

**ESPOSIZIONE AD AGENTI CHIMICI DEI LAVORATORI  
IMPEGNATI NELLE ATTIVITA' DI ASFALTATURA:  
I RISULTATI DELL'INDAGINE CONDOTTA NEL CANTIERE  
PER LA REALIZZAZIONE DEL COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE BRE.BE.MI.**

*Dott. Ettore Brunelli - Servizio PSAL ATS Brescia*



Sistema Socio Sanitario



Regione  
Lombardia

ATS Brescia

*Dott. Ettore*

***Valutazione dell'esposizione a IPA nelle opere di asfaltatura  
in regione Lombardia: l'esperienza del cantiere BRE.BE.MI.***

***20 Settembre 2016 - Sala di Rappresentanza ATS Brescia***

***Viale Duca degli Abruzzi, 15 - Brescia***

# La valutazione dell'esposizione

- Campionamenti **personali** e dell'**aria ambiente**, eseguiti con campionatore a doppio corpo (con filtro per particolato e fiala per gas e vapori) per qualificare e misurare gli IPA che si sviluppano durante la stesa di asfalto.
- Nei campionamenti in galleria sono stati posizionati campionatori fissi a terra, sulla vibrofinitrice e personali.
- In un campionamento (aprile 2014), al fine di valutare l'esposizione cutanea a IPA, sono stati eseguiti, su 5 asfaltatori manuali e 4 addetti alla vibrofinitrice, **PAD test** a inizio e fine turno, e **WIPE test** a fine turno in area cutanea coperta e scoperta.

# Campionamenti ambientali





# Condizioni meteoclimatiche durante i campionamenti ambientali

DATA	Umidità relativa (%)	Velocità aria (m/s)	Temperatura ambientale (°C)	Temperatura asfalto (°C)
13/03/2014	25 - 58	0.67 - 1.40	8.8 - 18.9	160
03/04/2014	63 - 69	0.36 - 0.46	15.6 - 15.5	160
15/04/2015	45 - 52	2.10 - 4.50	17.0 - 20.0	160
28/07/2015	51 - 64	1.40 - 2.20	27.0 - 29.0	160



# IPA: classificazione cancerogenicità IARC e UE

IPA	N °CAS	Classificazione IARC	Classificazione UE/CLP
Acenaftene	83-32-9	3	--
Acenaftilene	208-96-8	--	--
Antracene	120-12-7	3	--
Benzo(a)antracene	56-55-3	2B	Carc. 1b H350
Benzo(a)pirene	50-32-8	1	Carc. 1b H350 Muta 1b H340
Benzo(b)fluorantene	205-99-2	2B	Carc. 1b H350
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	3	--
Benzo(k)fluorantene	207-08-9	2B	Carc. 1b H350
Crisene	218-01-9	2B	Carc. 1b H350 Muta 2 H341
Dibenzo(a,h)antracene	53-70-3	2A	Carc. 1b H350
Fenantrene	85-01-8	3	--
Fluorantene	206-44-0	3	--
Fluorene	86-73-7	3	--
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	193-39-5	2B	Carc. 2 H351 (non ufficiale)
Naftalene	91-20-3	2B	Carc. 2 H351
Pirene	129-00-0	3	--

# IPA: FATTORI DI TOSSICITA' EQUIVALENTE (TEF, secondo Lisbet e Lagoy)

<i>IPA</i>	<i>TEF</i>
Acenaftene	0,001
Acenaftilene	0,001
Antracene	0,01
Benzo(a)antracene	0,1
Benzo(a)pirene	1
Benzo(b)fluorantene	0,1
Benzo(g,h,i)perilene	0,01
Benzo(k)fluorantene	0,1
Crisene	0,01
Dibenzo(a,h)antracene	1
Fenantrene	0,001
Fluorantene	0,001
Fluorene	0,001
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1
Naftalene	0,001
Pirene	0,001

# Concentrazione IPA aero dispersi e Tossicità equivalente (ng/m<sup>3</sup>) - Marzo e aprile 2014

IPA	Marzo 2014 - Vibrofinitrice		Aprile 2014 - Vibrofinitrice		Operatore Vibrofinitrice	
	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.
Acenaftene	240	0,24	*	*	*	*
Acenaftilene	*	*	*	*	*	*
Antracene	239	2,39	426	4,26	18,4	0,184
Benzo(a)antracene	2115	211,5	2080	208	32	3,2
Benzo(a)pirene	265	265	203	203	2,9	2,9
Benzo(b)fluorantene	536	53,6	1395	139,5	25	2,5
Benzo(g,h,i)perilene	*	*	37	0,37	0,5	0,005
Benzo(k)fluorantene	97	9,7	109	10,9	2,3	0,23
Crisene	2090	20,9	156	1,56	2,4	0,024
Dibenzo(a,h)antracene	*	*	155	155	4,8	4,8
Fenantrene	2330	2,33	854	0,854	163	0,163
Fluorantene	9444	9,444	6555	6,555	1515	1,515
Fluorene	*	*	*	*	*	*
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	*	*	11	1,1	1,5	0,15
Naftalene	2506	2,506	3185	3,185	910	0,91
Pirene	1416	1,416	1187	1,187	39	0,039
<b>TOTALE</b>		<b>579,03</b>		<b>735,47</b>		<b>16,62</b>

# Asfaltatori all'opera in Bre.Be.Mi.





# Asfaltatori all'opera in Bre.Be.Mi.





# Asfaltatori all'opera in Bre.Be.Mi.



# Asfaltatori all'opera in Bre.Be.Mi.





# Asfaltatori all'opera in Bre.Be.Mi.

Sistema Socio Sanitario



Regione  
Lombardia

ATS Brescia



# Concentrazione IPA aero dispersi e tossicità equivalente (ng/m<sup>3</sup>) - Aprile 2015

IPA	Inizio galleria nord sopravento		Metà galleria sottovento		Fine galleria sud sottovento		Esterno galleria 10 m (controllo)		Autista vibrofinitrice		Vibrofinitrice	
	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.
Acenaftene	< 20	0,01	134,7	0,1347	261,3	0,2613	< 20	0,01	< 20	0,01	116,7	0,1167
Acenaftilene	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25
Antracene	1	0,01	10,7	0,107	16,4	0,164	0,2	0,002	4,6	0,046	18,5	0,185
Benzo(a)antracene	0,9	0,09	21,6	2,16	59,2	5,92	0,3	0,03	19,1	1,91	35,2	3,52
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>
Benzo(b)fluorantene	1,5	0,15	15,6	1,56	20,7	2,07	0,4	0,04	10,1	1,01	20,9	2,09
Benzo(g,h,i)perilene	1,3	0,013	10,5	0,105	14,1	0,141	0,3	0,003	8,6	0,086	16,5	0,165
Benzo(k)fluorantene	< 0,02	0,001	0,8	0,08	1,8	0,18	< 0,02	0,001	0,4	0,04	0,8	0,08
Crisene	1,9	0,019	17	0,17	18,5	0,185	0,4	0,004	13,3	0,133	29,8	0,298
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Fenantrene	29,5	0,0295	212,1	0,2121	336,3	0,3363	18,4	0,0184	61,9	0,0619	243,4	0,2434
Fluorantene	0,3	0,0003	2,4	0,0024	0,6	0,0006	0,2	0,0002	1,7	0,0017	2,5	0,0025
Fluorene	21,5	0,0215	450,5	0,4505	709,5	0,7095	< 5	0,0025	94	0,094	217,3	0,2173
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	< 0,4	0,02	0,6	0,06	0,5	0,05	< 0,4	< 0,4	0,4	0,04	0,7	0,07
Naftalene	288	0,288	519,8	0,5198	1055,3	1,0553	158,4	0,1584	221,6	0,2216	457,3	0,4573
Pirene	3,1	0,0031	36,3	0,0363	67,6	0,0676	1,1	0,0011	26	0,026	60,3	0,0603
<b>TOTALE</b>		<b>1,91</b>		<b>15,75</b>		<b>22,39</b>		<b>0,92</b>		<b>10,83</b>		<b>23,56</b>



# Campionamenti in galleria





# Campionamenti in galleria





# Campionamento esterno galleria (fondo ambiente)



# Concentrazione IPA aero dispersi e tossicità equivalente (ng/m<sup>3</sup>) - Luglio 2015

IPA	Vibrofinitrice		Autista vibrofinitrice		Autista rullo		Op. 1 vicino vibrofinitrice		Op. 2 vicino vibrofinitrice		Op. 2 vicino vibrofinitrice		Fondo ambiente	
	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq
Acenaftene	22318	22,318	2343	2,343	1051	1,051	633	0,633	< 20	0,01	3505,7	3,5057	66,7	0,0667
Acenaftilene	11750	11,75	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25
Antracene	506,4	5,064	36,9	0,369	20,5	0,205	13,6	0,136	14,6	0,146	115,3	1,153	< 0,1	0,00005
Benzo(a)antracene	8399,9	839,99	896,1	89,61	621,4	62,14	248,3	24,83	377,3	37,73	433,7	43,37	0,6	0,06
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>203,4</b>	<b>203,4</b>	<b>22,6</b>	<b>22,6</b>	<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>7,3</b>	<b>7,3</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>109,2</b>	<b>109,2</b>	<b>&lt; 0,02</b>	<b>0,01</b>
Benzo(b)fluorantene	*		*		*		*		*		*		< 0,05	0,0025
Benzo(g,h,i)perilene	115,1	1,151	14,2	0,142	7,3	0,073	3,3	0,033	3,6	0,036	64,1	0,641	< 0,03	0,00015
Benzo(k)fluorantene	110,1	11,01	13,9	1,39	8,3	0,83	4,8	0,48	10,3	1,03	58,2	5,82	< 0,02	0,001
Crisene	*		*		*		*		*		*		< 0,1	0,0005
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	<b>35,1</b>	<b>35,1</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>18,4</b>	<b>18,4</b>	<b>&lt; 0,04</b>	<b>0,02</b>
Fenantrene	10065,2	10,0652	1115,2	1,1152	608,8	0,6088	411	0,411	586,9	0,5869	13178,3	13,1783	6,3	0,0063
Fluorantene	691,2	0,6912	209,6	0,2096	96,1	0,0961	29,4	0,0294	72,6	0,0726	466,8	0,4668	16,3	0,0163
Fluorene	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	49,3	4,93	6,5	0,65	< 0,4	0,02	1,7	0,17	5,5	0,55	24,6	2,46	< 0,4	0,02
Naftalene	7381,3	7,3813	1635,3	1,6353	897,2	0,8972	516,4	0,5164	896,5	0,8965	1067,4	1,0674	23,5	0,0235
Pirene	4984,4	4,9844	545,4	0,5454	306,6	0,3066	118,2	0,1182	144,5	0,1445	2322	2,322	1,9	0,0019
<b>TOTALE</b>		<b>1157,84</b>		<b>125,77</b>		<b>84,68</b>		<b>35,91</b>		<b>52,15</b>		<b>201,84</b>		<b>0,48</b>



# Asfaltatori all'opera in tangenziale sud Brescia



# Asfaltatori all'opera in tangenziale sud Brescia





# Campionamento a 180 m. tangenziale sud (fondo ambiente)





# Concentrazione IPA aero dispersi e tossicità equivalente (ng/m<sup>3</sup>) nei campionamenti personali

Data prelievo	Autista vibrofinitrice 03/04/2014		Autista vibrofinitrice 02/04/2015		Autista vibrofinitrice 28/07/2015		Autista rullo 28/07/2015		Op. 1 vicino vibrofinitrice 28/07/2015		Op. 2 vicino vibrofinitrice 28/07/2015		Op. 3 vicino vibrofinitrice 28/07/2015	
	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq	Conc.	BaPeq
Acenaftene	*	*	< 20	0,01	2343	2,343	1051	1,051	633	0,633	< 20	0,01	3505,7	3,5057
Acenaftilene	*	*	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25	< 500	0,25
Antracene	18,4	0,184	4,6	0,046	36,9	0,369	20,5	0,205	13,6	0,136	14,6	0,146	115,3	1,153
Benzo(a)antracene	32	3,2	19,1	1,91	896,1	89,61	621,4	62,14	248,3	24,83	377,3	37,73	433,7	43,37
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>22,6</b>	<b>22,6</b>	<b>15,6</b>	<b>15,6</b>	<b>7,3</b>	<b>7,3</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>	<b>109,2</b>	<b>109,2</b>
Benzo(b)fluorantene	25	2,5	10,1	1,01	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Benzo(g,h,i)perilene	0,5	0,005	8,6	0,086	14,2	0,142	7,3	0,073	3,3	0,033	3,6	0,036	64,1	0,641
Benzo(k)fluorantene	2,3	0,23	0,4	0,04	13,9	1,39	8,3	0,83	4,8	0,48	10,3	1,03	58,2	5,82
Crisene	2,4	0,024	13,3	0,133	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>18,4</b>	<b>18,4</b>
Fenantrene	163	0,163	61,9	0,0619	1115,2	1,1152	608,8	0,6088	411	0,411	586,9	0,5869	13178,3	13,1783
Fluorantene	1515	1,515	1,7	0,0017	209,6	0,2096	96,1	0,0961	29,4	0,0294	72,6	0,0726	466,8	0,4668
Fluorene	*	*	94	0,094	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025	< 5	0,0025
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1,5	0,15	0,4	0,04	6,5	0,65	< 0,4	0,02	1,7	0,17	5,5	0,55	24,6	2,46
Naftalene	910	0,91	221,6	0,2216	1635,3	1,6353	897,2	0,8972	516,4	0,5164	896,5	0,8965	1067,4	1,0674
Pirene	39	0,039	26	0,026	545,4	0,5454	306,6	0,3066	118,2	0,1182	144,5	0,1445	2322	2,322
<b>TOTALE</b>	<b>16,62</b>		<b>10,83</b>		<b>125,76</b>		<b>84,68</b>		<b>35,91</b>		<b>52,15</b>		<b>201,84</b>	

# Campionamenti personale addetto a terra, vicino vibrofinitrice





# Campionamenti personale addetto a terra, vicino vibrofinitrice



# Concentrazione IPA aero dispersi e tossicità equivalente (ng/m<sup>3</sup>) sulla vibrofinitrice

Data prelievo	vibrofinitrice		vibrofinitrice		vibrofinitrice		vibrofinitrice	
	13/03/2014		03/04/2014		02/04/2015		28/07/2015	
IPA	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.	Conc.	BaPeq.
Acenaftene	240	0,24	*	*	116,7	0,1167	22318	22,318
Acenaftilene	*	*	*	*	< 500	0,25	11750	11,75
Antracene	239	2,39	426	4,26	18,5	0,185	506,4	5,064
Benzo(a)antracene	2115	211,5	2080	208	35,2	3,52	8399,9	839,99
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>265</b>	<b>265</b>	<b>203</b>	<b>203</b>	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>	<b>203,4</b>	<b>203,4</b>
Benzo(b)fluorantene	536	53,6	1395	139,5	20,9	2,09	*	
Benzo(g,h,i)perilene	*	*	37	0,37	16,5	0,165	115,1	1,151
Benzo(k)fluorantene	97	9,7	109	10,9	0,8	0,08	110,1	11,01
Crisene	2090	20,9	156	1,56	29,8	0,298	*	
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>35,1</b>	<b>35,1</b>
Fenantrene	2330	2,33	854	0,854	243,4	0,2434	10065,2	10,0652
Fluorantene	9444	9,444	6555	6,555	2,5	0,0025	691,2	0,6912
Fluorene	*	*	*	*	217,3	0,2173	< 5	0,0025
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	*	*	11	1,1	0,7	0,07	49,3	4,93
Naftalene	2506	2,506	3185	3,185	457,3	0,4573	7381,3	7,3813
Pirene	1416	1,416	1187	1,187	60,3	0,0603	4984,4	4,9844
<b>TOTALE</b>	<b>579,026</b>		<b>735,471</b>		<b>23,5555</b>		<b>1157,8376</b>	



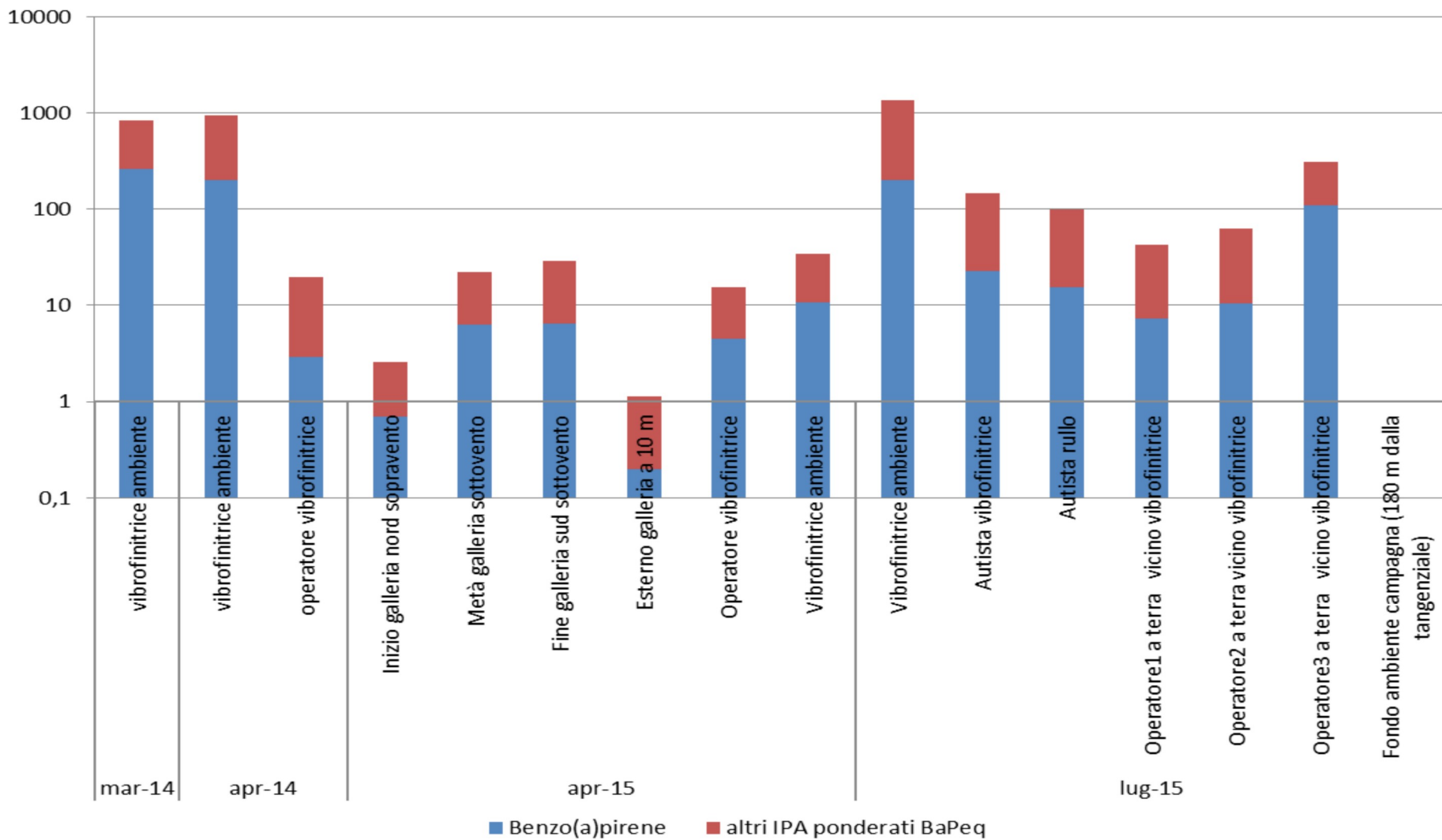
# Campionamento personale autista vibrofinitrice



# Campionamenti autista vibrofinitrice



# Tossicità totale e contributo del Benzo(a)pirene





# Dosaggio di IPA campionati mediante PAD test (pg/cm<sup>2</sup>)

	mansione	campioni PAD	pirene	benzo(a) antracene	benzo(b) fluorantene	benzo(k) fluorantene	benzo(a) pirene	dibenzo(a,b) antracene	benzo(g,h,i) perilene
A	asfaltatore manuale	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	1089	2011	270	118	46	-	-
B	asfaltatore manuale	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	200	489	61	4	10	-	-
C	asfaltatore manuale	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	1030	1736	231	12	49	19	9
D	addetto vibrofinitrice	coperto	12	19	-	-	-	-	-
		scoperto	2105	3086	329	11	22	-	41
E	addetto vibrofinitrice	coperto	54	113	28	-	-	-	-
		scoperto	6207	10862	1689	28	66	108	164
F	asfaltatore manuale	coperto	-	95	26	-	-	-	-
		scoperto	2050	4003	497	39	26	-	-
G	addetto vibrofinitrice	coperto	12	19	-	-	-	-	-
		scoperto	4599	6742	773	22	40	22	47
H	asfaltatore manuale	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	396	909	167	34	44	108	30
I	addetto vibrofinitrice	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	9386	18607	2550	int.	66	-	-



# PAD test scoperto



# Dosaggio di IPA campionati mediante WIPE test (pg/cm<sup>2</sup>)

	mansione	campioni PAD	pirene	benzo(a) antracene	benzo(b) fluorantene	benzo(k) fluorantene	benzo(a) pirene	dibenzo(a,b) antracene	benzo(g,h,i) perilene
a	asfaltatore manuale	coperto	4.4	1.7	-	-	-	-	-
		scoperto	844	1081	148	2.9	8.4	-	4.4
B	asfaltatore manuale	coperto	7	2.5	-	-	-	-	-
		scoperto	55	int.	8.3	int.	0.6	-	2.1
C	asfaltatore manuale	coperto	2.3	-	-	-	-	-	-
		scoperto	49	43	3.7	int.	0.7	-	-
D	addetto vibrofinitrice	coperto	4.0	1.0	-	-	-	-	-
		scoperto	22	22	1.8	-	-	-	-
E	addetto vibrofinitrice	coperto	5.9	3.2	-	-	-	-	-
		scoperto	135	125	14	int.	2.5	-	-
F	asfaltatore manuale	coperto	1.6	-	-	-	-	-	-
		scoperto	6.2	10.6	0.7	0.6	-	-	-
G	addetto vibrofinitrice	coperto	9.7	10	10	-	-	-	-
		scoperto	45	42	3.6	-	1.0	-	-
H	asfaltatore manuale	coperto	-	-	-	-	-	-	-
		scoperto	150	138	12.9	int.	1.7	-	0.7
I	addetto vibrofinitrice	coperto	18	11	1.1	-	-	-	-
		scoperto	1042	1493	172	int.	1.5	-	2.3



# WIPE test e PAD test coperti





# Contaminazione cutanea

- Dai PAD test si rileva una **contaminazione da IPA** degli indumenti di lavoro in misura maggiore a carico degli addetti alla vibrofinitrice.
- Gli WIPE test evidenziano una sostanziale differenza tra campioni delle aree cutanee coperte e scoperte confermando **l'esposizione ad IPA dei lavoratori anche per via cutanea.**
- L'analisi dei diversi IPA nei campioni di PAD test e WIPE test depone per una **esposizione dei lavoratori ad idrocarburi policiclici aromatici, alcuni dei quali classificati cancerogeni** di classe 1 o 2 dalla IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) e dalla UE: (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, dibenzo(a,h)antracene.

***GRAZIE A TUTTI  
PER LA CORTESE ATTENZIONE***



***DOTT. ETTORE BRUNELLI***

***ATS Brescia - Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro***

***Corso Matteotti, 21 - 25122 Brescia***