

Comune di Genova

Lotto 4

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK
FONDO KYOTO - SCUOLA 3

Aprile 2018

COMUNE DI GENOVA
STRUTTURA DI STAFF - ENERGY MANAGER



COMUNE DI GENOVA



Comune di Genova

Lotto 4

ALLEGATO M – REPORT DI BENCHMARK

FONDO KYOTO - SCUOLA 3
Aprile 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

eFM SpA
Via Laurentina, 455 - 00142 Roma
Tel 06 5400064 – efm@efmnet.com

INDICE

PAGINA

INDICE	I
PAGINA	I
1 PREMESSA	1
1.1 INDICATORI DI PERFORMANCE IN FUNZIONE DEI CONSUMI STORICI DELL'EDIFICIO	1
1.2 INDICATORI DI PERFORMANCE IN CONDIZIONI STANDARD DI UTILIZZO	3
1.3 INDICATORI DI PERFORMANCE IN CONDIZIONI ADATTATE ALL'UTENZA.....	3
1.3.1 <i>Report di Benchmark (energia primaria totale)</i>	1
1.3.2 <i>Report di Benchmark (energia primaria non rinnovabile)</i>	2

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. 4 .

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 PERFORMANCE 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:

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

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:

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

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN_R e IEN_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 [$Wh_t / m^3 \cdot GG \cdot anno$]

TIPO DI SCUOLA	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
	Wh _t /m ³ *GG*anno	Wh _t /m ³ *GG*anno	Wh _t /m ³ *GG*anno
Materne	IE _{N_R} < 18,5	18,5 < IE _{N_R} < 23,5	IE _{N_R} > 23,5
Elementari	IE _{N_R} < 11	11 < IE _{N_R} < 17,5	IE _{N_R} > 17,5
Medie, Secondarie Sup.	IE _{N_R} < 11,5	11,5 < IE _{N_R} < 15,5	IE _{N_R} > 15,5

Tabella 1.2 – Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica [Wh_e /m²* anno]

TIPO DI SCUOLA	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
	Wh _e /m ² * anno	Wh _e /m ² * anno	Wh _e /m ² * anno
Materne	IE _{N_E} < 11,0	11,0 < IE _{N_E} < 16,5	IE _{N_E} > 16,5
Elementari, Medie, Secondarie Superiori.	IE _{N_E} < 9,0	9,0 < IE _{N_E} < 12,0	IE _{N_E} > 12,0
Ist. Tec. Ind., Ist. Prof. Ind.	IE _{N_E} < 12,5	12,5 < IE _{N_E} < 15,5	IE _{N_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,ren}	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 CO₂ elencati nella tabella sottostante, è stato possibile calcolare l’indicatore di performance ambientali dell’edificio.

Tabella 1.4 - Fattori di emissione di CO₂.

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 PERFORMANCE 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 CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno

1.3 INDICATORI DI PERFORMANCE 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. 4

Lotto	ID	Codice EDIFICIO	Nome SCUOLA	Superficie utile [mq]	CONSUMI STORICI						MODELLO ADATTATO UTENZA								MODELLO CONDIZIONI STANDARD								
					EP _{gas}	EP _{EE}	CO ₂	IE _{NR}	Classe merito	IE _N	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
4	1	E96	ELE San Giacomo	834	84,7	33,5	23,0	16,2	suff	24,5	insuff	133,0	94,3	0,4	0,0	0,0	38,4	0,0	25,4	165,5	121,3	0,3	0,0	0,0	44,0	0,0	31,7
4	2	E302	MED Da Passano	3.081	81,8	24,7	21,0	18,2	insuff	16,8	insuff	110,6	80,5	0,5	0,0	0,0	28,7	1,0	20,5	162,3	118,9	0,4	0,0	0,0	41,9	1,1	30,0
4	3	E470	ELE Montesignano	752	102,1	30,9	13,0	26,2	insuff	21,4	insuff	161,6	119,1	0,5	0,0	0,0	42,0	0,0	30,8	191,9	145,2	0,5	0,0	0,0	46,3	0,0	36,7
4	4	E301	ELE/MAT San Gottardo	3.934	78,3	38,4	22,0	20,9	insuff	24,7	insuff	118,95	76,8	0,3	0,0	0,0	41,0	1,8	22,7	175,61	118,8	0,3	0,0	0,0	54,7	1,8	33,5
4	5	E305	ELE/MAT Santullo/Ca' di Ventura	4767	64,2	28,2	18,0	15,8	suff/buono	21,8	insuff	95,22	71,0	0,2	0,0	0,0	22,7	1,3	17,5	125,72	89,6	0,2	0,0	0,5	34,1	1,3	22,9
4	6	E472	ELE San Eusebio	956	96,4	42,8	27,0	20,2	suff	34,1	insuff	147,81	111,2	0,6	0,0	0,0	36,0	0,0	28,2	175,8	139,3	0,7	0,0	0,0	35,9	0,0	33,8
4	7	E660	ELE/MAT Da Passano/Isola che non c'è	4110	88,3	26,9	22,0	16,5	suff/buono	19,6	insuff	134,41	95,4	0,4	0,0	0,0	37,7	1,5	22,2	165,70	121,4	0,3	0,0	0,0	42,5	1,5	31,8
4	8	E722	ELE/MAT Anna Frank/Mary Poppins	3075	66,4	38,8	17,0	17,0	suff/buono	28,3	insuff	78,98	61,1	0,4	0,0	0,0	12,4	2,4	17,0	132,26	83,5	0,4	0,0	0,0	46,0	2,4	24,7
4	9	E758	ELE/MAT/MED Burlando/Ruffini	2888	75,7	26,8	20,0	14,9	suff/buono	16,8	insuff	122,37	81,5	0,2	0,0	0,0	41,6	0,9	0,0	157,5	114,6	0,2	0,0	0,0	41,8	0,9	0,0
4	10	E1908	ELE/MAT Doria/Via Struppa	1478	126,2	30,2	30,0	25,1	insuff	12,0	suff/insuff	175	144,1	1,6	0,0	0,0	29,3	0,0	0,0	199,73	147,1	1,6	0,0	0,0	51,0	0,0	0,0
4	11	E303	ELE Pino Soprano	381	154,7	57,2	41,0	19,7	insuff	19,2	insuff	163,3	139,4	1,4	0,0	0,0	22,5	0,0	32,0	294,8	271,0	1,1	0,0	0,0	22,6	0,0	58,5
4	12	E568	MAT Coccinella	838	128,1	77,4	40,0	0,6	suff	0,6	insuff	212,2	134,5	71,2	0,0	0,0	3,5	3,0	40,3	304,3	230,7	41,3	0,0	0,0	29,3	3,0	59,3
4	13	E559	ELE Prato	1864	82,4	7,2	17,0	13,0	suff	2,4	buono	136,0	114,7	0,5	0,0	0,0	20,7	0,0	26,2	136,0	114,7	0,5	0,0	0,0	20,7	0,0	26,2
4	14	E446	MAT Giovine Italia	2608	123,5	44,7	32,0	17,7	suff	10,2	buono	166,4	130,3	2,2	0,0	0,0	32,4	1,5	35,7	186,7	133,4	1,2	0,0	0,0	50,5	1,5	35,7
4	15	E440	ELE/MAT Casetta Orsacchiotti/Isola che non c'è	688	65,5	27,8	19,3	9,3	suff	18,8	insuff	209,1	169,4	14,2	0,0	0,0	21,9	0,0	33,9	162,5	78,1	13,9	0,0	0,0	24,7	0,0	34,0
4	16	E471	MAT/VES Termi/Montesignano	816	75,8	40,7	22,0	11,2	suff	12,4	suff/insuff	109,1	86,9	14,1	0,0	0,0	8,1	0,0	21,1	111,1	82,2	9,5	0,0	0,0	19,4	0,0	21,3
4	17	E724	MED Cantore	3586	68,2	15,8	16,0	0,5	suff	0,2	buono	95,2	59,1	0,3	0,0	0,0	35,8	0,0	30,6	160,2	106,4	0,3	0,0	0,0	53,5	0,0	30,6
4	18	E480	NID/MAT Cantegua/Mimosa	5170	65,5	27,8	0,0	10,9	suff	10,2	buono	96,5	67,4	8,3	0,0	0,0	19,9	0,9	18,4	137,7	104,0	5,4	0,0	0,0	27,4	0,9	26,5
4	19	E554	VES Staglieno	158	165,5	68,7	45,0	nd	suff	nd	buono	222,3	204,1	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	64,1	265,3	243,1	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	54,6
4	20	E468	ELE Gabbiano	5197	86,2	29,6	22,0	19,0	insuff	30,0	insuff	120,7	100,5	1,3	0,0	1,5	17,4	0,0	23,3	139,1	120,3	1,3	0,0	1,4	16,1	0,0	26,8



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.4

Lotto	ID	Codice EDIFICIO	Nome SCUOLA	Superficie utile [mq]	CONSUMI STORICI						MODELLO ADATTATO UTENZA								MODELLO CONDIZIONI STANDARD								
					EP _{gas}	EP _{EE}	CO ₂	IE _{NR}	Classe merito	IE _{Nε}	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
4	1	E96	ELE San Giacomo	834	84,7	27,0	23,0	16,2	suff	24,5	insuff	125,0	93,8	0,3	0,0	0,0	30,9	0,0	25,4	156,3	120,6	0,3	0,0	0,0	35,4	0,0	31,7
4	2	E302	MED Da Passano	3.081	81,8	19,9	21,0	18,2	insuff	16,8	insuff	101,1	80,1	0,4	0,0	0,0	19,8	0,8	20,5	148,3	118,3	0,4	0,0	0,0	28,9	0,9	30,0
4	3	E470	ELE Montesignano	752	102,1	24,9	26,0	26,2	insuff	21,4	insuff	151,0	116,8	0,4	0,0	0,0	33,8	0,0	30,8	180,0	142,4	0,4	0,0	0,0	37,3	0,0	36,7
4	4	E301	ELE/MAT San Gottardo	3.934	78,3	31,0	19,0	20,9	insuff	24,7	insuff	111,4	76,7	0,3	0,0	0,0	33,0	1,4	22,7	164,5	118,7	0,3	0,0	0,0	44,1	1,4	33,5
4	5	E305	ELE/MAT Santullo/Ca' di Ventura	4767	64,2	22,7	18,0	15,8	suff/buono	21,8	insuff	86,0	69,5	0,2	0,0	0,1	16,3	1,0	17,5	112,8	87,8	0,2	0,0	0,3	24,5	1,0	22,9
4	6	E472	ELE San Eusebio	956	96,4	34,5	27,0	20,2	suff	34,1	insuff	139,6	110,0	0,5	0,0	0,0	29,0	0,0	28,2	167,2	137,8	0,5	0,0	0,0	28,9	0,0	33,8
4	7	E660	ELE/MAT Da Passano/Isola che non c'è	4110	88,3	21,7	22,0	16,5	suff/buono	19,6	insuff	126,8	94,8	0,3	0,0	0,0	30,4	1,2	22,2	156,3	120,6	0,3	0,0	0,0	34,3	1,2	31,8
4	8	E722	ELE/MAT Anna Frank/Mary Poppins	3075	66,4	31,3	17,0	17,0	suff/buono	28,3	insuff	72,9	60,6	0,3	0,0	0,0	10,0	1,9	17,0	122,1	82,8	0,3	0,0	0,0	37,1	1,9	24,7
4	9	E758	ELE/MAT/MED Burlando/Ruffini	2888	75,7	21,6	20,0	14,9	suff/buono	16,8	insuff	115,5	81,1	0,2	0,0	0,0	33,5	0,7	20,5	148,7	114,1	0,2	0,0	0,0	33,7	0,7	30,2
4	10	E1908	ELE/MAT Doria/Via Struppa	1478	126,2	24,3	30,0	25,1	insuff	12,0	suff/insuff	166,3	141,1	1,5	0,0	0,0	23,6	0,0	32,3	186,6	144,0	1,5	0,0	0,0	41,1	0,0	36,2
4	11	E303	ELE Pino Soprano	381	154,7	46,1	41,0	19,7	insuff	19,2	insuff	157,3	138,3	1,1	0,0	0,0	17,9	0,0	32,0	287,8	268,9	0,9	0,0	0,0	18,0	0,0	58,5
4	12	E568	MAT Coccinella	838	128,1	62,4	40,0	0,6	suff	0,6	insuff	196,8	134,2	57,4	0,0	0,0	2,8	2,4	40,3	289,5	230,2	33,3	0,0	0,0	23,6	2,4	59,3
4	13	E559	ELE Prato	1864	82,4	5,8	17,0	13,0	suff	2,4	buono	131,7	114,6	0,4	0,0	0,0	16,7	0,0	25,3	131,7	114,6	0,4	0,0	0,0	16,7	0,0	25,3
4	14	E446	MAT Giovine Italia	2608	123,5	36,0	32,0	17,7	suff	10,2	buono	158,8	129,7	1,8	0,0	0,0	26,1	1,2	35,7	175,7	132,8	1,0	0,0	0,0	40,7	1,2	35,7
4	15	E440	ELE/MAT Casetta Orsacchiotti/Isola che non c'è	688	118,5	58,5	37,0	9,3	suff	18,8	insuff	207,8	168,5	0,5	0,0	0,0	0,8	0,0	32,4	159,5	77,7	13,7	0,0	0,0	20,5	0,0	32,4
4	16	E471	MAT/VES Termi/Montesignano	816	75,8	32,8	22,0	11,2	suff	12,4	suff/insuff	104,0	86,0	11,4	0,0	0,0	6,6	0,0	21,1	104,7	81,3	7,7	0,0	0,0	15,7	0,0	21,3
4	17	E724	MED Cantore	3586	68,2	12,7	16,0	0,5	suff	0,2	buono	91,3	58,8	0,2	0,0	0,0	32,3	0,0	30,6	149,5	106,2	0,2	0,0	0,0	43,1	0,0	30,6
4	18	E480	NID/MAT Cantegua/Mimosa	5170	65,5	22,4	18,0	10,9	suff	10,2	buono	90,8	67,4	6,7	0,0	0,0	16,0	0,7	18,4	131,1	103,9	4,4	0,0	0,0	22,1	0,7	26,5
4	19	E554	VES Staglieno	158	165,5	55,3	45,0	nd	suff	nd	buono	220,1	201,4	0,0	0,0	0,0	17,9	0,0	62,3	256,2	238,4	0,0	0,0	0,0	17,8	0,0	51,4
4	20	E468	ELE Gabbiano	5197	86,2	23,8	22,0	19,0	insuff	30,0	insuff	115,2	98,7	1,2	0,0	1,2	14,0	0,0	23,3	133,7	118,4	1,2	0,0	1,2	13,0	0,0	26,8