VILLA GRIMALDI (MUSEO)
E64/1
VIA CAPOLUNGO N 9

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK
FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

COMUNE DI GENOVA

ENVIRONMENT PARK Parco Scientifico Tecnologico per l'Ambiente

VILLA GRIMALDI (MUSEO)
E64/1
VIA CAPOLUNGO N. 9

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

FONDO KYOTO - SCUOLA 3
Luglio/2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER

Comune di Genova – Area Tecnica – Struttura di Staff Energy Manager
Via Di Francia 1 – 18° Piano Matitone – 16149 – Genova
Tel 010 5573560 – 5573855; energymanager@comune.genova.it; www.comune.genova.it

Environment Park.S.p.A
via Livorno n.60 – 10144 Torino - Italia
Tel: 011 2257536 – stefano.dotta@envipark.com

INDICE

PAGINA

INDICE ..... **I**

PAGINA ..... **I**

1 PREMESSA **1**

1.1 INDICATORI DI PERFOMANCE IN FUNZIONE DEI CONSUMI STORICI DELL'EDIFICIO 1
1.2 INDICATORI DI PERFOMANCE IN CONDIZIONI STANDARD DI UTILIZZO 3
1.3 INDICATORI DI PERFOMANCE IN CONDIZIONI ADATTATE ALL'UTENZA 3
1.3.1 Report di Benchmark (energia primaria totale) *4*
1.3.2 Report di Benchmark (energia primaria non rinnovabile) *6*

1 PREMESSA

Il presente report di benchmark ha lo scopo di riassumere tutti gli indicatori di performance energetici ed ambientali ottenuti dal processo di Audit Energetico, per gli edifici appartenenti al lotto n. 9.

Gli indici energetico-ambientali utilizzati nel presente report sono definiti secondo tre diverse modalità:

1) In funzione dei consumi storici dell'edificio;
2) In funzione dei risultati della modellazione energetica, effettuata in condizioni standard di utilizzo;
3) In funzione dei risultati della modellazione energetica, effettuata in condizioni di utilizzo adattate all'utenza.

Tutti gli indicatori di performance energetici ed ambientali ottenuti dal processo di Audit Energetico sono riportati nelle tabelle 1.6 ed 1.7.

1.1 INDICATORI DI PERFOMANCE IN FUNZIONE DEI CONSUMI STORICI DELL'EDIFICIO

I parametri di benchmark identificati in funzione dei consumi storici dell'edificio sono stati valutati secondo quanto previsto dalle linee guida ENEA-FIRE "Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole".

Trattandosi di edifici scolastici infatti, l'indicatore proposto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell'edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore F_e);
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore F_h);
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 - allegato A
- Volume riscaldato (V_{risc}).

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{Consumo_annuo_riscaldamento \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

L'indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p;
- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{Consumo_energia_elettrica \times F_h}{A_p}$$

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN_R e INE_E) avviene paragonandoli ai consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale. Nelle tabelle che seguono sono riportati i consumi specifici di riferimento organizzati per tipologia scolastica e per classe di merito rispetto alla qualità energetica.

Tabella 1.1 – Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento [Wh_t /m^3*GG*anno]

TIPO DI SCUOLA	BUONO Wh_t /m^3*GG*anno	SUFFICIENTE Wh_t /m^3*GG*anno	INSUFFICIENTE Wh_t /m^3*GG*anno
Materne	$IEN_R < 18,5$	$18,5 < IEN_R < 23,5$	$IEN_R > 23,5$
Elementari	$IEN_R < 11$	$11 < IEN_R < 17,5$	$IEN_R > 17,5$
Medie, Secondarie Sup.	$IEN_R < 11,5$	$11,5 < IEN_R < 15,5$	$IEN_R > 15,5$

Tabella 1.2 – Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica [Wh_e /m^2* anno]

TIPO DI SCUOLA	BUONO Wh_e /m^2* anno	SUFFICIENTE Wh_e /m^2* anno	INSUFFICIENTE Wh_e /m^2* anno
Materne	$IEN_E < 11,0$	$11,0 < IEN_E < 16,5$	$IEN_E > 16,5$
Elementari, Medie, Secondarie Superiori.	$IEN_E < 9,0$	$9,0 < IEN_E < 12,0$	$IEN_E > 12,0$
Ist. Tec. Ind., Ist. Prof. Ind.	$IEN_E < 12,5$	$12,5 < IEN_E < 15,5$	$IEN_E > 15,5$

Oltre a tali indicatori, in funzione dei consumi storici è stato possibile ricavare gli indicatori specifici di energia primaria caratteristici della prestazione energetica dell'edificio.
Tali indici sono stati ottenuti effettuando la conversione dei consumi di baseline in energia primaria totale e non rinnovabile, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici" nell'Allegato 1-Tabella 1.

Tabella 1.3 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

COMBUSTIBILE	$F_{P,nren}$	$F_{P,ren}$	$F_{P,tot}$
Gas naturale	1,05	0	1,05
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42

I consumi così convertiti in energia primaria sono stati poi indicizzati in funzione della superficie utile riscaldata dell'edificio.

Gli indici così calcolati sono stati definiti EP_{gas}ed EP_{EE}.

Utilizzando poi i fattori di emissione di CO_2 elencati nella tabella sottostante, è stato possibile calcolare l'indicatore di performance ambientali dell'edificio.

Tabella 1.4 - Fattori di emissione di CO_2.

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE $kgCO_2/kWh$
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249

* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010

1.2 INDICATORI DI PERFOMANCE IN CONDIZIONI STANDARD DI UTILIZZO

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.
La creazione di un modello energetico dell'edificio oggetto della DE ha fornito come output un profilo di fabbisogno energetico valutato in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come definite dal prospetto 2 della norma UNITS 11300 parte 1, considerando le temperature esterne come definite dalla norma UNI 10349:2016 e con una durata del periodo di riscaldamento come da DPR 74/2013.
I risultati di tale modellazione forniscono gli indicatori di performance energetica definiti dal DM 26/06/2015 valutati in funzione dell'energia primaria non rinnovabile e totale, definiti nella tabella sottostante.

Tabella 1.5 – Indicatori di performance energetica e ambientali ricavati dalla modellazione e definiti dal DM 26/06/2015

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.
Globale non rinnovabile	EP_{gl}	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP_H	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP_w	kWh/mq anno
Ventilazione	EP_v	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP_c	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP_L	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP_T	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO2	CO_{2eq}	Kg/mq anno

1.3 INDICATORI DI PERFOMANCE IN CONDIZIONI ADATTATE ALL'UTENZA

A seguito della realizzazione del modello valutato secondo le modalità "Standard" di utilizzo (Asset Rating), si è provveduto ad effettuare una modellazione dell'edificio in modalità "Adattata all'utenza" (Tailored Rating) così come definita al prospetto 2 della UNI TS 11300-1:2014 al fine di ottenere la validazione del modello energetico realizzato

Si è quindi provveduto alla simulazione dei parametri reali di utilizzo dell'edificio, e si sono pertanto ottenuti dei nuovi valori degli indicatori di performance energetica e ambientali definiti dal DM 26/06/2015

1.3.1 Report di Benchmark (energia primaria totale)

Tabella 1.6 –Benchmark riferiti all'energia primaria totale per gli edifici del lotto n. 9

Lotto	ID	Codice EDIFICIO	Nome SCUOLA	Superficie utile [mq]	CONSUMI STORICI							MODELLO ADATTATO UTENZA								MODELLO CONDIZIONI STANDARD							
					EP_{gas}	EP_{EE}	CO_2	IEN R	Classe merito	IEN E	Classe merito	EP_{gl}	EP_H	EP_w	EP_v	EP_c	EP_L	EP_T	CO_2	EP_{gl}	EP_H	EP_w	EP_v	EP_c	EP_L	EP_T	CO_2
9	1	E102	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "CHIGHIZOLA"	914	100	77	34	8	Buono	25	Insufficiente	166,74	90,60	52,80			23,40		33,00	268,60	181,64	65,10			21,80		53,00
9	2	E104	SCUOLA MEDIA "STROZZI"	3322	79	33	22	13	Sufficiente	13	Insufficiente	133,30	108,70	2,13			21,15	1,28	26,00	275,76	215,19	2,13			21,15	1,28	55,00
9	3	E105	SCUOLA ELEMENTARE"VERNAZZA" e MATERNA STATALE "CAVALLOTTI""	1614	131	57	36	20	Insufficiente	18	Insufficiente	189,53	136,50	7,11			44,21		37,00	268,08	215,03	9,60			43,44		53,00
9	4	E13	SCUOLA COMUNALE INFANZIA."GNECCO MASSA"	429	142	103	47	25	Sufficiente	38	Insufficiente	220,18	142,25	62,11			15,82		43,00	303,27	225,34	62,11			15,82		60,00
9	5	E211	SCUOLA MEDIA "BOCCANEGRA-ENRICO"	2969	94	20	22	18	Insufficiente	7	Buono	111,00	91,13	0,36			18,04	1,48	29,00	197,03	177,16	0,36			18,04	1,48	39,00
9	6	E22	SCUOLA.MEDIA."DURAZZO"	2441	87	19	20	7	Buono	6	Buono	99,53	82,83	0,27			16,42		25,40	154,30	130,00	0,32			24,00		31,00
9	7	E250	SCUOLA ELEMENTARE "JESSE MARIO" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "COLOMBO" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "COLOMBO"	3045	58	61	23	7	Buono	3	Buono	116,00	64,40	9,00			41,20	1,40	22,00	176,00	124,70	9,00			41,00		35,00
9	8	E251	SCUOLA MATERNA STATALE "V.OLIVIERI,71"e SCUOLA ELEMENTARE "NOVARO"	740	220	52	52	17	Sufficiente	6	Buono	256,40	200,70	29,80			25,92		51,00	346,90	291,20	29,80			29,80		69,00
9	9	E270	SCUOLA ELEMENTARE "GIOIOSA"	269	165	154	62	26	Insufficiente	15	Insufficiente	196,70	163,52				33,19		39,00	260,11	226,91				33,19		52,00
9	10	E271	SCUOLA MATERNA STATALE "BAVARI"	825	64	50	22	11	Buono	15	Insufficiente	93,70	60,00	3,71			29,99		18,00	168,10	133,34	3,69			31,06		33,00
9	11	E273	SCUOLA MATERNA INFANZIA COMUNALE "S.DESIDERIO" e SCUOLA ELEMENTARE "SAN DESIDERIO"	746	113	51	32	14	Sufficiente	19	Insufficiente	162,70	106,00	28,80			27,90	5,70	31,00	227,00	164,00	29,50			27,90	5,70	45,00
9	12	E3	SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI"	825	76	25	19	16	Sufficiente	9	Sufficiente	101,86	80,52				21,33		28,80	176,56	148,48				28,08		35,00
9	13	E4	SCUOLA ELEMENTARE "E. FERMI"	1964	62	51	22	6	Buono	20	Insufficiente	105,89	64,19	1,92			39,78		21,00	155,35	113,70	1,92			39,80		31,00
9	14	E41	SCUOLA ELEMENTARE "DA VERRAZZANO"	1334	74	45	23	8	Buono	16	Insufficiente	117,26	76,77	0,55			39,90		23,00	191,10	147,40	0,55			43,16		38,00
9	15	E48	SCUOLA ELEMENTARE "PALLI" e SCUOLA "MEDIA QUARTO (EX STROZZI - SUCC.)"	4570	81	37	23	11	sufficiente	14	Insufficiente	119,94	87,00	0,90			31,75	0,30	23,00	202,30	169,30	0,88			31,90	0,30	39,00
9	16	E54	SCUOLA ELEMENTARE "MANFREDI" e SCUOLA MATERNA	1309	72	38	21	7	Buono	20	Insufficiente	102,20	66,00	12,70			23,52		20,00	182,66	146,47	12,67			23,52		36,00

			STATALE "VIA SOMMA"																								
9	17	E58	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA DEL COMMERCIO"	257	29	18	9	31	Insufficiente	7	Buono	49,80	36,00	3,30			10,30		10,00								
9	18	E63	SCUOLA MEDIA "DURAZZO"	2385	55	58	22	7	Buono	21	Insufficiente	93,91	58,96	1,23			31,91	1,82	18,00	186,56	151,61	1,23			31,91	1,82	37,00
9	19	E64/1	VILLA GRIMALDI (Museo)	629	27	204	54					282,10	119,80	0,11		100,70	54,80	6,70	46,00	385,80	255,40	0,11		69,80	53,70	6,70	55,00
9	20	E72	SCUOLA MATERNA STATALE "D'ERAMO" e SCUOLA ELEMENTARE "D'ERAMO"	955	73	47	23	7	Buono	17	Insufficiente	115,70	64,20	29,70			21,90		23,00	188,73	137,21	29,65			21,87		37,00
9	21	E77	SCUOLA MATERNA STATALE "V.FABRIZI" e SCUOLA ELEMENTARE"FABRIZI "	1491	106	44	29	11	Sufficiente	16	Insufficiente	148,20	96,40	30,00			21,80		29,00	220,40	157,70	39,30			23,40		44,00
9	22	E84	ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA "VILLA STALDER"	887	117	109	44	11	Buono	41	Insufficiente	195,40	119,50	46,00			25,36	4,60	38,00	274,51	198,59	45,98			25,36	4,60	54,00
9	23	E87	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA"	1220	92	41	26	11	Sufficiente	15	Sufficiente	134,30	83,85	29,40			21,00		26,00	207,10	156,73	29,40			21,00		41,00
9	24	E91	SCUOLA MATERNA STATALE "V. BOTTINI" e SCUOLA ELEMENTARE "GIUSTINIANI"	799	87	34	23	8	Buono	12	Sufficiente	117,81	90,07	4,10			23,64		23,00	162,01	133,99	4,17			23,85		32,00

1.3.2 Report di Benchmark (energia primaria non rinnovabile)

Tabella 1.7 –Benchmark riferiti all'energia primaria non rinnovabile per gli edifici del lotto n. 9

Lotto	ID	Codice EDIFICIO	Nome SCUOLA	Superficie utile [mq]	CONSUMI STORICI							MODELLO ADATTATO UTENZA								MODELLO CONDIZIONI STANDARD							
					EP_{gas}	EP_{EE}	CO_2	IEN_R	Classe merito	IEN_E	Classe merito	EP_{gl}	EP_H	EP_w	EP_v	EP_c	EP_L	EP_T	CO_2	EP_{gl}	EP_H	EP_w	EP_v	EP_c	EP_L	EP_T	CO_2
9	1	E102	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "CHIGHIZOLA"	914	100	62	35	8	Buono	25	Insufficiente	154,47	90,00	45,60			18,84		30,60	254,37	180,45	56,30			17,60		50,20
9	2	E104	SCUOLA MEDIA "STROZZI"	3322	79	27	22	13	Sufficiente	13	Insufficiente	128,20	108,00	2,13			17,04	1,03	25,00	270,30	250,09	2,13			17,04	1,03	53,90
9	3	E105	SCUOLA ELEMENTARE"VERNAZZA" e MATERNA STATALE "CAVALLOTTI""	1614	131	46	36	20	Insufficiente	18	Insufficiente	178,87	136,14	5,73			35,62		34,90	256,41	213,66	7,74			35,01		50,60
9	4	E13	SCUOLA COMUNALE INFANZIA."GNECCO MASSA"	429	142	83	47	25	Sufficiente	38	Insufficiente	204,01	141,22	50,05			12,74		39,90	285,88	223,09	50,05			12,74		56,60
9	5	E211	SCUOLA MEDIA "BOCCANEGRA-ENRICO"	2969	94	16	22	18	Insufficiente	7	Buono	106,99	90,98	0,28			14,53	1,19	27,00	192,87	176,86	0,29			14,53	1,19	38,00
9	6	E22	SCUOLA.MEDIA."DURAZZO"	2441	87	15	20	7	Buono	6	Buono	96,05	82,60	0,22			13,23		23,70	149,30	129,80	0,26			19,30		29,90
9	7	E250	SCUOLA ELEMENTARE "JESSE MARIO" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "COLOMBO" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "COLOMBO"	3045	58	49	23	7	Buono	3	Buono	105,30	63,70	7,25			33,20	1,10	19,90	165,00	123,50	7,25			33,10		32,80
9	8	E251	SCUOLA MATERNA STATALE "V.OLIVIERI,71"e SCUOLA ELEMENTARE "NOVARO"	740	220	42	52	17	Sufficiente	6	Buono	247,40	199,50	27,00			20,90		49,20	336,60	288,70	27,00			21,00		67,00
9	9	E270	SCUOLA ELEMENTARE "GIOIOSA"	269	165	124	62	26	Insufficiente	15	Insufficiente	189,66	162,91				26,75		37,60	252,47	225,73				26,75		50,50
9	10	E271	SCUOLA MATERNA STATALE "BAVARI"	825	64	41	22	11	Buono	15	Insufficiente	87,78	59,90	3,71			24,16		16,90	161,23	132,52	3,69			25,03		31,60
9	11	E273	SCUOLA MATERNA INFANZIA COMUNALE "S.DESIDERIO" e SCUOLA ELEMENTARE "SAN DESIDERIO"	746	113	41	32	14	Sufficiente	19	Insufficiente	153,90	105,60	25,80			22,50		29,50	217,00	163,50	26,50			22,50	4,60	42,90
9	12	E3	SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI"	825	76	20	19	16	Sufficiente	9	Sufficiente	97,44	80,25				17,19		26,30	170,76	148,14				22,62		33,80
9	13	E4	SCUOLA ELEMENTARE "E. FERMI"	1964	62	41	22	6	Buono	20	Insufficiente	97,66	63,69	1,92			32,05		19,30	146,75	112,80	1,92			32,00		29,30
9	14	E41	SCUOLA ELEMENTARE "DA VERRAZZANO"	1334	74	37	23	8	Buono	16	Insufficiente	109,27	76,65	0,44			32,20		21,40	182,40	147,15	0,44			34,78		36,00
9	15	E48	SCUOLA ELEMENTARE "PALLI" e SCUOLA "MEDIA QUARTO (EX STROZZI - SUCC.)"	4570	81	30	23	11	sufficiente	14	Insufficiente	109,60	86,30	0,60			22,40	0,20	21,00	191,60	168,10	0,64			22,60	0,20	36,90
9	16	E54	SCUOLA ELEMENTARE "MANFREDI" e SCUOLA MATERNA STATALE "VIA SOMMA"	1309	72	30	21	7	Buono	20	Insufficiente	96,30	65,90	11,50			18,95		18,00	176,53	146,11	11,46			18,95		34,80
9	17	E58	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA DEL COMMERCIO"	257	29	14	9	31	Insufficiente	7	Buono	47,60	36,00	3,30			8,30		9,60								

9	18	E63	SCUOLA MEDIA "DURAZZO"	2385	55	47	22	7	Buono	21	Insufficiente	86,38	58,22	0,99			25,71	1,46	16,60	178,15	149,99	0,99			25,71	1,46	35,30
9	19	E64/1	VILLA GRIMALDI (Museo)	629	27	204	54					200,30	69,40	0,11		81,20	44,20	5,40	32,70	242,20	137,20	0,11		56,30	43,30	5,40	34,50
9	20	E72	SCUOLA MATERNA STATALE "D'ERAMO" e SCUOLA ELEMENTARE "D'ERAMO"	955	73	38	23	7	Buono	17	Insufficiente	107,90	63,90	26,40			17,62		21,40	180,47	136,43	26,41			17,62		35,40
9	21	E77	SCUOLA MATERNA STATALE "V.FABRIZI" e SCUOLA ELEMENTARE"FABRIZI"	1491	106	35	29	11	Sufficiente	16	Insufficiente	140,80	95,80	27,50			17,50		27,50	211,30	156,40	36,10			18,80		42,20
9	22	E84	ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA "VILLA STALDER"	887	117	88	44	11	Buono	41	Insufficiente	181,20	118,40	38,60			20,43	3,70	35,00	259,32	196,55	38,64			20,43	3,70	51,00
9	23	E87	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA"	1220	92	33	26	11	Sufficiente	15	Sufficiente	126,60	83,60	26,20			16,89		24,50	199,20	156,15	26,20			16,90		39,40
9	24	E91	SCUOLA MATERNA STATALE "V. BOTTINI" e SCUOLA ELEMENTARE "GIUSTINIANI"	799	87	27	23	8	Buono	12	Sufficiente	111,95	89,60	3,31			19,05		21,09	155,60	133,03	3,36			19,22		30,77