

PROGETTO DI SORVEGLIANZA DEGLI EFFETTI SANITARI DIRETTI E INDIRETTI DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI (PAIP) DI PARMA

Piano operativo biomonitoraggio

SINTESI DIVULGATIVA DEL RAPPORTO SUI RISULTATI DELLA FASE ANTE-OPERAM e DELLA FASE DI ESERCIZIO PROVVISORIO (anno 2013)

AUTORI:

Responsabile scientifico

Dr. Maurizio Impallomeni

Collaboratori del Dipartimento di Sanità Pubblica

Dr.ssa Gaia Fallani

Dr.ssa Rosanna Giordano

Dr.ssa Elisa Mariani

Dr.ssa Alessandra Rampini

Collaboratori del Tavolo Tecnico-Scientifico

Servizio Sanità Pubblica Regione Emilia-Romagna

CTR Ambiente-Salute, ARPAE Emilia Romagna

Università degli Studi di Parma

Azienda Ospedaliero-universitaria di Parma – Centro Eccellenza Ricerca Tossicologica

ARPAE Sezione di Parma

Servizio Interdip.le di Epidemiologia e Comunicazione AUSL di Reggio

FEBBRAIO 2017

Introduzione ed obiettivi

Il Progetto di Sorveglianza Sanitaria promosso da AUSL-Parma, avviato in risposta ad alcune prescrizioni contenute nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del Polo Ambientale Integrato di Parma (PAIP), comprendente il nuovo forno inceneritore per rifiuti solidi urbani e speciali non pericolosi si articola in un filone di ricerca sulle matrici agro-zootecniche e un filone biotossicologico-epidemiologico incentrato sull'uomo, composto di diverse linee progettuali. Nell'ambito di questo secondo filone di indagine è stata avviata una ricerca consistente nel biomonitoraggio di campioni urinari.

Il biomonitoraggio viene definito come la misura periodica di un indicatore in matrici biologiche accessibili da confrontare con appropriati livelli di riferimento; nella nostra indagine prevede che in soggetti presenti in area di maggiore ricaduta delle emissioni del PAIP siano ricercati alcuni marcatori urinari di esposizione a sostanze provenienti da processi di combustione, tra cui l'incenerimento di rifiuti non pericolosi.

Le variazioni temporali da prima a dopo l'accensione vengono registrate per evidenziare eventuali cambiamenti e formulare ragionevoli ipotesi sul ruolo dell'impianto.

La collocazione degli Istituti Penitenziari in un sito che il modello di dispersione identifica come area a maggior impatto ha fatto propendere per una proposta collaborativa alla Direzione degli stessi Istituti: la proposta è stata prontamente accettata anche nell'ottica delle opportunità informative e di promozione della salute, compito istituzionale dell'Azienda USL, che avrebbe offerto questo progetto, integrato con le attività già prestate dall'Unità Operativa Salute negli Istituti Penitenziari (UOSIP) dell'AUSL. I dati sono raccolti e trattati in forma anonima, previo consenso informato, il campione raccolto non è di natura invasiva e i risultati vengono presentati come valori riferiti al gruppo e non ai singoli individui. In tal modo si è concretizzata, non solo l'adesione della Direzione di IREN e di quella degli Istituti Penitenziari (I.P.) ma anche la collaborazione con la struttura del suddetto UOSIP e coi medici competenti sia di IREN che del personale degli I.P..

La popolazione coinvolta nel biomonitoraggio è risultata quindi suddivisa in tre gruppi:

- Lavoratori IREN presso il PAIP
- Personale degli I.P. di via Burla
- Detenuti

I campioni oggetto di questo rapporto sono stati raccolti nel marzo 2013 (fase ante operam, precedente all'accensione dell'inceneritore) e nell'ottobre dello stesso anno (fase di esercizio provvisorio a funzionamento limitato). Il biomonitoraggio consente di individuare, con strumenti sensibili, concentrazioni urinarie di sostanze che riflettono una precedente esposizione, valutandone l'andamento nel tempo.

OBIETTIVI

Il piano di biomonitoraggio ha due obiettivi:

- Confrontare i valori rilevati nelle urine raccolte con i valori di riferimento (VR) disponibili per la popolazione non professionalmente esposta o per gruppi con esposizione comparabile mediante misure ripetute nel tempo
- Cogliere eventuali variazioni nel tempo dei valori inizialmente rilevati nella fase ante operam individuando quali sono i fattori di esposizione, oltre alle emissioni dell'inceneritore, che possono essere associati alle variazioni delle sostanze ricercate nelle urine.

I dati ottenuti dal campionamento ante operam sono confrontati con quelli ottenuti dal primo campionamento post operam (dopo l'accensione dell'inceneritore).

Stato di avanzamento del piano operativo biomonitoraggio

Preliminarmente è necessario chiarire due aspetti che hanno condizionato tempi e modi di realizzazione dell'indagine:

1. Il prolungamento dei tempi richiesti dal rinnovo della Convenzione tra gli Enti partecipanti al Progetto ha avuto ripercussioni sul trasferimento dei finanziamenti necessari alla copertura degli oneri per le analisi di laboratorio con un rallentamento nella restituzione degli esiti analitici.
2. Il DSP, coordinatore del Progetto, con decisione già condivisa dal Gruppo Tecnico Biomonitoraggio e riportata nel verbale dell'incontro del 1-06-2016, ha ritenuto opportuno interrompere il campionamento biologico sui soggetti presenti negli II.PP. di via Burla dopo la campagna effettuata nel marzo 2015. La decisione è motivata, in una logica più generale di costo/efficacia, dalle difficoltà di gestione delle procedure di campionamento e raccolta dei questionari dentro le carceri e dall'alto turn-over dei soggetti consenzienti. I due gruppi sotto osservazione (in particolare i detenuti) hanno mostrato di possedere, molto più del prevedibile, caratteristiche diverse da quelle della popolazione generale, sotto l'aspetto dei comportamenti individuali e del grado e modo in cui si verificano esposizioni tipiche di un singolare ambiente indoor quale è quello carcerario.

Si è concordato dunque sullo sviluppo del Piano operativo Biomonitoraggio riorientandolo, oltre che sui dipendenti PAIP, sugli asmatici, oggetto di un altro Piano Operativo del Progetto di Sorveglianza. A questo scopo è in corso di messa a punto uno specifico Addendum al Piano Operativo, secondo gli indirizzi emersi nell'incontro del Gruppi Tecnici Asmatici e Biomonitoraggio, in una riunione comune del 18 gennaio 2017.

Il quadro aggiornato dell'avanzamento del Piano Biomonitoraggio al febbraio 2017 è quello illustrato di seguito sinteticamente.

Si ricordano, in via preliminare, le modalità di funzionamento del termovalorizzatore:

- da aprile a agosto 2013: esercizio provvisorio con combustione limitata nel tempo
- da settembre 2013 a marzo 2014: esercizio provvisorio con combustione continuativa di rifiuto, ma non a pieno regime
- da aprile 2014: esercizio continuativo di marcia controllata

Sono state effettuate 5 campagne di raccolta urine:

- una in fase ante operam - marzo 2013:
 - detenuti: 21-26 marzo
 - dipendenti Istituti Penitenziari: 20-28 marzo
 - lavoratori PAIP: 17-28 marzo
- una in fase di avvio dell'esercizio continuativo - ottobre 2013 detenuti: 17-24 ottobre

- Dipendenti Istituti Penitenziari: 14-24 ottobre
- Lavoratori PAIP: 16-24 ottobre
- una campagna in fase finale dell'esercizio provvisorio continuativo:
 - marzo 2014: detenuti – dipendenti Istituti Penitenziari – lavoratori PAIP
- una campagna in fase di esercizio continuativo:
 - marzo 2015: detenuti – dipendenti Istituti Penitenziari – lavoratori PAIP
- una campagna solo per operatori PAIP:
 - novembre 2015

NOTA: sta proseguendo la campionatura delle urine dei soggetti asmatici, iniziata nel 2013 e giunta al tempo T6 (con periodicità di raccolta circa semestrale).

I risultati delle campagne condotte in fase di esercizio ordinario dell'inceneritore di V. Uguzzolo saranno oggetto del prossimo Rapporto.

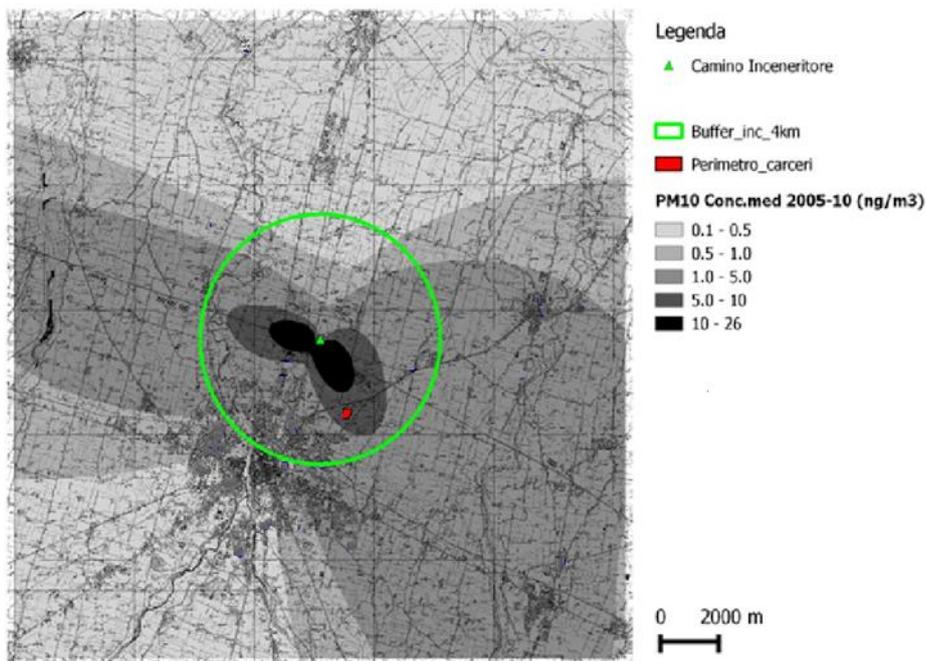
Metodi

Il CTR-Ambiente-Salute dell'ARPA di Modena (ora ARPAE), nell'ambito di uno specifico Accordo stipulato con il Dipartimento di Sanità Pubblica che coordina il Progetto, ha curato l'elaborazione modellistica delle ricadute dell'inceneritore del PAIP. Sulla base del modello di ricaduta delle emissioni, sono stati identificati alcuni gruppi di persone potenzialmente esposte nel luogo di residenza e/o lavoro.

A causa del limitato tempo intercorso tra la decisione di inserire una linea di biomonitoraggio all'interno del Progetto di Sorveglianza (fine 2012) e la data presunta di attivazione dell'impianto (marzo 2013) è stato necessario focalizzarsi su una popolazione che fosse rappresentativa delle condizioni di esposizione alle ricadute delle emissioni ma che fosse anche immediatamente disponibile a saggiare la presenza di alcune sostanze in liquidi biologici. Per ottenere la maggiore adesione possibile si è deciso di campionare soltanto l'urina, poiché questa matrice può essere ottenuta mediante procedure semplici e non invasive.

Sono stati reclutati su base volontaria, con consenso informato, i dipendenti degli Istituti Penitenziari di Parma (I.P.), i detenuti negli stessi e i lavoratori del Polo Ambientale Integrato di Parma (PAIP).

Di seguito viene mostrata una mappa che illustra la localizzazione dell'inceneritore e degli I.P. rispetto alle ricadute dell'impianto PAIP.



A partire dal marzo 2013 (fase ante operam) sono stati raccolti i campioni di urina ed è stato somministrato un questionario sulle abitudini e gli stili di vita.

L'analisi dei biomarcatori urinari è molto sensibile: mediante questa tecnica è possibile evidenziare non soltanto gli effetti di esposizioni significative (come a volte può accadere nel caso delle esposizioni professionali) ma anche profili di concentrazioni indicanti abitudini alimentari, voluttuarie oppure legate ad attività hobbistiche che generalmente provocano un contatto saltuario e con concentrazioni più modeste di sostanze rispetto all'ambiente occupazionale. Le persone accumulano sostanze derivanti dal consumo di tabacco, dolcificanti, alimenti grigliati o affumicati e possono essere esposte ad emissioni veicolari o da solventi che, nel loro insieme, anche in condizioni normali, possono "mascherare" eventuali variazioni nelle concentrazioni urinarie di inquinanti derivanti dalla sola combustione dei rifiuti.

I valori di riferimento (VR) sono definiti come "valori di un determinato indicatore ottenuto dall'elaborazione statistica dei risultati del suo dosaggio in campioni biologici provenienti da una popolazione di riferimento, selezionata secondo criteri predefiniti". A tali valori ci si riferisce per interpretare i risultati di determinazioni dello stesso indicatore effettuati in individui o gruppi ad esposizione nota o sospetta. La popolazione di riferimento reclutata per determinare i valori di riferimento utilizzati in questo studio è composta da soggetti sani, residenti in Parma e non professionalmente esposti a nessuno degli indicatori ricercati. Il superamento di questi valori di riferimento non può essere in nessun modo interpretato come segnale d'insorgenza di una patologia o un evidente rischio per la salute, ma solo come indice di una variazione delle fonti di esposizione.

Nella tabella successiva si illustra la gamma di sostanze ricercate e il loro significato rispetto alle esposizioni ambientali.

Funzione	Sigla del composto	Nome e caratteristiche del composto	Valori di riferimento (NF=non fumatore F=fumatore)	Possibili interferenti
Fattore di normalizzazione	Creat (g/L)	Creatinina	0,3-3 g/L	Alterata funzionalità renale, eccessiva/scarsa assunzione di liquidi
DOSAGGIO URINARIO di NAFTOLO E 1-IDROSSIPIRENE	N-OH	Naftolo. È un derivato del naftalene e un indicatore di esposizione a miscele di idrocarburi policiclici aromatici a basso peso molecolare.	<40 µg/g creat (NF) <100 µg/g creat (F)	Fumo di tabacco
	1OH-P	1-idrossipirene. È un derivato del pirene e un indicatore di esposizione a miscele di idrocarburi policiclici aromatici ad alto peso molecolare.	<0.5 µg/g creat (NF) <1.5 µg/g creat (F)	Fumo di tabacco e di legna, cibi grigliati
DOSAGGIO URINARIO di metaboliti del Benzene e della Nicotina	<i>t,t</i> -AM	Acido trans,trans-muconico. È un indicatore di esposizione a benzene.	15 - 165 µg/g creat	Fumo di tabacco; ac.sorbico, sorbitolo (dolcificanti)
	AFM	Acido S-fenilmercapturico. È un indicatore di esposizione a benzene.	<0.05 - 5 µg/g creat (NF)	Fumo di tabacco
	Cotina	Cotina. È un derivato della nicotina e un indicatore di esposizione a fumo di tabacco.	<50 µg/g creat (NF)	Non noto
DOSAGGIO URINARIO di metaboliti dello stirene	AM	Acido mandelico. È un indicatore di esposizione a stirene.	0.1-3.5 mg/g creat	Alcool, etilbenzene;
	AFG	Acido fenilglicosilico. È un indicatore di esposizione a stirene.	0.1-3.5 mg/g creat	Alcool, etilbenzene;
	AFIEM	Acidi fenilidrossietilmercapturici. Sono indicatori di esposizione a stirene.	Non noto	Non noto
	VP	4-vinilfenolo. È un indicatore di esposizione a stirene.	160 µg/g creat (NF) 450 µg/g creat (F)	Fumo di tabacco
DOSAGGIO URINARIO di BTEX, STIRENE e MTBE	Benzene*	È indicatore di esposizione a benzene, inquinante ubiquitario dell'aria.	<0.015 – 4.615 µg/L	Fumo di tabacco
	Toluene*	È indicatore di esposizione a toluene, inquinante ubiquitario dell'aria.	0.050 – 1.090 µg/L	Non noto
	EtilBenzene*	È indicatore di esposizione a etilbenzene, inquinante ubiquitario dell'aria.	Non noto	Non noto
	Xileni*	È indicatore di esposizione a xileni, inquinante ubiquitario dell'aria.	0.075 – 0.910 µg/L	Non noto
	Stirene*	È indicatore di esposizione a stirene, inquinante ubiquitario dell'aria.	<0.001 – 2.700 µg/L	Non noto
	MTBE*	Metil-tert-butiletere. È indicatore di esposizione a traffico veicolare.	Non noto	Non noto
Metalli	Cd	Cadmio	0.1-1.5 µg/l	Fumo di tabacco; età;
	Cr	Cromo	0.05-0.32 µg/l	Fumo di tabacco; età;
	Sn	Stagno	Non noto	Non noto
	Tl	Tallio	0.05 – 0.5 µg/l	Fumo di tabacco
	Ni	Nichel	0.1-2.0 µg/l	Età, sesso, fumo di tabacco;
	Sb	Antimonio	Non noto	Non noto
	U	Uranio	Non noto	Non noto
	Mn	Manganese	0.20-4.00 µg/l	Consumo di caffè o tè, fumo di tabacco, alimentazione
	V	Vanadio	0.05-0.2 µg/l	Non noto
	Pd	Palladio	Non noto	Non noto
	Be	Berillio	10-40 ng/l	Non noto

Per valutare le possibili correlazioni tra la concentrazione urinaria degli indicatori biologici e le concentrazioni di particolato sottile presente normalmente in atmosfera (PM₁₀ derivante da svariate fonti emissive compreso il traffico veicolare e le emissioni degli impianti di riscaldamento domestico), durante le fasi di campionamento, nel cortile antistante il penitenziario è stato collocato il laboratorio mobile di ARPAE per la misurazione di PM₁₀, metalli e idrocarburi policiclici aromatici. Per ottenere il massimo dei dati estrapolabili la centralina ARPAE è rimasta attiva per 21 giorni consecutivi entro i quali sono state svolte tutte le attività di campionamento.

Analisi e risultati

Dimensione e caratteristiche dei gruppi partecipanti all'indagine

Caratteristiche	Campionamento fase ante operam			Campionamento fase di es. provvisorio		
	Dipendenti	Detenuti	PAIP	Dipendenti	Detenuti	PAIP
N	70	83	20	75	65	24
Sesso (M/F)	62/8	83/0	19/1	65/10	65/0	21/3
Età media (anni)	41	49	44	39	52	44
Non fumatori/ex fumatori/fumatori	26/20/24	12/37/26	6/7/6	24/24/25	11/31/21	7/7/10
Agente di polizia/nucleo traduzioni/altro	56/4/10			56/3/7		
Residente in caserma (no/sì)	60/9			54/17		
Sezione penitenziario (1/2/3)		17/37/26			12/22/30	
Stecca penitenziario (A/B)		44/32			37/26	
Attività fisica (no/sì)		37/36		38/33	31/26	14/10
Mansione PAIP (ufficio/macchine)			3/17			5/19
Imbrattamento con sostanze chimiche (no/sì)	48/22	51/26	18/2	48/24	33/24	18/6
Consumo di cibi affumicati o grigliati (no/sì)	45/25	25/17	16/4	37/35	18/15	19/5
Consumo di bevande gassate (no/sì)	36/29	0/3	9/11	45/27	38/11	11/11
Consumo di bevande alcoliche (no/sì)	13/55	0/16	3/16	16/56	31/19	7/16
Consumo di caffè/thè (media del n. tazzine)	3	3	3	3	3	2

Tabella 1. Composizione delle popolazioni coinvolte nelle sessioni di bio-monitoraggio avvenute in fase ante operam e di esercizio provvisorio del PAIP. In questa e nelle tabelle successive sono riportati soltanto i dati per i quali è stato possibile effettuare valutazioni e analisi (numerosità sufficiente, concentrazioni urinarie nella norma, ecc.).

Caratteristiche	Campionamento fase ante operam			Campionamento fase di es. provvisorio		
	Dipendenti	Detenuti	PAIP	Dipendenti	Detenuti	PAIP
N	35	58	19	35	58	19
Sesso (M/F)	31/4	58/0	18/1	31/4	58/0	18/1
Età media (anni)	42	52	44	42	53	45
Non fumatori/ex fumatori/fumatori	9/13/13	9/29/17	6/6/7	9/13/13	8/26/17	
Agente di polizia/nucleo traduzioni/altro	29/1/5			29/1/5		
Residente in caserma (no/sì)	29/5			26/7		
Sezione penitenziario (1/2/3)		11/20/25			11/20/26	
Stecca penitenziario (A/B)		31/24			30/26	
Attività fisica (no/sì)	18/17	29/22	10/8	20/13	28/23	11/8
Mansione PAIP (ufficio/macchine)			3/16			2/17
Imbrattamento con sostanze chimiche (no/sì)	26/9	34/19	10/9	21/10	31/22	13/6
Consumo di cibi affumicati o grigliati (no/sì)	23/12	19/12	16/3	19/14	16/14	14/5
Consumo di bevande gassate (no/sì)	15/15	0/2	8/11	21/12	35/10	9/8
Consumo di bevande alcoliche (no/sì)	5/29	0/11	3/15	7/26	29/16	4/14
Consumo di caffè/thè (media del n. tazzine)	3	3	3	3	3	3

Tabella 2. Composizione della popolazione che ha partecipato sia alla prima (ante operam) che alla seconda (esercizio provvisorio) sessione di bio-monitoraggio

Considerazioni sulla concentrazione urinaria dei biomarcatori rilevata nell'indagine e confronto con i valori di riferimento (quando disponibili)

Sia nella prima (ante operam) che nella seconda sessione di campionamento (primo post operam) le concentrazioni urinarie del personale degli Istituti Penitenziari, dei detenuti e dei lavoratori PAIP rientrano generalmente negli intervalli fissati dalla SIVR (Società Italiana dei Valori di Riferimento) e/o dalla SIMILII (Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale).

Considerando i valori dei biomarcatori per ciascun gruppo, si osserva una loro complessiva diminuzione passando dalla fase ante operam a quella post operam.

Osservando le concentrazioni urinarie dei metaboliti per ciascuno dei partecipanti al monitoraggio biologico si nota un certo numero di individui con alcuni valori superiori a quelli riportati come riferimento, ma solo per alcune delle sostanze indagate. Ricordiamo che i valori di riferimento sono definiti su base statistica e riferiti ad una esposizione della popolazione generale. Ciò significa che in questo tipo di popolazione ci si attende un 5% di valori al di fuori dell'intervallo di riferimento.

La nostra indagine evidenzia quindi che i gruppi sottoposti a biomonitoraggio non sono considerabili in senso stretto appartenenti alla popolazione generale, sebbene nessuna delle sostanze indagate raggiunga i livelli biologici di riferimento per i lavoratori. I valori di riferimento spesso sono stimati su popolazioni di non fumatori, mentre sia nelle carceri che fra i dipendenti PAIP i fumatori sono piuttosto diffusi e mostrano spesso i valori più alti registrati per l'acido trans, trans-muconico e il vinil fenolo. Il vinil fenolo in particolare viene utilizzato proprio come aroma nel tabacco e nei cibi affumicati. C'è inoltre da considerare che

ambienti come quello carcerario rappresentano condizioni di esposizione al fumo passivo particolarmente importanti; aspetto generalizzabile a tutti gli ambienti indoor con frequentazione intensiva.

In ogni caso, è importante sottolineare che concentrazioni urinarie di uno o più analiti superiori ai valori di riferimento non sono da considerarsi indice di una patologia specifica o di rischio per la salute. Infatti, il monitoraggio biologico, per sua stessa definizione, è “la misura periodica di un indicatore biologico da confrontare con appropriati livelli di riferimento”. Per cui il singolo dato ha di per se uno scarso significato e va confermato successivamente per valutare l’esistenza di un eventuale andamento dipendente da fonti di esposizione (siano esse legate ad abitudini voluttuarie o fonti esterne). Infine ricordiamo che l’esposizione a molecole quali il benzene e lo stirene viene valutata mediante il dosaggio di numerosi metaboliti: una concentrazione superiore al valore di riferimento per soltanto una tipologia di molecola non può essere considerata indice attendibile di esposizione ad idrocarburi monociclici aromatici.

Qualità dell’aria

Le medie del PM₁₀ nei giorni del campionamento ante operam (marzo-aprile 2013) e in quelli di esercizio provvisorio (ottobre 2013) sono rispettivamente di 25 µg/m³ e di 43 µg/m³ così come sono state misurate dalla stazione mobile di ARPAE posizionata davanti agli I.P..

La seguente tabella rivela nella stazione posta in Via Burla (I.P.) una concentrazione di PM₁₀ in linea con le altre stazioni della rete urbana di Parma, che mostrano un livello di qualità dell’aria nel periodo di Ottobre 2013 peggiore rispetto a quello rilevato in Marzo-Aprile dello stesso anno; fenomeno spiegabile con la variazione delle condizioni meteo-climatiche che creano una condizione di esposizione uniforme sull’intero bacino padano e soggetta a fluttuazioni stagionali.

Concentrazione media PM ₁₀ (µg/m ³)	ISTITUTI PENITENZIARI	CITTADELLA	MONTEBELLO
Prima campagna (dal 20.03.13 al 08.04.13)	25	24	27
Seconda campagna (dal 11.10.13 al 31.10.13)	43	41	55

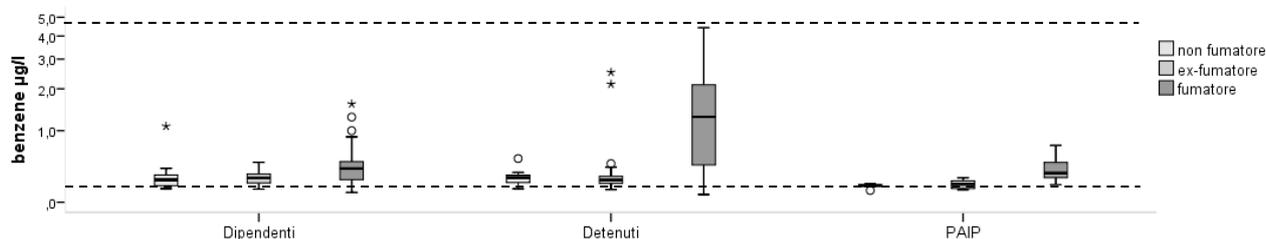
Media del PM₁₀ relativa ai due periodi di campionamento nelle stazioni fisse della città e in quella mobile degli I.P.

Nonostante il PM₁₀ misurato dalla stazione mobile di ARPAE sia risultato maggiore nel periodo post operam, la nostra indagine ha però rilevato che, passando dal primo al secondo campionamento, la concentrazione di buona parte dei biomarcatori urinari è diminuita.

Principali “confondenti” rappresentati da altre possibili esposizioni individuali

In questo piano di monitoraggio –come in molti studi precedenti- è risultato evidente come l’abitudine al fumo influisca sulla concentrazione degli inquinanti presenti nell’organismo. Il fumo infatti incide sulla concentrazione di diverse sostanze, con particolare evidenza per il benzene e i suoi metaboliti. Per dare un’immagine esemplificativa degli effetti dell’abitudine al fumo, in figura vengono riportate le concentrazioni di benzene nei tre diversi gruppi (dipendenti IP, detenuti, dipendenti PAIP), distinguendo per non fumatori, ex fumatori e fumatori.

Dall'osservazione della figura si nota che fra i detenuti, il gruppo dei fumatori risulta particolarmente esposto al benzene; sono riportati, con le due linee orizzontali tratteggiate, gli intervalli di riferimento stimati per la popolazione italiana.



Dosaggio del benzene nelle tre popolazioni monitorate in base all'abitudine al fumo. Le linee tratteggiate indicano i limiti inferiore e superiore dei valori di riferimento per la popolazione italiana. I simboli presenti sopra e sotto i "rettangoli" rappresentano alcuni soggetti con valori "anomali" rispetto al gruppo di appartenenza, anche se sempre all'interno dell'intervallo della popolazione generale italiana.

Oltre al **fumo**, che risulta essere il confondente più importante fra quelli analizzati, **l'età** sembra influire sull'accumulo di alcune tipologie di metalli. È noto che alcuni metalli (in particolare il cadmio) tendono ad accumularsi nell'organismo e a seguire dei processi di smaltimento particolarmente lenti; è quindi plausibile riscontrare una correlazione fra concentrazione di tali metalli e l'età anagrafica.

L'alimentazione, le **attività hobbistiche** e le altre **abitudini voluttuarie** hanno un effetto saltuario (e non sempre confermabile) soltanto su alcuni parametri.

Si osserva tuttavia una minor concentrazione di alcuni analiti nelle urine di chi pratica abitualmente **attività fisica** all'aperto.

Riguardo alla **mansione svolta**, i risultati ottenuti, per i lavoratori PAIP potrebbero indicare una certa differenza fra il personale amministrativo e gli addetti alla manutenzione/movimentazione che non consente di trarre conclusione a causa dell'esiguo numero di soggetti, ricordando comunque che si tratta di valori medi sempre all'interno dei valori di riferimento.

Conclusioni

La diminuzione di alcuni valori dei biomarcatori, passando dalla fase ante operam a quella post operam, potrebbe essere in parte attribuita alla diminuzione nell'abitudine al fumo, sia nel gruppo dei dipendenti del penitenziario che in quello dei detenuti; tuttavia questa non può essere l'unica ragione a cui imputare il fenomeno. Si è attualmente in attesa delle analisi relative alla terza e alla quarta sessione di campionamento per delineare un quadro più esaustivo delle variazioni temporali. Infatti il singolo dato consente un'interpretazione limitata e va confermato successivamente per valutare l'esistenza di un eventuale andamento dipendente da fonti di esposizione (siano esse legate ad abitudini voluttuarie o fonti esterne).

È necessario inoltre ricordare che la popolazione osservata non può essere considerata del tutto rappresentativa della popolazione di Parma (per sesso, età e stile di vita) e che non è stato possibile introdurre un gruppo di controllo definibile come "non esposto" alle emissioni dell'impianto di incenerimento del PAIP. Poiché i campionamenti sono cominciati prima dell'accensione dell'impianto, i gruppi coinvolti possono fungere da controllo essi stessi, permettendo un confronto temporale fra fase ante operam (in cui l'esposizione dei detenuti e del personale non è ancora avvenuta) e post operam (in cui queste persone vengono monitorate dopo l'accensione dell'inceneritore).

Tuttavia, nella seconda campagna di raccolta si è dovuto constatare un notevole ricambio di soggetti dovuto al turn over del personale penitenziario e alla ridotta adesione all'indagine.

Questo aspetto, insieme con la difficoltà di gestione delle procedure di raccolta dei campioni di urine dei detenuti e della somministrazione dei questionari dentro le carceri e con la particolarità dell'esposizione che si realizza in questo ambiente chiuso a presenza intensiva, hanno indotto all'interruzione della ricerca nei gruppi di detenuti e personale degli II.PP. Sta proseguendo comunque l'elaborazione e valutazione dei dati raccolti nelle campagne di monitoraggio del 2014 e 2015, che saranno oggetti del prossimo Rapporto.

Si può comunque concludere che, in generale la messa in esercizio del PAIP, seppure con modalità di funzionamento discontinuo e limitato, non sembra aver determinato, per il momento, variazioni significative nelle concentrazioni dei marcatori urinari ricercati.