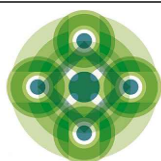




Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



PROGETTO DEFINITIVO DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



DEPOSITO BORGO PANIGALE IMPIANTI MECCANICI - ELABORATI GENERALI

D01 Edificio Amministrativo e PCC - HVAC - Verifiche dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)
ai sensi del DM 11.10.2017

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ALBERTO FORCHINO

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCCEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. JEREMIE WAJS

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. MATTEO MARIOTTI

PIANI ECONOMICI E FINANZIARI
ING. BORIS ROWENCZYN

COMMESSA	FASE	LOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	D	A01	D01	M00	RT	04	C	-	B381-D-A01-D01-M00-RT-04-C

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Nov. 2020	EMISSIONE	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
B	Gen. 2021	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA CDS	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
C	Giugno 2021	Aggiornamento a seguito chiusura CdS e validazione PD	ROSELLI	MARIOTTI	S. CAMINITI
D					

VERIFICHE CRITERI MINIMI AMBIENTALI

secondo DM 11.10.2017

Edificio: *Edificio D01 - Uffici e PCC*

Intervento *Edifici di nuova costruzione*

Elenco criteri:

Descrizione	Esito
<i>2.3.2 Prestazione energetica</i>	Positiva
<i>2.3.3 Approvvigionamento energetico</i>	Positiva
<i>2.3.5.1 Illuminazione naturale</i>	Positiva
<i>2.3.5.2 Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata</i>	Positiva
<i>2.3.5.3 Dispositivi di protezione solare</i>	Positiva
<i>2.3.5.7 Comfort termo-igrometrico</i>	Positiva

Criterio: **2.3.2 Prestazione energetica**

Elenco verifiche:

Tipo verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.
<i>Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile</i>	Positiva				
<i>Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't)</i>	Positiva				
<i>Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento</i>	Positiva				
<i>Indice di prestazione termica utile per riscaldamento</i>	Positiva	70.22	>	69.01	kWh/m ²
<i>Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento</i>	Positiva	16.42	>	8.07	kWh/m ²
<i>Indice di prestazione energetica globale</i>	Positiva	213.70	>	83.07	kWh/m ²
<i>Capacità termica areica interna periodica</i>	Positiva				

Dettagli – Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile:

Nr.	Descrizione	Verifica	Asol,eq,amm [-]		Asol,eq [-]	Asol [m ²]	Su [m ²]
1	<i>Piano terra</i>	<i>Positiva</i>	<i>0.040</i>	≥	<i>0.004</i>	<i>4.67</i>	<i>1085.32</i>
2	<i>Piano primo</i>	<i>Positiva</i>	<i>0.040</i>	≥	<i>0.003</i>	<i>3.27</i>	<i>961.28</i>
3	<i>Piano secondo</i>	<i>Positiva</i>	<i>0.040</i>	≥	<i>0.005</i>	<i>4.04</i>	<i>879.30</i>

Dettagli – Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't):

Nr.	Descrizione	Cat. DPR. 412	H't amm. [W/m ² K]		H't [W/m ² K]
1	<i>Piano terra</i>	<i>E.2</i>	<i>0.55</i>	≥	<i>0.25</i>
2	<i>Piano primo</i>	<i>E.2</i>	<i>0.55</i>	≥	<i>0.28</i>
3	<i>Piano secondo</i>	<i>E.2</i>	<i>0.55</i>	≥	<i>0.31</i>

Dettagli – Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento:

Nr.	Servizi	Verifica	η_g amm [%]		η_g [%]
1	Riscaldamento	Positiva	50.9	≤	89.3
2	Riscaldamento	Positiva	42.0	≤	159.0
3	Riscaldamento	Positiva	44.8	≤	126.3
4	Acqua calda sanitaria	Positiva	56.5	≤	87.6
5	Raffrescamento	Positiva	114.8	≤	278.0
6	Raffrescamento	Positiva	187.9	≤	457.6
7	Raffrescamento	Positiva	172.0	≤	461.8

Dettagli – Indice di prestazione termica utile per riscaldamento:

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

Su [m²]	Q _{h,nd} amm. [kWh]	Q _{h,nd} [kWh]
2925.90	205452.41	201911.13

Dettagli – Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento:

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

Su [m²]	Q _{c,nd} amm. [kWh]	Q _{c,nd} [kWh]
2925.90	48036.47	23614.71

Dettagli – Indice di prestazione energetica globale:

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

Servizio	EP ed. riferimento [kWh/m²]	EP [kWh/m²]
Riscaldamento	105.29	34.89
Acqua calda sanitaria	3.95	2.56
Raffrescamento	28.96	7.89
Ventilazione	43.01	13.78
Illuminazione	31.89	23.51
Trasporto	0.60	0.44
TOTALE	213.70	83.07

Dettagli – Capacità termica areica interna periodica (Cip):

Cod.	Tipo	Descrizione	Verifica	Cip amm. [kJ/m²K]		Cip [kJ/m²K]
M1	T	Parete esterna in blocchi autoclavati	Positiva	40.000	≤	40.631
S1	T	Copertura	Positiva	40.000	≤	56.046

Criterio: 2.3.3 Approvvigionamento energetico

Verifiche secondo All 3, DLgs.n. 28/2011 [X]

Verifiche secondo All 3 p. 8, DLgs. n. 28/2011 []

Elenco verifiche:

Tipo verifica	Esito	Valore ammissibile		Valore calcolato	u.m.
Copertura totale da fonte rinnovabile	Positiva	60.50	<	70.15	%

Dettagli – Copertura totale da fonte rinnovabile:

Riferimento: DLgs 3.3.2011 n. 28. Allegato 3 - comma 1

Servizio	Q _p ren	Q _p nren	Q _p tot
----------	--------------------	---------------------	--------------------

	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Riscaldamento	65387.19	36698.88	102086.07
Acqua calda sanitaria	5416.92	2071.19	7488.11
Raffrescamento	22252.18	835.09	23087.27
TOTALI	93056.28	39605.16	132661.45

% copertura = $[(93056.28) / (132661.45)] * 100 = 70.15$

Criterio: 2.3.5.1 Illuminazione naturale

Dettagli – Fattore medio di luce diurna (FLDm):

Zona	Locale	Descrizione	Verifica	FLDm ammissibile [%]		FLDm calcolato [%]
1	22	PT-ASS-02/03 Locale associazione	Positiva	2.000	≤	8.219
2	12	PP-UFF-10 Uffici	Positiva	2.000	≤	3.822
2	13	PP-ATE-01 Area tecnica	Positiva	2.000	≤	5.564
3	1	PS-PCM-01 Postazione controllo mobilità	Positiva	2.000	≤	3.788
3	4	PS-PCC-01 Sala controllo centrale	Positiva	2.000	≤	4.088

Criterio: 2.3.5.2 Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata

Dettagli – Rapporto Aerante (R.A.):

Zona	Locale.	Descrizione	Verifica	R.A. ammissibile [%]		R.A. calcolato [%]
1	22	PT-ASS-02/03 Locale associazione	Positiva	0.125	<	0.654
2	12	PP-UFF-10 Uffici	Positiva	0.125	<	0.512
2	13	PP-ATE-01 Area tecnica	Positiva	0.125	<	0.145
3	1	PS-PCM-01 Postazione controllo mobilità	Positiva	0.125	<	0.356
3	4	PS-PCC-01 Sala controllo centrale	Positiva	0.125	<	0.286

Criterio: 2.3.5.3 Dispositivi di protezione solare

Dettagli – Fattore di trasmissione totale (g_{gl+sh})

Cod.	Tipo	Descrizione	Verifica
W11	T	Finestra 180x250 LC-E	Positiva
W13	T	Finestra 1600x280 LC-E	Positiva
W15	T	Finestra 600x280 LC-E	Positiva
W16	T	Finestra 400x280 LC-E	Positiva
W2	T	Finestra 250x210 LC-E	Positiva
W3	T	Finestra 1200x280 LC-E	Positiva
W4	T	Finestra 900x280 LC-E	Positiva
W5	T	Finestra 720x280 LC-E	Positiva
W6	T	Finestra 170x280 LC-E	Positiva

W11 - Finestra 180x250 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g_{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
Sud-Ovest	0.13	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	< 0.35	Positiva

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W13 - Finestra 1600x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W15 - Finestra 600x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W16 - Finestra 400x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W2 - Finestra 250x210 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W3 - Finestra 1200x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W4 - Finestra 900x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)							g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	< <i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)								g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16			
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W5 - Finestra 720x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)								g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16			
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.13</i>	<i>0.12</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)								g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16			
<i>Sud-Ovest</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

W6 - Finestra 170x280 LC-E

Esposizione	21 dicembre (solstizio invernale)								g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16			
<i>Sud-Est</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.14</i>	<i>0.14</i>	<i>0.14</i>	<i>0.12</i>	<i>0.08</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>
<i>Sud</i>	<i>0.13</i>	<i>0.14</i>	<i>0.14</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i>0.15</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Esposizione	21 giugno (solstizio estivo)								g _{gl+sh} ammissibile [-]	Verifica
	10	11	12	13	14	15	16			
<i>Sud-Est</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>
<i>Sud</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.03</i>	<i>0.02</i>	<i><</i>	<i>0.35</i>	<i>Positiva</i>

Criterio: 2.3.5.7 Comfort termo-igrometrico

Elenco verifiche:

Tipo verifica	Esito
<i>Verifica termoigrometrica</i>	<i>Positiva</i>
<i>Verifica sulla temperatura critica interna del ponte termico</i>	<i>-</i>
<i>Voto medio previsto (PMV) e percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)</i>	<i>Positiva</i>

Dettagli – Verifica termoigrometrica:

Cod.	Tipo	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
<i>M1</i>	<i>T</i>	<i>Parete esterna in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M2</i>	<i>N</i>	<i>Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M4</i>	<i>N</i>	<i>Parete interna in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M7</i>	<i>U</i>	<i>PT-SEM 01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M8</i>	<i>U</i>	<i>PT-SEM01 Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M9</i>	<i>U</i>	<i>PT-ASC-02 Parete divisoria in blocchetti autoclavati LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M10</i>	<i>U</i>	<i>PT-TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M12</i>	<i>U</i>	<i>PT-TOU Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M14</i>	<i>U</i>	<i>PT-COR-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>
<i>M15</i>	<i>U</i>	<i>Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC</i>	<i>Positiva</i>	<i>Positiva</i>

M16	U	PP-SEM-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M17	U	PP-TOU/TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC	Positiva	Positiva
M18	U	PP-TOU/TOD Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M19	U	PP-SEM-01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M21	U	PP-ASC Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M22	U	PS-SEM-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
M23	U	PS-ASC-02 Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M24	U	PS-TOU/TOD Parete divisoria in lastre di cartongesso e lana di vetro LC-LNC	Positiva	Positiva
M25	U	PS-TOU/TOD Parete esterna su ambiente non riscaldato in blocchi autoclavati	Positiva	Positiva
M26	U	PS-SEM-01 Parete esterna su ambiente non riscaldato in calcestruzzo armato	Positiva	Positiva
P1	G	Pavimento su terreno	Positiva	Positiva
P2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	Positiva
S1	T	Copertura	Positiva	Positiva
S2	N	Solaio intermedio LC-LC	Positiva	Positiva

Dettagli – Verifica sulla temperatura critica interna del ponte termico:

Cod.	Descrizione	Verifica rischio muffa
------	-------------	------------------------

Dettagli – Voto medio previsto (PMV) e Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD):

Zona	Locale	Descrizione	Verifica	Categoria minima	Categoria invernale	Categoria estiva
1	22	PT-ASS-02/03 Locale associazione	Positiva	B	A	A
2	12	PP-UFF-10 Uffici	Positiva	B	A	A
2	13	PP-ATE-01 Area tecnica	Positiva	B	A	A
3	1	PS-PCM-01 Postazione controllo mobilità	Positiva	B	A	A
3	4	PS-PCC-01 Sala controllo centrale	Positiva	B	A	A