



UNIVERSITA' DI GENOVA – SCUOLA DI MEDICINA  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA SPERIMENTALE

**Valutazione previsionale di Impatto Sanitario conseguente  
ai lavori di ampliamento del Ponte dei Mille Levante nel  
porto di Genova**

*Prof. Alberto Izzotti, MD, PhD*

Professore Ordinario di Igiene Generale ed Applicata

Università di Genova

## **INDICE**

1. Riassunto
2. Introduzione e scopi
3. Tipologia delle lavorazioni
4. Tipologia degli inquinanti prodotti
5. Misure di attenuazione
6. Piano di monitoraggio ambientale
7. Contesto macroclimatico
8. Contesto nel modello multi-sorgente
9. Recettori suscettibili
10. Impatto sanitario atteso
11. Valutazione epidemiologica dell'impatto sanitario a priori mediante modello predittivo
12. Incidenza nel tempo di COPD durante le fasi di cantiere
13. Valutazione dell'impatto sanitario a posteriori durante l'attività di cantiere mediante analisi epidemiologica delle serie storiche
14. Conclusioni

## RIASSUNTO

Lo scopo della presente relazione è valutare gli effetti dell'opera in oggetto per determinare se possa o meno variare lo stato di salute della popolazione interessata.

La valutazione previsionale di impatto sanitario è stata effettuata sulla base dei dati resi disponibili dallo studio della diffusione degli inquinanti immessi in atmosfera dalle attività di cantiere. Gli effetti sanitari sono stati esaminati in relazione alle variazioni di incidenza delle malattie respiratorie in accordo con le metodologie proposte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

L'analisi delle ricadute epidemiologiche sulla popolazione generale non ha evidenziato variazioni rilevanti degli indicatori sanitari riconducibili agli effetti delle attività di cantiere previste per nessuno dei 3 inquinanti presi in considerazione (PM10, PM2.5, NO2). Questo risultato è dovuto alla modesta quantità di inquinanti immessi dal cantiere, al favorevole contesto orografico con ubicazione del cantiere al centro di uno specchio acqueo nell'area portuale, al favorevole contesto macroclimatico.

In conclusione, le valutazioni previsionali effettuate indicano che le lavorazioni di cantiere in oggetto non determinano immissioni di inquinanti tali da avere un possibile impatto sullo stato di salute della popolazione del Comune di Genova.

**Abbreviazioni:** **PMA**, Piano di Monitoraggio Ambientale; **SDI**, Studio sulla Diffusione degli Inquinanti, **NO2**, biossido di azoto; **PM10**, particulate matter diametro<10 micron; **PM2.5**, particulate matter diametro<2.5 micron; **COPD**, chronic obstructive pulmonary diseases.

## **Introduzione e scopi**

La scopo della presente relazione è valutare, secondo le linee guida della Valutazione di Impatto Sanitario (VIS, L221/2015) e le relative procedure stabilite dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS report ISTISAN 17/4), gli effetti dell'opera in oggetto. La VIS si propone di valutare gli effetti sanitari possibili delle nuove opere industriali o del loro ampliamento valutando non solo se il livello delle emissioni resta al di sotto dei valori soglia ambientali di riferimento, come accade nella Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ma anche i loro possibili effetti sanitari al di sotto di tali soglie. E' necessario inoltre effettuare una valutazione integrata socio sanitaria che ampli e integri la valutazione chimico-ambientale allo scopo di determinare e quantificare nella loro globalità i possibili effetti sanitari dell'opera.

La relazione qui esposta valuta mediante analisi epidemiologiche previsionali le possibili variazioni degli indicatori sanitari in conseguenza dell'opera al fine di determinare se l'opera proposta possa o meno variare lo stato di salute della popolazione interessata.

## **Tipologia delle lavorazioni**

Le lavorazioni che verranno effettuato sono la resecazione e la rettifica con aumento della lunghezza della banchina di Ponte dei Mille per l'ormeggio di grosse navi da crociera con realizzazione di nuove strutture (accessi, passerella sopraelevata, terrazza di imbarco) aggettanti sulla banchina esistente.

Verranno inoltre eseguiti lavori sui moli sommersi con posizionamento di sistema di protezione antierosione e lavori di dragaggio per aumentare la batimetria dei fondali dall'attuale -9-10 a -11 metri sotto il livello del mare.

## **Tipologia degli inquinanti prodotti**

Le lavorazioni citate possono potenzialmente produrre immissioni in atmosfera di inquinanti areo diffusi. Tali inquinanti sono generati prioritariamente dall'attività di cantiere con produzione e movimentazione di materiale polverulento e secondariamente dal traffico veicolare di cantiere. Gli inquinanti prodotti, come identificati dal Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e dallo Studio sulla Diffusione degli Inquinanti (SDI) sono polveri atmosferiche e ossidi di azoto con larga prevalenza del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Tra le polveri

atmosferiche sono rappresentate quelle a granulometria media con diametro inferiore a 10 micron (PM10) e 2.5 micron (PM2.5). Sono queste le frazioni note per avere potenziali effetti sanitari.

Nell'ambito delle attività di cantiere, sono le sole lavorazioni in superficie a produrre inquinanti potenzialmente dannosi per i loro effetti sanitari. Le lavorazioni subacquee o di drenaggio di materiali bentonici umidi per loro natura non producono infatti polveri aero diffusibili. La presenza di lavorazioni subacquee e di uno specchio acqueo esteso prospiciente l'area di cantiere costituisce pertanto un elemento in grado di attenuare significativamente le immissioni e la diffusione di polveri in atmosfera da parte delle lavorazioni previste.

### **Misure di attenuazione**

Come indicato nel piano di monitoraggio ambientale, verrà effettuata l'irrigazione a pioggia dell'area di cantiere durante i periodi siccitosi per attenuare le immissioni di polveri in atmosfera

### **Piano di monitoraggio ambientale**

Il piano di monitoraggio ambientale (PMA) prevede la rilevazione degli inquinanti mediante tre stazioni: due relative alla situazione locale immissiva dell'opera in progetto denominate ATM01 (in area cantiere) e ATM02 (in pontile prospiciente all'area cantiere al di là di specchio acqueo portuale, distanza dal cantiere 500 metri in direzione SW). La terza stazione di rilevazione ATM03 (giardino pubblico piazza Dinegro) è posta ad una distanza di 1000 metri dal cantiere in direzione NW ed situata al di là ed in prossimità di strade con intenso traffico automobilistico. Verrà effettuata rilevazione frazionata delle polveri con campionatori gravimetrici e dell'NO<sub>2</sub>.

### **Contesto macroclimatico**

Lo studio sulla diffusione degli inquinanti (SDI) rileva una larga prevalenza di venti spesso intensi dai quadranti NE, con velocità medie anche superiori ai 12 m/s. Questa situazione favorisce la diffusione maggioritaria degli inquinanti immessi in atmosfera dal cantiere in direzione SW (sottovento) verso zone prive di insediamenti abitativi.

Le precipitazioni cumulative risultano sempre superiori a 50 mm/hr media mensile con l'eccezione del mese di marzo e, ovviamente, del trimestre estivo. Tale elevata piovosità è un elemento utile per attenuare la diffusione delle polveri prodotte e facilitarne la ricaduta nelle aree di cantiere limitandone la diffusione. È prevista comunque l'irrigazione artificiale durante i periodi siccitosi quale misura di mitigazione delle immissioni di polveri con una loro conseguente riduzione prevista al 50%.

### **Contesto nel modello multi-sorgente**

Gli inquinanti prodotti dalle lavorazioni di cantiere previste verranno immessi in un contesto già caratterizzato dalla presenza degli stessi inquinanti secondo le caratteristiche di un modello multi-sorgente complesso. La principale fonte di particolato (PM) e NO<sub>2</sub> nel contesto in esame è rappresentata dall'intenso traffico veicolare nelle aree limitrofe e circostanti l'area di cantiere.

La valutazione SDI ha quantificato mediante la modellistica Calpuff la quantità degli inquinanti ed il contributo relativo del cantiere rispetto all'inquinamento di fondo già presente.

Per il PM<sub>10</sub> il valore di fondo medio è 14.3 ug/m<sup>3</sup>. Le ricadute medie per area degli inquinanti immessi dalle lavorazioni di cantiere sono stimate in 0.1-0.6 ug/m<sup>3</sup> (tranne area 3 corrispondente con il cantiere stesso dove la ricaduta è 1.5). La contribuzione percentuale del cantiere all'inquinamento aerodiffuso è quindi <5%. La soglia di riferimento media ambientale da non superare è 40 ug/m<sup>3</sup>. Il modello diffusivo non mostra alcuna ricaduta del PM<sub>10</sub> in aree residenziali abitate.

Per il PM<sub>2.5</sub> il valore di fondo medio è 10.5 ug/m<sup>3</sup>. Le ricadute medie per area degli inquinanti immessi dalle lavorazioni di cantiere sono stimate in 0.0-0.1 ug/m<sup>3</sup> (tranne area 3 corrispondente con il cantiere stesso dove la ricaduta è 0.3). La contribuzione percentuale del cantiere all'inquinamento aerodiffuso è quindi <1%. La soglia di riferimento ambientale media da non superare è 25 ug/m<sup>3</sup>. Il modello diffusivo non mostra alcuna significativa ricaduta di questo inquinante in aree residenziali densamente abitate.

Per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) il valore fondo medio è 46.3 ug/m<sup>3</sup>. Le ricadute medie per area degli inquinanti immessi dalle lavorazioni di cantiere sono stimate in 0.1-0.5 ug/m<sup>3</sup> (tranne area 3 corrispondente con il cantiere stesso dove la ricaduta è 1.8). La contribuzione percentuale del cantiere all'inquinamento aerodiffuso è quindi in questo caso <1%. La soglia di riferimento ambientale media da non superare è 25 ug/m<sup>3</sup>. Il modello diffusivo mostra una

possibile ricaduta di questo inquinante in aree residenziali abitate solo per le isoconcentrazioni minime rilevabili e cioè  $<1.0 \text{ ug/m}^3$ .

### **Recettori suscettibili**

L'area di cantiere è situata su una banchina portuale al centro dello specchio acqueo portuale. E' quindi ubicata relativamente lontano da aree residenziali densamente abitate. La diffusione degli inquinando prevista da SDI indica che nelle zone di ricaduta non sono presenti recettori sensibili e in particolare ospedali. L'ospedale più vicino (Ospedale Galliera) è situato ad una distanza 2,2 Km ed è collocato ad una quota altimetrica superiore sulla collina di Carignano. E' inoltre situato in direzione NE e pertanto sopravvento rispetto alle prevalentemente aree di diffusione degli inquinanti. Non è quindi interessato dalle ricadute.

### **Impatto sanitario atteso**

L'impatto sanitario viene valutato: (a) nel presente elaborato a priori e cioè prima della messa in opera del cantiere mediante un modello predittivo come di seguito riportato; (b) negli studi di sorveglianza sanitaria previsti a posteriori e cioè durante l'attività di cantiere mediante analisi epidemiologica delle serie storiche come di seguito descritto.

### **Valutazione epidemiologica dell'impatto sanitario a priori mediante modello predittivo**

E' stato analizzato il potenziale impatto in termini di variazione di indicatori sanitari, con particolare riferimento ai ricoveri per patologie respiratorie (COPD, chronic obstructive pulmonary diseases). L'entità delle nuove immissioni di inquinanti atmosferici conseguenti alle lavorazioni di cantiere previste appare di gran lunga al di sotto delle soglie ambientali di tolleranza: tuttavia la procedura VIS prevede proprio di operare la stima dell'impatto sanitario anche al di sotto di tali soglie.

### *Metodi*

E' stato applicato il software AirQ+, secondo le raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO). Abbiamo recuperato dalle base dati pubbliche (ISTAT) i dati epidemiologici attuali e storici di incidenza di COPD nella popolazione urbana di Genova. Su

questi dati è stato applicato il modello inferenziale indicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità al fine di stimare le possibili variazioni di incidenza di patologia derivanti dalle lavorazioni di cantiere in oggetto. In particolare, sono stati studiati e quantificati i possibili effetti sanitari delle immissioni di PM10, PM2.5 e NO2.

### *Risultati*

Sulla base del principio di massima precauzione, è stata considerata esposta tutta la popolazione del comune in analisi (Genova, 560485 persone), anche se i modelli di ricaduta indicano chiaramente che l'esposizione si verifica eventualmente solo per una sua minima parte. Anche questo approccio è molto prudente perché non comporta sottostime dei risultati dovute alla bassa numerosità della popolazione ma se mai sovrastime degli effetti sanitari. E' stato valutato l'effetto sul seguente indicatore sanitario: incidenza di COPD nella popolazione generale. Quali valori di riferimento sono stati utilizzati i valori medi di prevalenza di COPD nella popolazione forniti dall'Istat.

### *Valutazione dell'impatto sanitario netto degli inquinanti immessi dal cantiere*

#### *PM10*

E' stata effettuata l'analisi per valutare gli effetti sui ricoveri per COPD negli adulti considerando una immissione da cantiere pari a 0.3 ug/m<sup>3</sup> (media tra valore minimo e massimo dell'esposizione) per 365 giorni.

Il numero stimato di casi di COPD direttamente attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere e' risultato nullo (**Figura 1**).





Pertanto, il modello previsionale indica che il numero di ricoveri per COPD esistente non subisce variazioni riconducibili al PM 10 immesso in atmosfera durante le lavorazioni di cantiere.

### PM2.5

E' stata effettuata l'analisi per valutare gli effetti sui ricoveri per COPD negli adulti considerando una immissione da cantiere pari a 0.05 ug/m3 (media tra valore minimo e massimo dell'esposizione) per 365 giorni.

Il numero di casi attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere e' risultato nullo (**Figura 2**).



Pertanto, il modello previsionale indica che il numero di ricoveri per COPD esistente non subisce variazioni riconducibili al PM2.5 immesso in atmosfera durante le lavorazioni di cantiere.

## NO2

E' stata effettuata l'analisi per valutare gli effetti sull'incidenza di COPD nella popolazione generale considerando una immissione da cantiere pari a 0.25 ug/m3 (media tra valore minimo e massimo dell'esposizione) per 365 giorni. Il numero di casi attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere e' risultato nullo (**Figura 3**).



Pertanto, il modello previsionale indica che il numero di ricoveri per COPD esistente non subisce variazioni riconducibili al NO<sub>2</sub> immesso in atmosfera durante le lavorazioni di cantiere.

#### *Valutazione dell'impatto sanitario degli inquinanti immessi dal cantiere rispetto a quelli già esistenti*

Abbiamo quindi effettuato le stesse analisi di valutazione dell'impatto sanitario confrontando il differenziale di numero di ricoveri atteso ai valori di ciascun inquinante al background (B) (prima dell'inizio del cantiere) e al background con l'aggiunta dell'inquinante immesso dal cantiere (B+C). Per ragioni cautelative è stato fatto riferimento al valore massimale degli inquinanti come riportato nel SDI secondo i dati (ug/m<sup>3</sup>) riportati in **Tabella 1**.

	<b>B</b>	<b>B+C</b>	<b>Delta</b>
<b>PM10</b>	15.9	24.4	8.5
<b>PM2.5</b>	10.2	11.6	1.4
<b>NO2</b>	45.5	54.8	9.3

#### *PM10*

Il numero di casi attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere (delta) e' risultato nullo (**Figura 4**).

The screenshot shows the WHO AirQ+ software interface. The main window is titled "AirQ+" and features the WHO logo. The interface is divided into several sections:

- Input Pollution (PM10):** The "Exposure Name" field is set to "PM10".
- Health Endpoint:** The "Health Endpoint" is set to "Incidence of COPD".
- Baseline (per 100,000 Population at risk per year):** The "Baseline" is set to "0.00" and the "Population at Risk" is set to "10,000".
- Calculation Parameters:** The "Calculation Period" is set to "10 Year". The "Relative Risk" is set to "1.00" and the "Cut-off Value for (per 100,000)" is set to "0.00".
- Calculation:** A "Calculate" button is visible.
- Results:** A table displays the results of the calculation. The table has columns for "Baseline", "Delta", "Lower", and "Upper". The "Baseline" value is 0.00, and the "Delta" value is 0.00, indicating no change in COPD incidence.

Baseline	Delta	Lower	Upper
0.00	0.00	0.00	0.00

I risultati ottenuti indicano che nel caso peggiore e cioè nei giorni di raggiungimento delle massime immissioni, il contributo del PM10 immesso dal cantiere non determina incremento dell'incidenza di COPD.

### PM2.5

Il numero di casi attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere (delta) e' risultato nullo (**Figura 5**).



I risultati ottenuti indicano che nel caso peggiore e cioè nei giorni di raggiungimento delle massime immissioni, il contributo del PM2.5 immesso dal cantiere non determina incremento dell'incidenza di COPD.

## NO2

Il numero di casi attribuibili all'aumento delle immissioni per attività di cantiere (delta) e' risultato nullo (**Figura 6**).



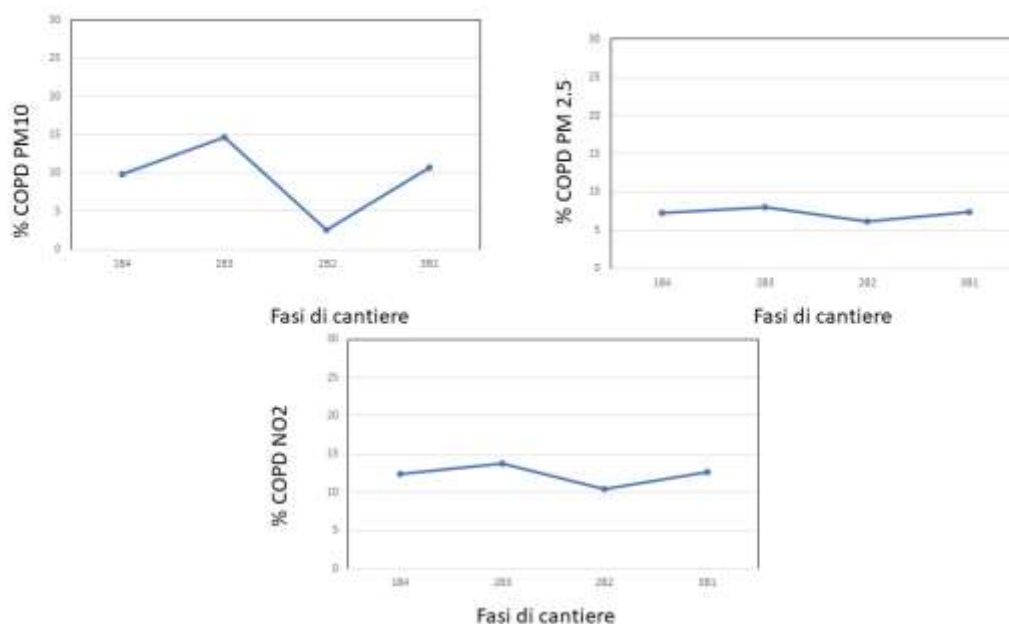
I risultati ottenuti indicano che nel caso peggiore e cioè nei giorni di raggiungimento delle massime immissioni, il contributo del NO<sub>2</sub> immesso dal cantiere non determina incremento dell'incidenza di COPD.

### Incidenza nel tempo COPD durante le fasi di cantiere

Il PME indica che si verificherà una variazione nei livelli di immissione degli inquinanti durante le diverse fasi di cantiere. Il livello medio di inquinanti immesso per ciascuna fase è riportato per ciascuna inquinante nella colonna a sinistra in **Tabella 2**. Abbiamo pertanto valutato per ciascuno di questi valori il numero potenziale di casi di COPD attribuibili. Tale numero è riportato per ciascun inquinante nella colonna a destra in **Tabella 2**.

Fase di cantiere	Concentrazione totale inquinante (ug/m <sup>3</sup> ) (somma background+valore massimo immissioni di cantiere)					
	PM10	%COPD attribuibili	PM2.5	%COPD attribuibili	NO2	%COPD attribuibili
1B4	24.4	9.88	11.6	7.21	54.8	12.4
2B3	29.3	14.63	12.5	7.98	59.9	13.71
2B2	17.3	2.51	10.4	6.14	47.1	10.39
3B1	25.3	10.77	11.8	7.38	55.7	12.64

La raffigurazione grafica dei risultati ottenuti è riportata in **Figura 7**.



I risultati ottenuti indicano che rilevabili oscillazioni dei valori nei livelli ambientali di inquinante si riscontrano solo per PM10 e non per PM2.5 e NO2.

SDI indica che PM10 immesso dal cantiere ha una ricaduta minima o nulla al di fuori delle aree di cantiere, come tipicamente accade per le polveri a granulometria maggiore (PM10) rispetto a quelle con granulometria inferiore (PM2.5) che restano più a lungo sospese nell'aria. Pertanto le variazioni di PM10 durante le fasi di cantiere non sono diffuse e ricadono prevalentemente sui soggetti che operano o nel cantiere e non sulla popolazione generale. Sembra quindi opportuno valutare l'utilizzo di eventuali dispositivi di protezione individuale (mascherine) nel personale di cantiere almeno durante la fase di lavorazione 2B3.

### **Valutazione dell'impatto sanitario a posteriori durante l'attività di cantiere mediante analisi epidemiologica delle serie storiche**

Entro un anno dall'inizio delle attività di cantiere e non prima di 6 mesi dall'inizio dell'attività verrà effettuata la valutazione di impatto sanitario degli inquinanti immessi mediante analisi comparativa delle serie storiche. Tale indagine verrà effettuata relativamente ai seguenti inquinanti: PM10, PM2.5, NO2. L'indicatore epidemiologico analizzato sarà l'incidenza dei ricoveri ospedalieri in area urbana per malattie respiratorie (COPD). Sarà valutata la correlazione tra numero di ricoveri per giorno e valore medio giornaliero dell'inquinante analizzato. Tale analisi sarà condotta comparativamente per l'anno (o il semestre) precedente

le attività di cantiere e l'anno (o il semestre) di attività di cantiere. La correlazione tra le due variabili verrà analizzata con un intervallo di tempo (lag) pari a 24 ore come riportato in nostri precedenti lavori (*Izzotti et al.*, The relationship between urban airborne pollution and mortality: quantitative and qualitative aspects. Eur. J. Epidemiol., 16: 1027-1034 (2000); Ozone air pollution and daily mortality in Genoa, Italy between 1993-1996. Public Health, 119: 844-850 (2005)

### **Discussione e conclusioni**

La valutazione quantitativa degli effetti sullo stato di salute della popolazione dell'opera di ampliamento ha riscontrato effetti sanitari nulli (PM2.5, NO2) o minimi (PM10) ai limiti delle soglie di rilevabilità dei metodi utilizzati. Questo risultato è dovuto ai seguenti fattori:

- (a) modesto incremento differenziale ante-post operam degli inquinanti esaminati;
- (b) favorevole contesto orografico e macroclimatico
- (c) assenza di recettori suscettibili interessati

Si rileva inoltre che l'opera proposta è nel suo complesso coerente con i requisiti stabiliti dall'Istituto Superiore di Sanità per le Valutazioni di Impatto Sanitario (Musumeci L., Soggiu ME, Linee guida ISS per la Valutazione di Impatto Sanitario L221/2015 art.9, report ISTISAN 17/4). Sono infatti esaminate le fasi di Screening, Scoping, Assessing, Reporting e Monitoring.

In particolare:

- (a) per la fase di Assessing, e' stata correttamente applicata l'analisi di diffusione degli inquinanti (SDI)
- (b) per la fase Reporting è stata correttamente applicata l'analisi della mitigazione degli effetti della variazione delle immissioni mediante irrigazione;
- (c) per la fase di Monitoring, è stato previsto il monitoraggio post operam con particolare riferimento ai recettori di massima ricaduta (ATM01), o posti nelle sue vicinanze (ATM0) e a distanza (ATM03). E' stato inoltre previsto in modo adeguato il piano di monitoraggio ambientale (PMA).



## Conclusioni

In conclusione, le valutazioni previsionali effettuate indicano che le lavorazioni di cantiere in oggetto non determinano immissioni di inquinanti tali da avere un possibile impatto sullo stato di salute della popolazione del Comune di Genova.

Genova 03/02/2024

Prof. Alberto Izzotti, MD, PhD

*Professore Ordinario di Igiene e Medicina Preventiva*

Prof. ALBERTO IZZOTTI  
MEDICO CHIRURGO  
NF 11494  
