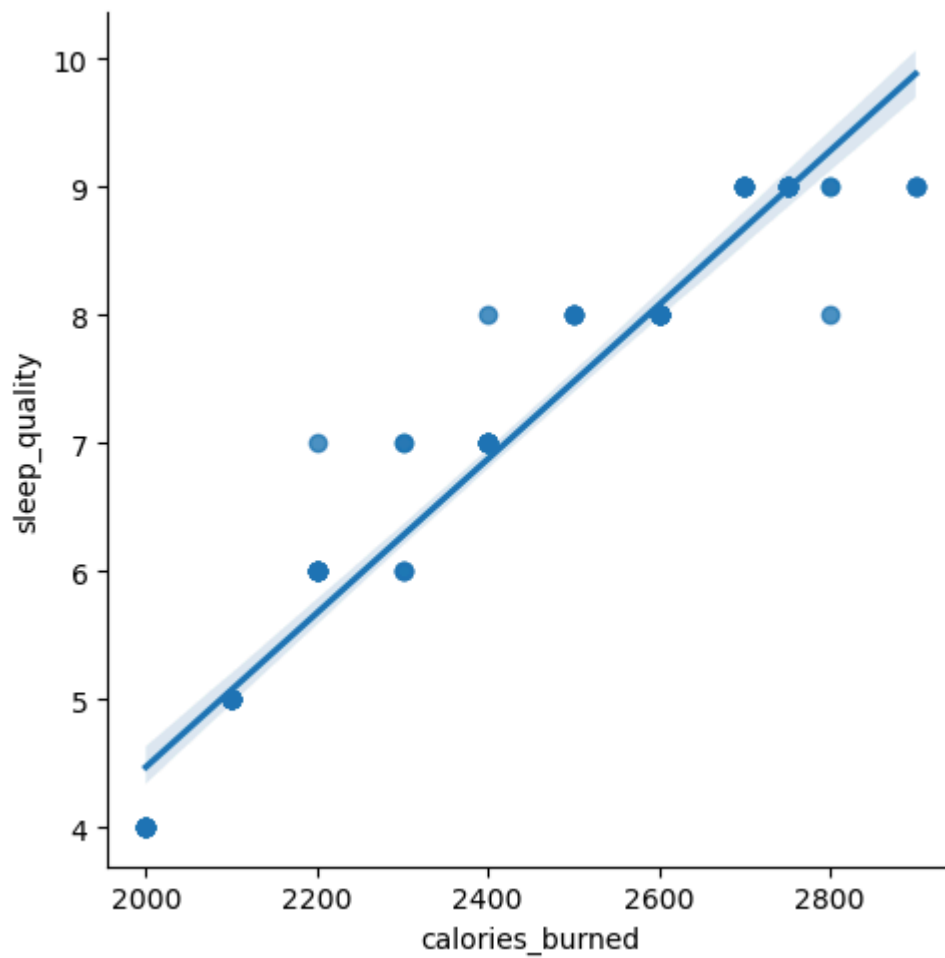
```
Out[19]: <seaborn.axisgrid.FacetGrid at 0x1b0006f52e0>
```



Se invece guardiamo le calorie consumate, che rispetto al livello di attività fisica possono essere viste un po' come l'altra faccia della stessa medaglia, allora vediamo che c'è una correlazione positiva piuttosto forte con la qualità del sonno.

```
In [20]: sns.lmplot(data=df, x="calories_burned", y="sleep_quality")  
         print(df.calories_burned.corr(df.sleep_quality))
```

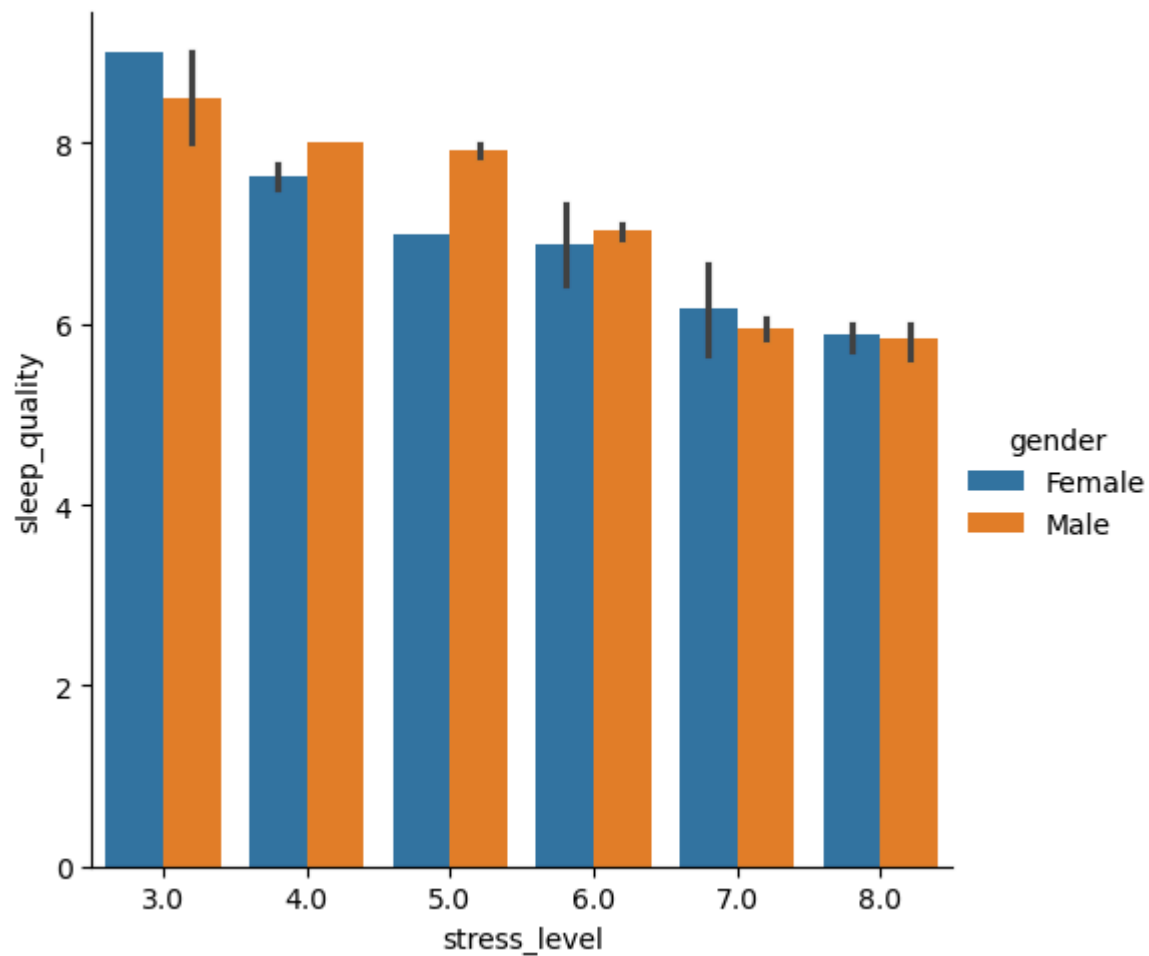
0.9735569454797837



Non sorprendetemente, c'è una forte correlazione negativa tra stress e qualità del sonno, ovvero maggiore è lo stress, minore è la qualità del sonno.

```
In [21]: sns.catplot(data=df, kind="bar", x="stress_level", y="sleep_quality", hue="gender", hue_order=["Female", "Male"])  
print(df.stress_level.corr(df.sleep_quality))
```

-0.8982390052798486



Per riassumere, avere una **dieta sana**, **consumare tante calorie** e **ridurre lo stress** sembrano essere i tre comportamenti più importanti per migliorare la qualità del sonno.

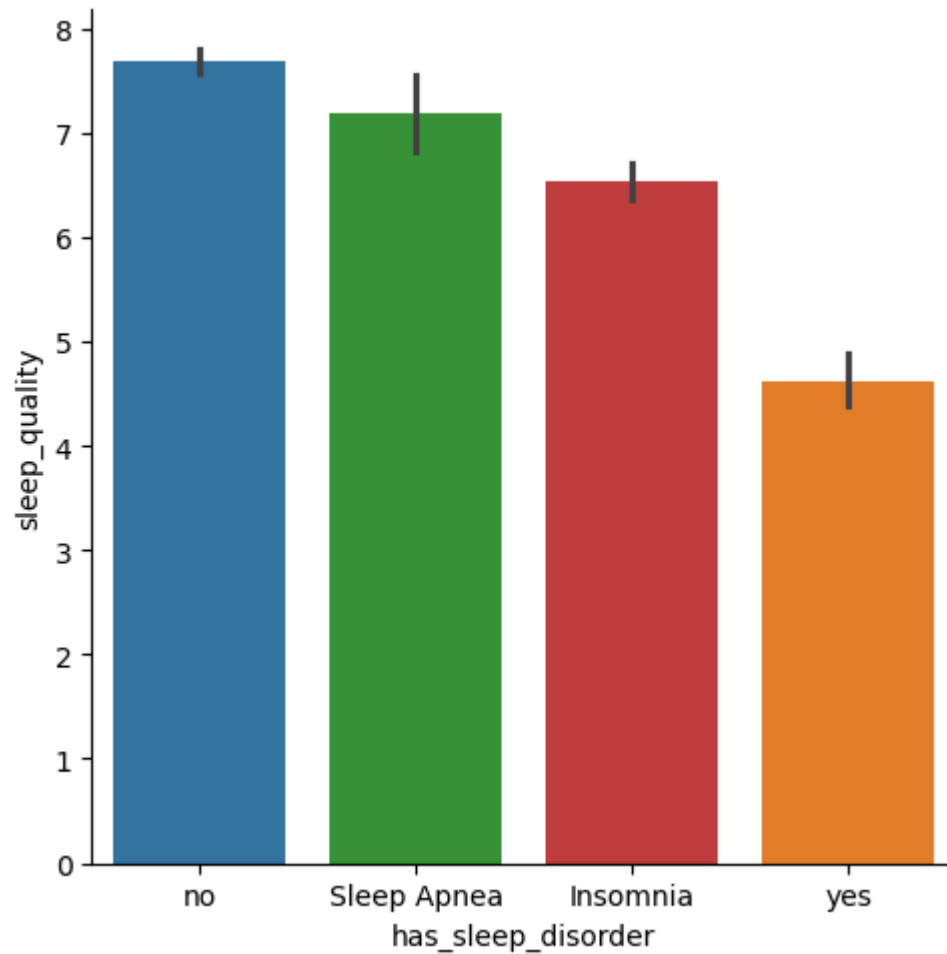
Correlazione tra stato di salute e qualità del sonno

Le persone con un disturbo del sonno dormono peggio.

```
In [22]: sns.catplot(data=df, kind="bar", y="sleep_quality", x="has_sleep_disorder", hue="has_sleep_disorder",
```

```
order=["no", "Sleep Apnea", "Insomnia", "yes"])
```

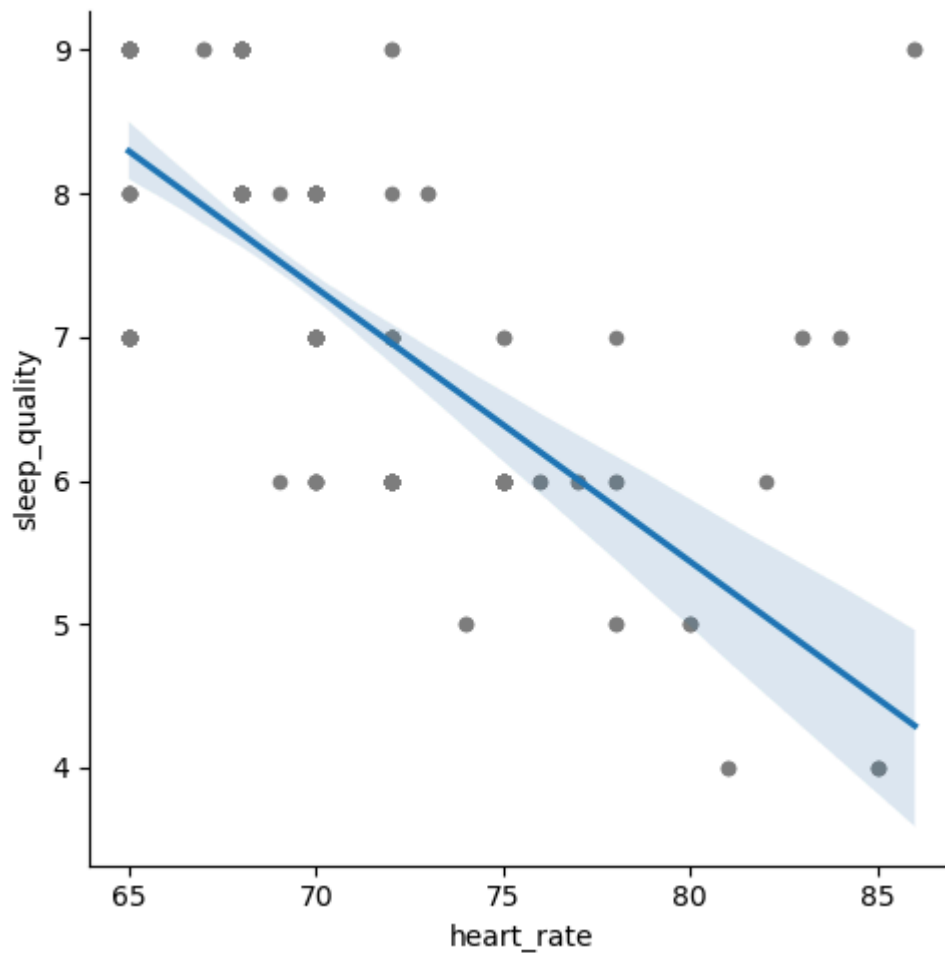
Out[22]: <seaborn.axisgrid.FacetGrid at 0x1b000da3e30>



Un alto battito cardiaco a riposo è sintomo di un sistema cardiovascolare debole. Queste persone hanno anche una qualità del sonno più bassa.

```
In [23]: sns.lmplot(data=df, x="heart_rate", y="sleep_quality", scatter_kws={"s": 20, "alpha": 1, "color": "0.5"})  
print(df.heart_rate.corr(df.sleep_quality))
```

-0.659887645566984



La pressione del sangue dovrebbe essere idealmente sotto 120/80 mmHg (sistolica / diastolica). Tuttavia, la qualità del sonno sembra essere solo lievemente peggiore per le persone che ce l'hanno più alta.

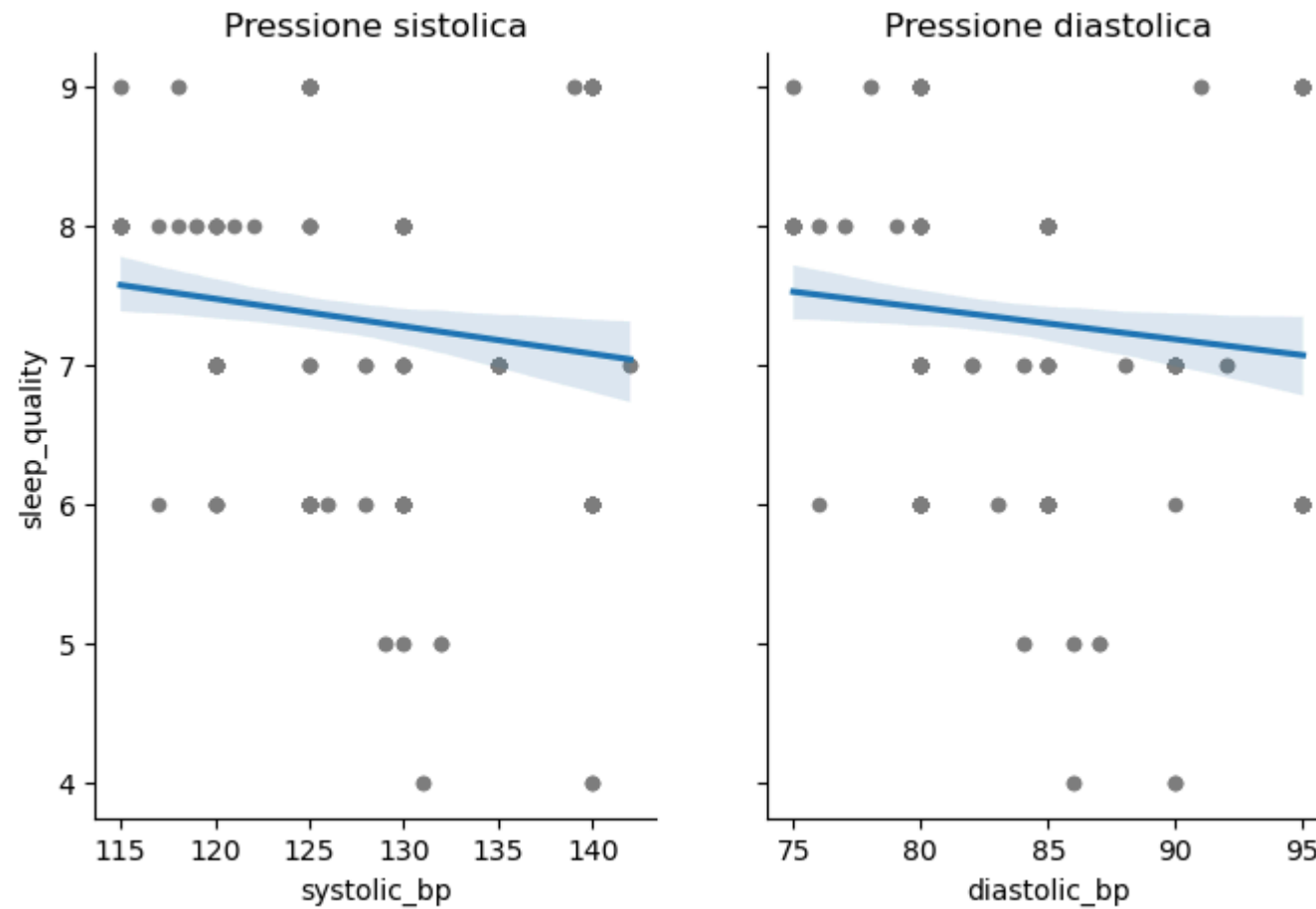
```
In [24]: fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2, sharey=True, figsize=(8, 5))
sns.regplot(data=df, x="systolic_bp", y="sleep_quality", ax=ax1,
            scatter_kws={"s": 20, "alpha": 1, "color": "0.5"})
ax1.set_title("Pressione sistolica")
sns.regplot(data=df, x="diastolic_bp", y="sleep_quality", ax=ax2,
            scatter_kws={"s": 20, "alpha": 1, "color": "0.5"})
ax2.set_title("Pressione diastolica")
```



```
ax2.set_ylabel("")
sns.despine()
print(df.systolic_bp.corr(df.sleep_quality))
print(df.diastolic_bp.corr(df.sleep_quality))
```

-0.12794671756956305

-0.1172738371900214



Conclusioni

Stratificazione dei clienti

Clienti sani

Definiamo un cliente sano se:

- non ha disturbi del sonno;
- non assume farmaci.

```
In [25]: df_sani = df.query("(has_sleep_disorder == 'no') and (uses_medication == 'no')")
df_sani.head()
```

```
Out[25]:
```

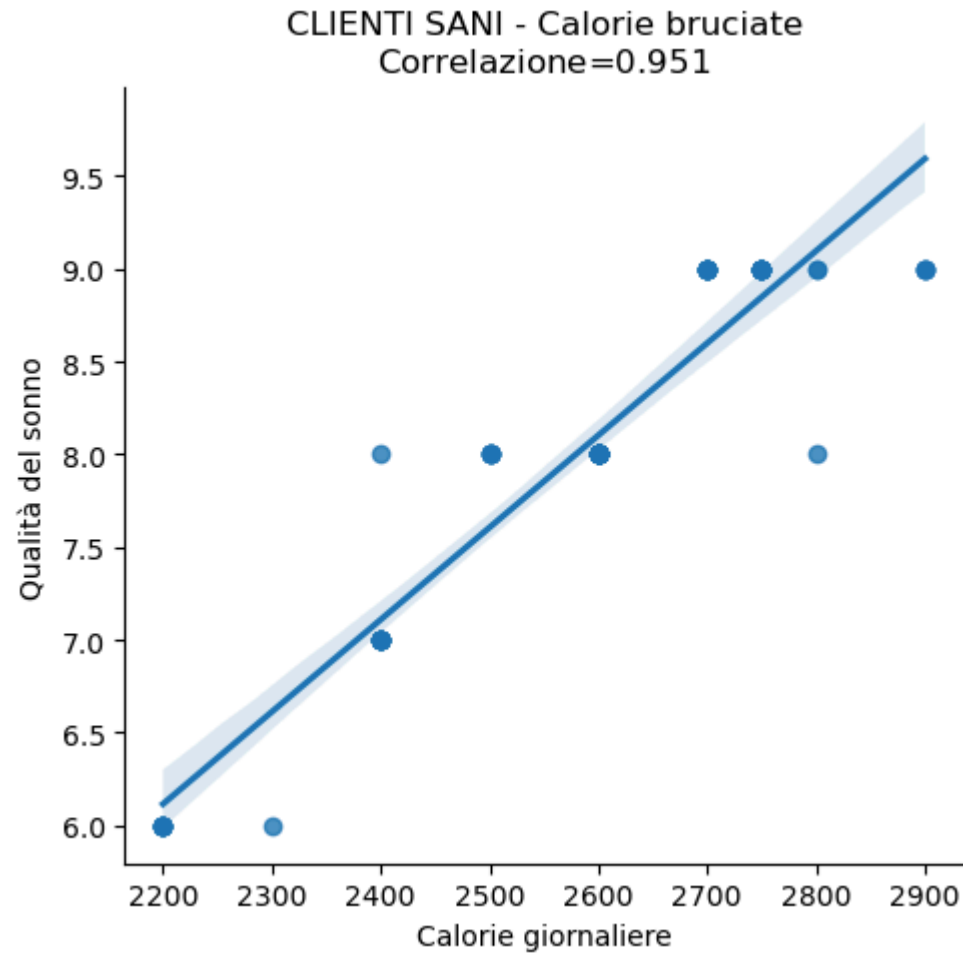
	user_id	age	gender	sleep_quality	daily_steps	calories_burned	physical_activity	dietary_habits	has_sleep_disorder	uses_medication
0	HSS_1	25	Female	8	8000	2500.0	medium	healthy	no	no
2	HSS_3	29	Female	9	9000	2700.0	high	healthy	no	no
4	HSS_5	22	Female	8	10000	2800.0	high	medium	no	no
6	HSS_7	30	Female	8	8500	2600.0	high	healthy	no	no
8	HSS_9	27	Female	9	9500	2750.0	medium	healthy	no	no

A questi clienti consigliamo tre cose per migliorare la propria qualità del sonno:

1. Aumentare il numero di calorie consumate giornalmente;

```
In [26]: sns.lmplot(data=df_sani, x="calories_burned", y="sleep_quality")
corr = df_sani.calories_burned.corr(df_sani.sleep_quality)
ax = plt.gca()
ax.set_title(f"CLIENTI SANI - Calorie bruciate\nCorrelazione=${corr:.3f}$")
ax.set_xlabel("Calorie giornaliere")
ax.set_ylabel("Qualità del sonno")
```

```
plt.tight_layout()
clienti_sani_fig1 = plt.gcf()
```



2. Migliorare la propria dieta;

```
In [27]: sns.catplot(data=df_sani, kind="bar", x="dietary_habits", y="sleep_quality",
                    order=["unhealthy", "medium", "healthy"])
df_sani.loc[df_sani.dietary_habits == "unhealthy", "dietary_habits_code"] = 0
df_sani.loc[df_sani.dietary_habits == "medium", "dietary_habits_code"] = 1
df_sani.loc[df_sani.dietary_habits == "healthy", "dietary_habits_code"] = 2
```

```
corr = df_sani.dietary_habits_code.corr(df_sani.sleep_quality)
ax = plt.gca()
ax.set_title(f"CLIENTI SANI - Dieta\nCorrelazione={corr:.3f}")
ax.set_xlabel("Qualità della dieta")
ax.set_ylabel("Qualità del sonno")
ax.set_xticklabels(["Non salutare", "Media", "Salutare"])
plt.tight_layout()
clienti_sani_fig2 = plt.gcf()
```

C:\Users\vince\AppData\Local\Temp\ipykernel_18304\433463472.py:3: SettingWithCopyWarning:

A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.

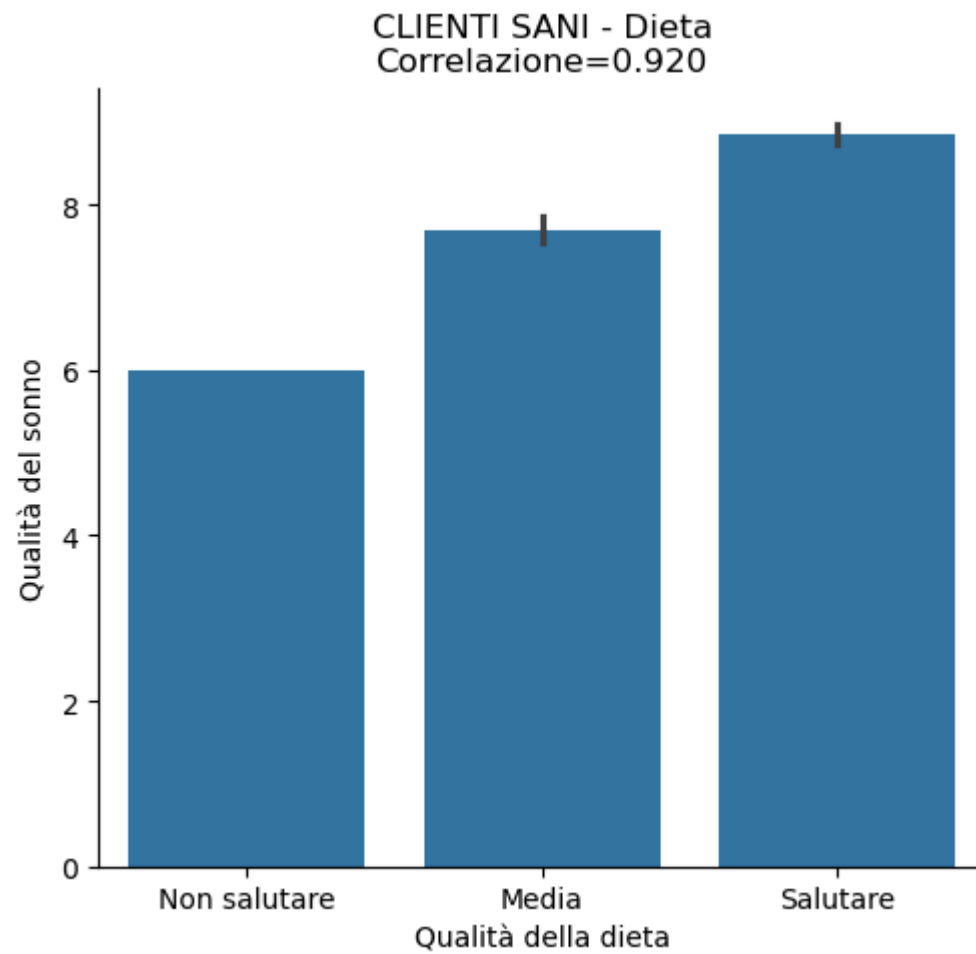
Try using `.loc[row_indexer,col_indexer] = value` instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy

```
df_sani.loc[df_sani.dietary_habits == "unhealthy", "dietary_habits_code"] = 0
```

C:\Users\vince\AppData\Local\Temp\ipykernel_18304\433463472.py:11: UserWarning: `set_ticklabels()` should only be used with a fixed number of ticks, i.e. after `set_ticks()` or using a `FixedLocator`.

```
ax.set_xticklabels(["Non salutare", "Media", "Salutare"])
```



3. Dormire più a lungo;

```
In [28]: sns.lmplot(data=df_sani, x="sleep_duration", y="sleep_quality")
corr = df_sani.sleep_duration.corr(df_sani.sleep_quality)
ax = plt.gca()
ax.set_title(f"CLIENTI SANI - Durata del sonno\nCorrelazione=${corr:.3f}$")
ax.set_xlabel("Durata del sonno")
ax.set_ylabel("Qualità del sonno")
```

```
plt.tight_layout()
clienti_sani_fig3 = plt.gcf()
```




Clienti con disturbo del sonno

```
In [29]: df_disturbi_sonno = df.query("has_sleep_disorder != 'no'")
df_disturbi_sonno.head()
```

Out[29]:

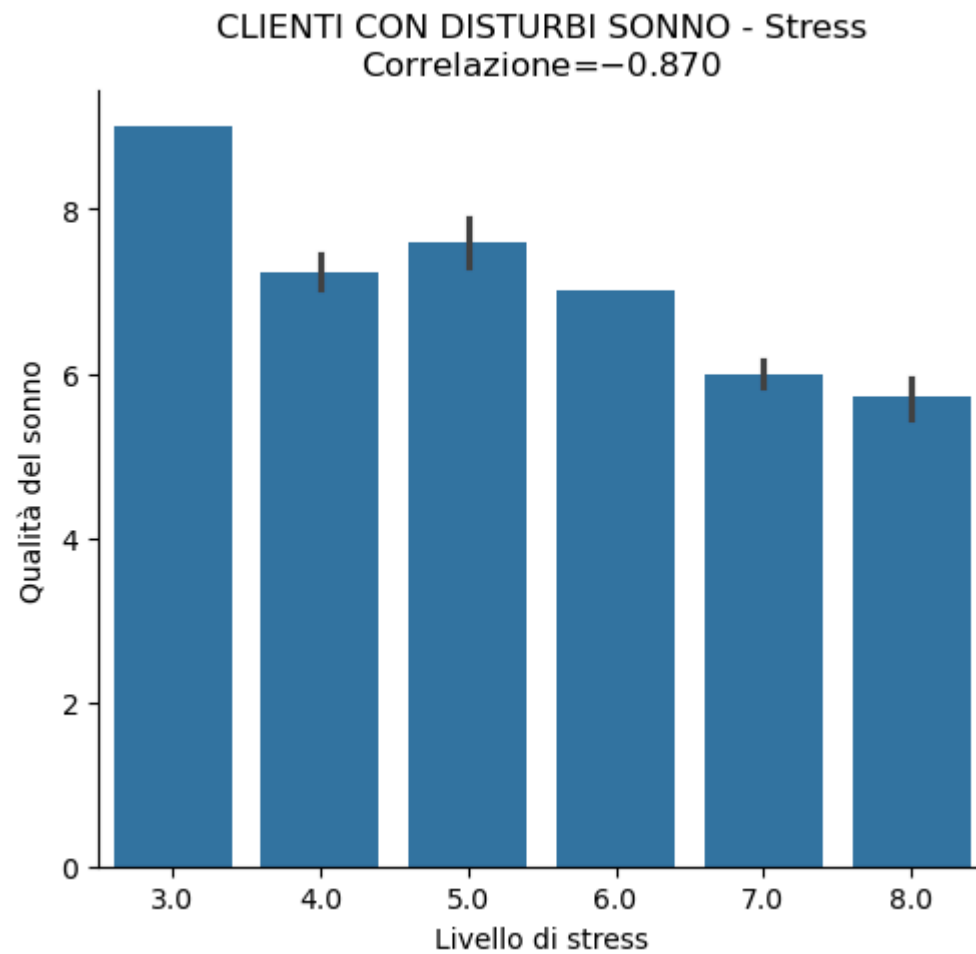
	user_id	age	gender	sleep_quality	daily_steps	calories_burned	physical_activity	dietary_habits	has_sleep_disorder	uses_medication
1	HSS_2	34	Male	7	5000	2200.0	low	unhealthy	yes	yes
3	HSS_4	41	Male	5	4000	2100.0	low	unhealthy	yes	no
7	HSS_8	45	Male	4	3000	2000.0	low	unhealthy	yes	yes
10	HSS_11	50	Female	5	3500	2100.0	low	unhealthy	yes	yes
13	HSS_14	48	Male	4	3000	2000.0	low	unhealthy	yes	yes



A questi clienti, invece, dato che logicamente non è possibile chiedergli di eliminare la causa del disturbo del sonno (apnea notturna, insonnia, ecc.), almeno nel breve periodo, consigliamo due cose per migliorare la propria qualità del sonno:

1. Diminuire lo stress;

```
In [30]: sns.catplot(data=df_disturbi_sonno, kind="bar", x="stress_level", y="sleep_quality")
corr = df_disturbi_sonno.stress_level.corr(df_disturbi_sonno.sleep_quality)
ax = plt.gca()
ax.set_title(f"CLIENTI CON DISTURBI SONNO - Stress\nCorrelazione=${corr:.3f}$")
ax.set_xlabel("Livello di stress")
ax.set_ylabel("Qualità del sonno")
plt.tight_layout()
disturbi_sonno_fig1 = plt.gcf()
```



2. Fare più attività fisica.

```
In [31]: sns.catplot(data=df_disturbi_sonno, kind="bar", x="physical_activity", y="sleep_quality",  
                    order=["low", "medium", "high"])  
  
df_disturbi_sonno.loc[df_disturbi_sonno.physical_activity == "low", "physical_activity_code"] = 0  
df_disturbi_sonno.loc[df_disturbi_sonno.physical_activity == "medium", "physical_activity_code"] = 1  
df_disturbi_sonno.loc[df_disturbi_sonno.physical_activity == "high", "physical_activity_code"] = 2
```



```
corr = df_disturbi_sonno.physical_activity_code.corr(df_disturbi_sonno.sleep_quality)

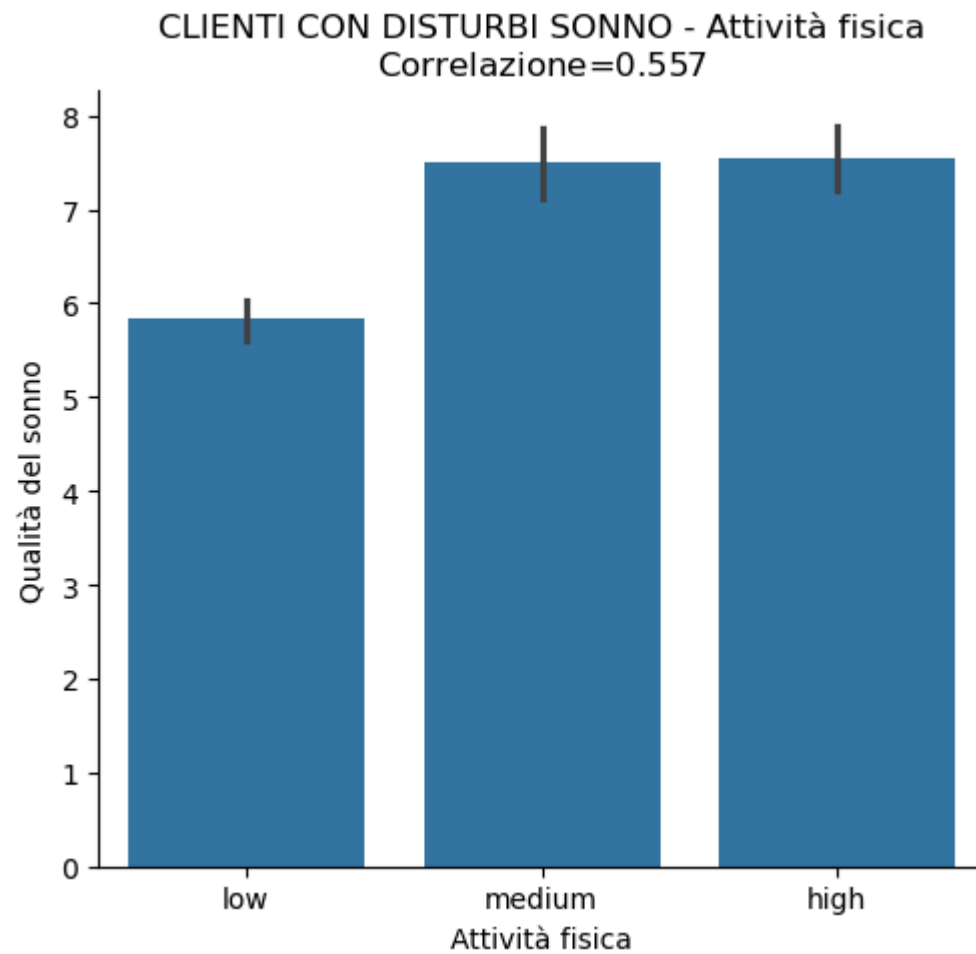
ax = plt.gca()
ax.set_title(f"CLIENTI CON DISTURBI SONNO - Attività fisica\nCorrelazione=${corr:.3f}$")
ax.set_xlabel("Attività fisica")
ax.set_ylabel("Qualità del sonno")

plt.tight_layout()
disturbi_sonno_fig2 = plt.gcf()
```

C:\Users\vince\AppData\Local\Temp\ipykernel_18304\486402320.py:4: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy

```
df_disturbi_sonno.loc[df_disturbi_sonno.physical_activity == "low", "physical_activity_code"] = 0
```



Salvataggio report PDF

```
In [32]: with PdfPages("C:/Users/vince/Desktop/Capstone Project/Report.pdf") as pdf:
fig, ax = plt.subplots(1, 1, figsize=(5, 2))
ax.axis('off')
ax.text(0, 0.8, "Questo report include alcune raccomandazioni per\nmigliorare il sonno dei nostri clienti attraverso cambi
        horizontalalignment='left', verticalalignment='center', transform=ax.transAxes)
pdf.savefig(fig)
plt.close(fig)
```

```
pdf.savefig(clienti_sani_fig1)
pdf.savefig(clienti_sani_fig2)
pdf.savefig(clienti_sani_fig3)
pdf.savefig(disturbi_sonno_fig1)
pdf.savefig(disturbi_sonno_fig2)
plt.close(fig)
```