



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

# Analisi di consumo, elettrico e termico, del centro sportivo Giulio Onesti del CONI di Roma

*Stefano Elia, Ezio Santini*

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA AERONAUTICA  
ELETTRICA ED ENERGETICA



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Report RdS/2012/111

ANALISI DI CONSUMO, ELETTRICO E TERMICO, DEL CENTRO SPORTIVO *GIULIO ONESTI* DEL CONI DI ROMA

Stefano Elia, Ezio Santini (Università di Roma Sapienza)

Settembre 2012

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: Tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile

Responsabile del Progetto: Gaetano Fasano, ENEA

## Indice

SOMMARIO .....	5
INTRODUZIONE .....	6
<b>1. DESCRIZIONE DEL CENTRO SPORTIVO E DELL'ANALISI DI CONSUMO .....</b>	<b>7</b>
Descrizione del centro sportivo .....	7
Campi di indagine .....	8
Dati elettrici generali .....	10
Dati termici generali .....	12
<b>2. ANALISI DI CONSUMO DELLE AREE ALL'APERTO .....</b>	<b>26</b>
Introduzione .....	26
Illuminazione esterni .....	26
<b>3. ANALISI DI CONSUMO DEI CAMPI SPORTIVI ALL'APERTO .....</b>	<b>28</b>
Introduzione .....	28
Illuminazione campi sportivi .....	28
<b>4. ANALISI DI CONSUMO DELLE FORESTERIE .....</b>	<b>31</b>
Introduzione .....	31
Acqua calda sanitaria e riscaldamento .....	31
Illuminazione di interni .....	34
Forza motrice .....	35
Raffrescamento .....	35
<b>5. ANALISI DI CONSUMO DELLE MENSE .....</b>	<b>38</b>
Introduzione .....	38
Acqua calda sanitaria e riscaldamento .....	38
Confronto dei dati nel passaggio dalla vecchia caldaia alla nuova centrale ctf .....	41
Cucina a gas .....	44
Illuminazione .....	45
Forza motrice .....	46
Raffrescamento .....	47
<b>6. ANALISI DI CONSUMO DELLE PALESTRE ALTE .....</b>	<b>50</b>
Introduzione .....	50
Illuminazione di campi sportivi interni .....	50
Raffrescamento .....	51
Riscaldamento .....	55
Ventilazione .....	57
<b>7. ANALISI DI CONSUMO DELLE PALESTRE BASSE .....</b>	<b>59</b>
Introduzione .....	59

Illuminazione di interni .....	59
Raffrescamento .....	60
Riscaldamento .....	62
Ventilazione .....	64
<b>8. ANALISI DI CONSUMO DELLE PISCINE.....</b>	<b>66</b>
Introduzione .....	66
Riscaldamento dell'acqua della vasca per rinnovo continuo e riempimento.....	66
Riscaldamento degli ambienti .....	70
Illuminazione di campi interni .....	72
Pompe.....	73
Ventilazione .....	73
<b>9. ANALISI DI CONSUMO DEGLI SPOGLIATOI.....</b>	<b>75</b>
Introduzione .....	75
Acqua calda sanitaria e riscaldamento .....	75
Illuminazione interna.....	80
Forza motrice.....	81
Ventilazione .....	83
<b>10. ANALISI DI CONSUMO DEGLI UFFICI .....</b>	<b>84</b>
Introduzione .....	84
Illuminazione di interni .....	84
Forza motrice.....	85
Raffrescamento .....	85
Riscaldamento e acs .....	86
<b>11. VALUTAZIONI ENERGETICHE GENERALI E INDICATORI DI CONSUMO.....</b>	<b>91</b>
Introduzione .....	91
Indicatori di consumo a superficie.....	92
Indicatori di consumo a volume .....	93
Indicatori di consumo vari .....	94
<b>12. CONCLUSIONI.....</b>	<b>95</b>
Introduzione .....	95
Risultati della ricerca .....	95
Sviluppi futuri della ricerca .....	96
Criticita' riscontrate nel corso del lavoro.....	96
Ringraziamenti .....	97
<b>APPENDICE .....</b>	<b>98</b>

## Sommario

La valutazione dei consumi legati ai grandi centri sportivi risulta ad oggi poco approfondita. Per tale motivo, è stato strutturato un piano di ricerca volto all'analisi dei consumi in un centro sportivo di grandi dimensioni. È stato scelto il Centro Giulio Onesti del CONI sito in Roma in quanto centro di eccellenza per dimensioni e per la buona gestione energetica.

Una accurata campagna di misure, indagini, sopralluoghi, valutazioni teoriche e numeriche ha permesso di sviscerare le principali problematiche energetiche ad esso legate e ricavare i relativi dati di consumo.

Il lavoro ha portato a delineare una più che chiara immagine energetica del Centro Sportivo Onesti. Sono stati valutati tutti gli indicatori di consumo relativi al centro sportivo.

Il lavoro fatto ha prodotto una descrizione esaustiva, in termini di risultati numerici ottenuti e di valutazione delle principali problematiche impiantistiche ed energetiche, correlata alla gestione di un grande centro sportivo.

Grazie alla disponibilità dell'ufficio tecnico del CONI Servizi è stato anche possibile valutare al meglio il comportamento energetico del sistema impianto in relazione al tipo di servizio fornito.

Nel presente lavoro vengono anche indicate alcune scelte di ottimizzazione progettate e realizzate dall'ufficio tecnico del Centro; gli interventi analizzati presentano buoni risultati dal punto di vista del risparmio energetico e vengono discussi nel seguito.

Mediante il presente lavoro si conferma, in base ai risultati ottenuti, la validità economica ed ambientale di intraprendere la strada del risparmio energetico.

Il lavoro svolto sul campo, mediante campagna di indagine generale e misura, ha dato modo di dimostrare l'importanza di installare sistemi di misura sia per l'energia elettrica che per l'energia termica.

Nella parte finale del lavoro vengono riassunti, sotto forma di pratiche tabelle, gli indicatori di consumo del centro sportivo suddivisi per ogni tipologia di energia e di servizio fornito; tali dati forniscono, a chi ne avesse necessità in fase di progetto o di ottimizzazione, una indicazione preventiva sui consumi delle diverse tipologie di impianto sportivo.

Un breve linea guida sui futuri sviluppi della ricerca completa la relazione e delinea, infine, un più ampio panorama di indagine e di intervento.

## Introduzione

Il presente lavoro si propone di analizzare i consumi energetici nei grandi centri sportivi, anche al fine di razionalizzazioni ed ottimizzazioni.

A tal scopo il Dipartimento di Ingegneria Elettrica di "Sapienza", Università di Roma, ha attivato una collaborazione con CONI Servizi Spa relativa al Centro sportivo Giulio Onesti dell'Acqua Acetosa in Roma (zona climatica D). Tale centro, di proprietà di CONI Servizi, è stato scelto come caso studio per dimensione, per l'articolazione delle destinazioni d'uso, per le diverse tipologie edilizie, per le tecnologie impiantistiche nonché per già la elevata qualità di gestione e manutenzione degli impianti. Un caso molto significativo data la volontà dell'Ente gestore di migliorare e di mantenere impianti e sistemi diminuendo al massimo l'impatto ambientale on le relative ricadute economiche.

L'attività è focalizzata principalmente sulla valutazione dei consumi energetici, elettrici e termici, del centro sportivo ed una loro ripartizione, ove possibile, degli assorbimenti per tipologia di destinazione d'uso.

La ricerca è altresì volta ad individuare le possibili migliorie apportabili al sistema al fin di:

- aumentare l'efficienza energetica del sistema edificio/impianto,
- ridurre al massimo le dispersioni di energia e l'impatto ambientale,
- ridurre le spese delle manutenzioni ordinarie elettriche e meccaniche,
- ottimizzare i costi di investimento impiantistici connessi con le continue manutenzioni e ristrutturazioni,
- delineare le strategie per i futuri interventi di risparmi energetico,
- aumentare l'affidabilità e la continuità di esercizio del sistema,
- iniziare gli studi per la redazione di una linea guida sull'ottimizzazione dei centri sportivi che possa avere una valenza a carattere nazionale.

## 1. Descrizione del centro sportivo e dell'analisi di consumo

### *Descrizione del centro sportivo*

L'impianto sportivo polifunzionale "Giulio Onesti" si presenta oggi, in termini di dimensioni e volumi, con i seguenti numeri:

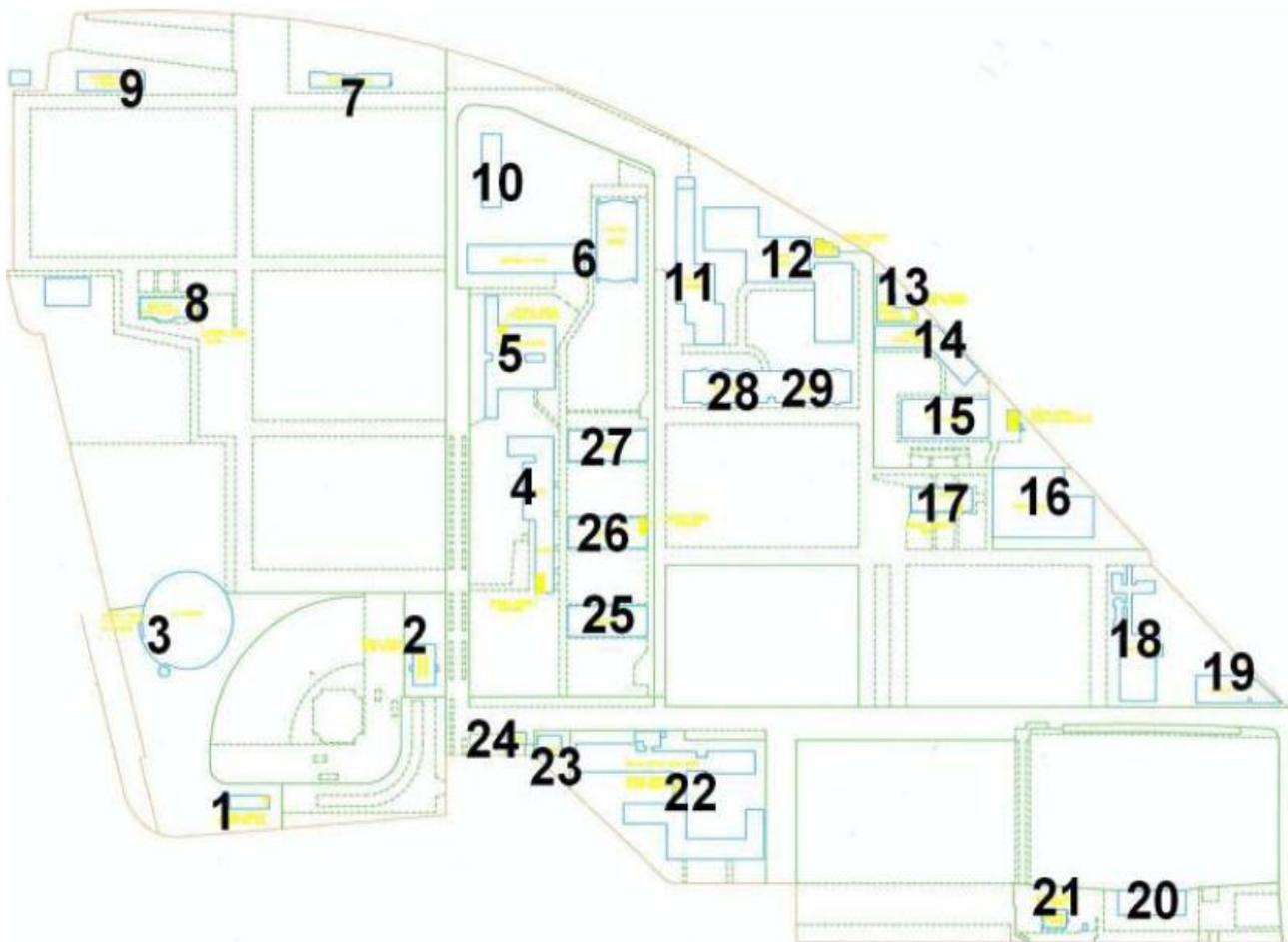
- Estensione complessiva = 220.000 mq
- Superficie coperta = 25.000 mq (11,4 % del totale)
- Volume edificato = 122.000 mc

Nella Fig.1.1 viene mostrata la vista dall'alto del centro sportivo, questo per chiarire come le dimensioni e le distanze pesano su progettazione, ottimizzazione e gestione degli impianti, sia termici che elettrici.



*Fig.1.1 – Vista del Centro Sportivo Giulio Onesti da Satellite*

Il centro, riportato in pianta in fig.1.2, si presenta con 29 corpi di fabbrica aventi un rapporto Superficie/Volume medio pari a circa 0,2. In figura sono anche riportate le denominazioni dei fabbricati.



Uffici Baseball (1), Spogliatori Baseball (2), Ex Maneggio (3), Mensa Cucina (4), Scuola dello Sport (5), Biblioteca (6), Laboratorio Doping (7), Spogliatori Calcio (8), Magazzino ex tiro a volo (9), Spogliatoio atleti sala scherma (10), Palestra di Scherma (11), Palestre CPO (12), Spogliatoi personale (13), Spogliatoi Piscina Scopribile (14), Piscina Olimpica scopribile (15), Piscina Tuffi (16), Spogliatoi Hockey (17), Centro Lotta (18), Mini Volley (19), Spogliatoi Rugby (20), spogliatoio Atleti Rugby (21) Medicina dello Sport (22), Portineria (23), Direzione Centro Sportivo (24), Foresteria 1, 2, 3, A, B (25,26,27, 28, 29).

*Fig.1.2 – Pianta del centro sportivo Giulio Onesti*

### *Campi di indagine*

La ricerca intende focalizzare l'analisi energetica sulle seguenti principali forme di energia:

- energia elettrica,
- energia termica (gas),
- recuperi e cogenerazione,
- ottimizzazione e riduzione degli sprechi.

Per quanto riguarda le diverse tipologie di ambienti/servizi da analizzare, queste vengono suddivise in funzione delle relative diversità di involucro edile, tipo di servizio, necessità energetiche ed efficienza energetica.

Nel seguente elenco viene rappresentata la suddivisione delle entità energivore in funzione del tipo di attività e delle necessità energetiche.

#### ATTIVITA' E NECESSITA'

- AREA ALL'APERTO: illuminazione esterni
- CAMPO ALL'APERTO: illuminazione campo esterno
- FORESTERIA: illuminazione interni, forza motrice, raffrescamento, riscaldamento, acs
- MENSA: acqua calda sanitaria, illuminazione interni, forza motrice, raffrescamento, riscaldamento, gas cucina
- PALESTRA ALTA: illuminazione campi interni, raffrescamento, riscaldamento, ventilazione
- PALESTRA BASSA: illuminazione interni, raffrescamento, riscaldamento, ventilazione
- PISCINA: illuminazione campi interni, pompe, riscaldamento, riscaldamento acqua di rinnovo della vasca, riscaldamento acqua di riempimento della vasca, ventilazione
- SPOGLIATOIO: acqua calda sanitaria, illuminazione interni, forza motrice, riscaldamento, ventilazione
- UFFICIO: illuminazione interni, forza motrice, raffrescamento, riscaldamento

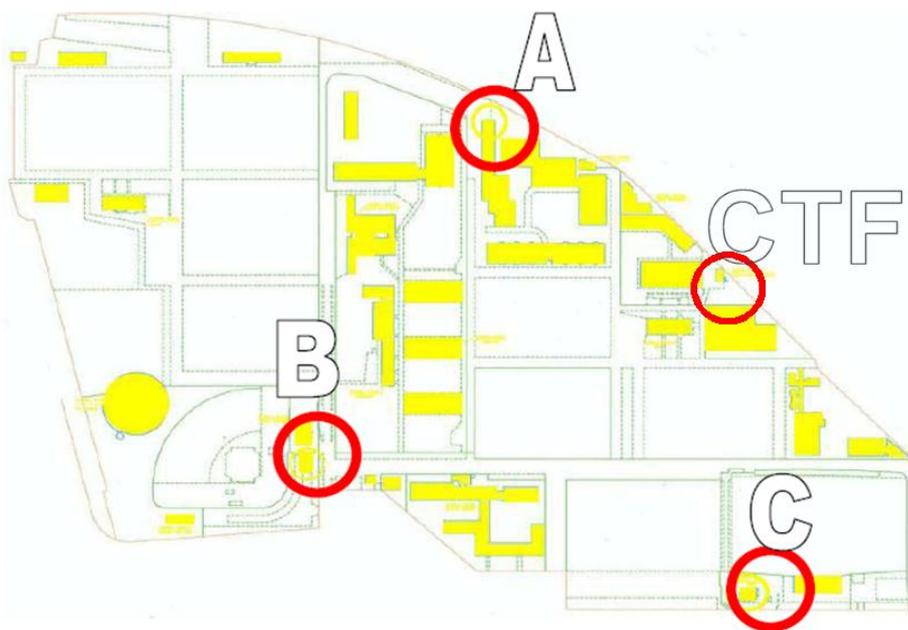
Nella Tab.1.1 vengono riassunte graficamente le necessità di energia in funzione del tipo di ambiente/servizio.

	AREE APERTO	CAMPO APERTO	FORESTERIE	MENSA	PALESTRA ALTA	PALESTRA BASSA	PISCINA	SPOGLIATO I	UFFICI
ACQUA CALDA SAN.									
CUCINA GAS									
ILLUMINAZ. INTERNI									
ILLUMINAZ. ESTERNI									
ILLUMINAZ. CAMPI EST.									
ILLUMINAZ. CAMPI INT.									
FORZA MOTRICE									
POMPE									
RAFFRESC.									
RISCALD.									
RISCALD. PISCINE RIN.									
RISCALD. PISCINE RIE.									
VENTILAZ.									

Tab.1.1 – Suddivisione delle tipologie di ambienti e di consumi da analizzare

### Dati elettrici generali

Il centro è dotato di quattro cabine elettriche di trasformazione che operano a tensioni concatenate 8400-380 V. La consegna da ACEA avviene nella cabina A, che è anche cabina di trasformazione, e poi distribuita alle altre tre cabine del centro. Tutte le cabine sono dotate di due trasformatori da 630 kVA in parallelo (tranne la cabina CTF, dedicata alla centrale termica, che ne ha uno solo). Queste sono posizionate come risulta dalla Fig.1.3.



*Fig.1.3 – Posizionamento delle cabina di trasformazione: consegna e trasformazione cabina A (2\*630kVA), cabine secondarie di trasformazione B (2\*630kVA), C (2\*630kVA) e CTF (1\*630kVA)*

Nell'anno 2011, dall'intero centro sportivo, sono stati consumati circa 4.850.000 kWh di energia elettrica. Gli ultimi dati di consumo completi, a causa di attesi conguagli, sono quelli fino al 2011 che sono riportati nella Tab.1.2. L'andamento dei consumi mostrato deve essere rapportato ad un aumento dei servizi svolti e della volumetria condizionata per un 20% circa.

Va considerato che le piscine Tuffi e 50m sono state riattivate verso la metà del 2011. Le relative necessità energetiche risultano impegnative e condizionano pesantemente l'assorbimento di energia. La palestra del Volley, inoltre, è stata costruita solo nel 2009.

I consumi degli ultimi anni sono riassunti nel grafico di Fig.1.4.

MESE	ANNO	KWh
Gen	2008	289.786
Feb	2008	262.227
Mar	2008	259.205
Apr	2008	234.639
Mag	2008	236.030
Giu	2008	279.426
Lug	2008	226.870
Ago	2008	371.740
Set	2008	266.467
Ott	2008	268.238
Nov	2008	273.976
Dic	2008	295.434
	<b>2008</b>	<b>3.264.038</b>
Gen	2009	313.579
Feb	2009	297.681
Mar	2009	315.089
Apr	2009	266.887
Mag	2009	349.735
Giu	2009	380.288
Lug	2009	406.949
Ago	2009	373.930
Set	2009	363.870
Ott	2009	330.135
Nov	2009	296.185
Dic	2009	290.933
	<b>2009</b>	<b>3.985.261</b>

Gen	2010	329.480
Feb	2010	330.193
Mar	2010	421.505
Apr	2010	358.551
Mag	2010	346.731
Giu	2010	347.775
Lug	2010	430.573
Ago	2010	360.135
Set	2010	339.195
Ott	2010	321.220
Nov	2010	344.238
Dic	2010	379.654
	<b>2010</b>	<b>4.309.250</b>
Gen	2011	398.528
Feb	2011	374.080
Mar	2011	409.493
Apr	2011	370.122
Mag	2011	398.737
Giu	2011	448.075
Lug	2011	443.493
Ago	2011	388.753
Set	2011	400.153
Ott	2011	394.078
Nov	2011	427.401
Dic	2011	401.200
	<b>2011</b>	<b>4.854.113</b>

Tab.1.2 – Consumi generali e spesa per energia elettrica negli anni 2008-2011

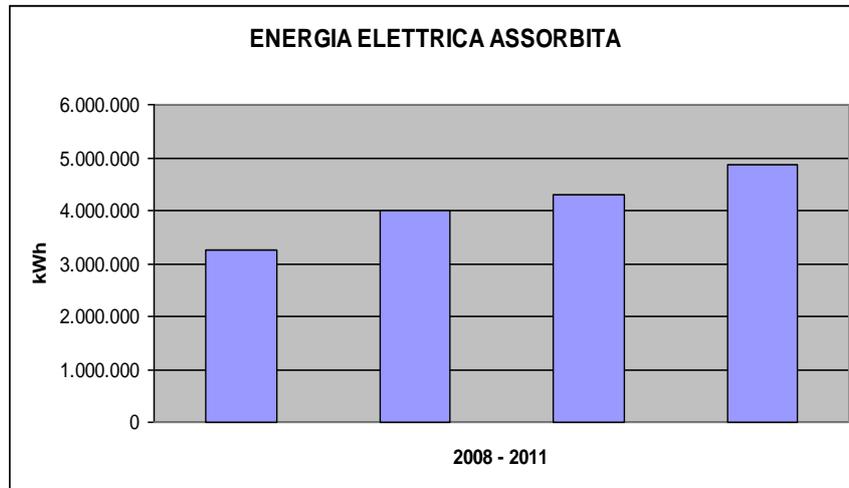


Fig.1.4 – Consumi di energia elettrica degli ultimi anni

Come risulta evidente, i consumi sono aumentati. Ciò è dovuto all’aumento dei volumi illuminati e climatizzati ed alla riattivazione degli impianti piscina. Per tale motivo non è possibile quantificare con esattezza il risparmio ottenuto mediante gli interventi di ottimizzazione del sistema elettrico; di fatto non sono ancora stati installati i contatori di energia elettrica su ogni singola partenza. Per effettuare l’analisi dei risparmi ottenuti mediante gli interventi di risparmio energetico messi in atto negli ultimi anni, sarà necessario attendere l’installazione dei misuratori di energia nell’anno a venire, nel prosieguo della ricerca.

### *Dati termici generali*

All’interno del centro si hanno numerosi edifici che vengono climatizzati con diverse logiche, facendo riferimento a necessità e tempi differenti.

Il volume complessivo riscaldato è pari a circa 94.500 mc ed il volume complessivo condizionato è di circa 46.000 mc.

E’ stata costruita ed attivata una centrale CTF unica che è in grado di prendere all’incirca 80% del carico termico del centro sportivo, sia caldo che freddo. I fabbricati piccoli e distanti non allacciati al CTF rimangono serviti da sistemi locali in quanto, per piccole potenze e brevi utilizzi, non conviene costruire lunghe condutture aumentando le perdite. La centrale CTF, descritta nel seguito, è dotata di tre caldaie a gas e di due pompe di calore reversibili con recupero del calore di desurriscaldamento e condensazione durante il funzionamento estivo; il calore è recuperato tramite il circuito chiamato “Desurriscaldatore”.

Confronto tra il vecchio sistema di riscaldamento e la nuova centrale CTF.

- nella situazione precedente all’intervento di centralizzazione iniziato nel 2008 erano presente numerose caldaie a gas, con regolazione del tipo ON/OFF, ciascuna a servizio di un singolo edificio o al massimo di due edifici adiacenti, e numerosi punti di fornitura di gas metano, ognuno a servizio di una centrale termica. Anche gli impianti di raffrescamento erano decentralizzati ed a servizio di singoli locali o edifici. La presenza di numerosi componenti (bruciatori, pompe, circolatori, strumentazioni di sicurezza e

controllo, compressori etc..) comportava elevate possibilità di guasti all'interno del centro con la conseguente necessità di interventi manutentivi e fermi impianti e delle attività in essi svolti.

- nella nuova situazione si ha una centrale a GAS che comprende tre caldaie in grado di soddisfare abbondantemente il fabbisogno del centro sportivo; le caldaie sono in parallelo e vengono attivate o meno in funzione del migliore punto di lavoro dell'intero sistema; in parallelo ad esse sono installate due pompe di calore che aiutano il sistema ad ottimizzare il rendimento in funzione delle temperature esterne e del migliore punto di lavoro (in termini di potenza) che la centrale termica deve sostenere; il nuovo sistema, inoltre, viene supervisionato (anche da remoto), ben mantenuto ed ottimizzato continuamente. La produzione di caldo e freddo è stata quindi centralizzata ed è stata realizzata una rete di distribuzione dei fluidi termovettori. Sono stati ridotti in modo sensibile i componenti presenti e l'affidabilità complessiva del centro sportivo è cresciuta notevolmente

Per tali motivi si riscontra un evidente miglioramento dell'efficienza globale del sistema, questo nonostante il notevole aumento di cubatura e servizi che non hanno comportato alcun aggravio di consumi. Negli anni 2009-2011, stesso periodo di passaggio alla nuova centrale termica, sono entrati in servizio la Piscina 25, la piscina Tuffi ed il nuovo edificio del Volley rimanendo invariati i consumi.

Purtroppo non è ancora disponibile un anno intero di letture dei contabilizzatori di energia termica installati nel 2012 a servizio della nuova impiantistica; difatti, risulta difficile quantificare con precisione il beneficio ottenuto dal nuovo sistema, sarà necessario attendere un anno per poter commentare i risultati di risparmio ottenuti.

Nella Fig.1.5 vengono indicati i baricentri, rispettivamente, delle potenze di riscaldamento  e di quelle di raffrescamento .



*Fig.1.5 – Ripartizione delle necessità di caldo e freddo del centro Onesti e relativi baricentri*

Nella Fig.1.6 e 1.7 viene mostrata la posizione della nuova centrale termo-frigorifera che alimenta la maggior parte delle utenze fortemente energivore del polo sportivo.

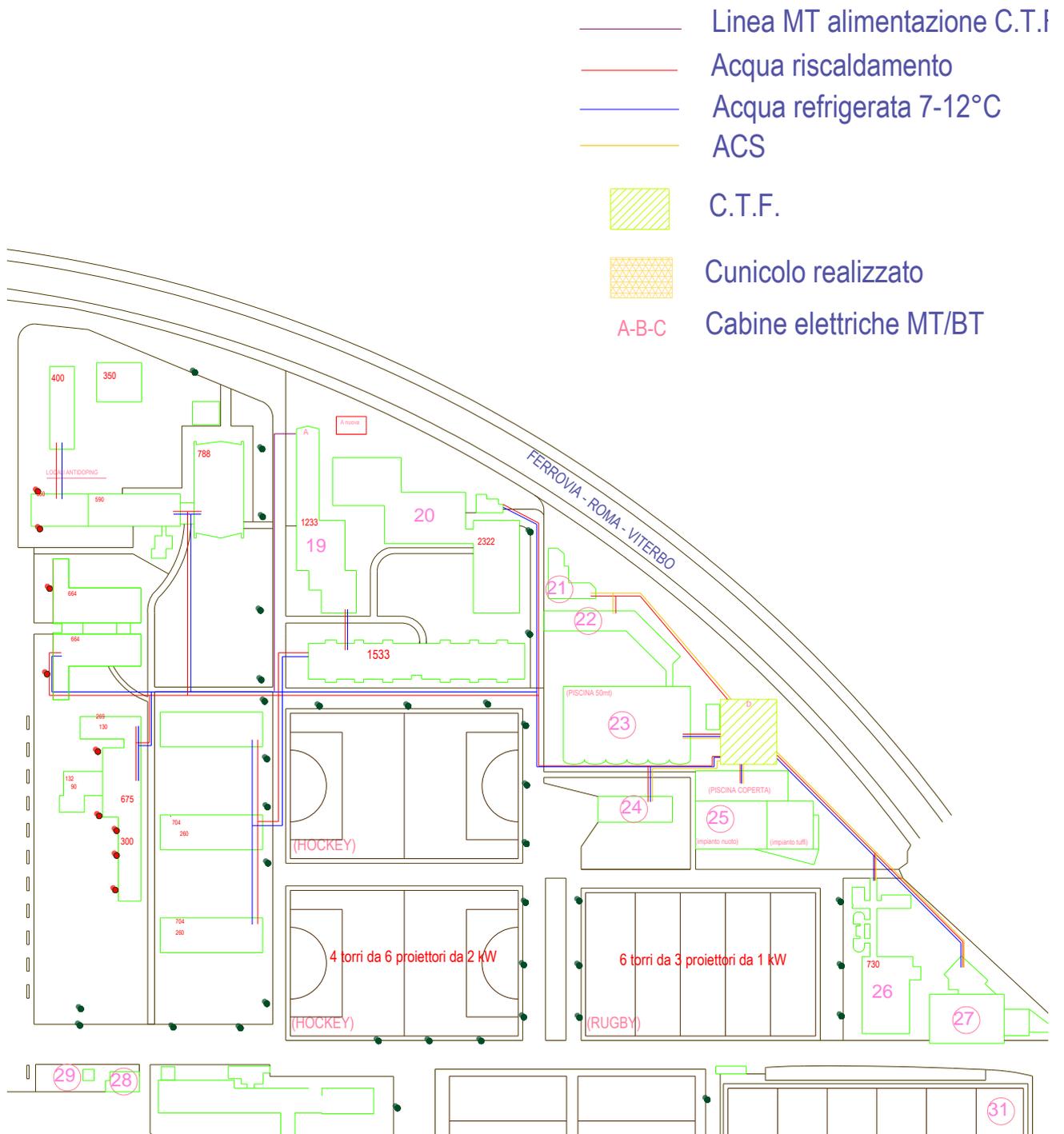
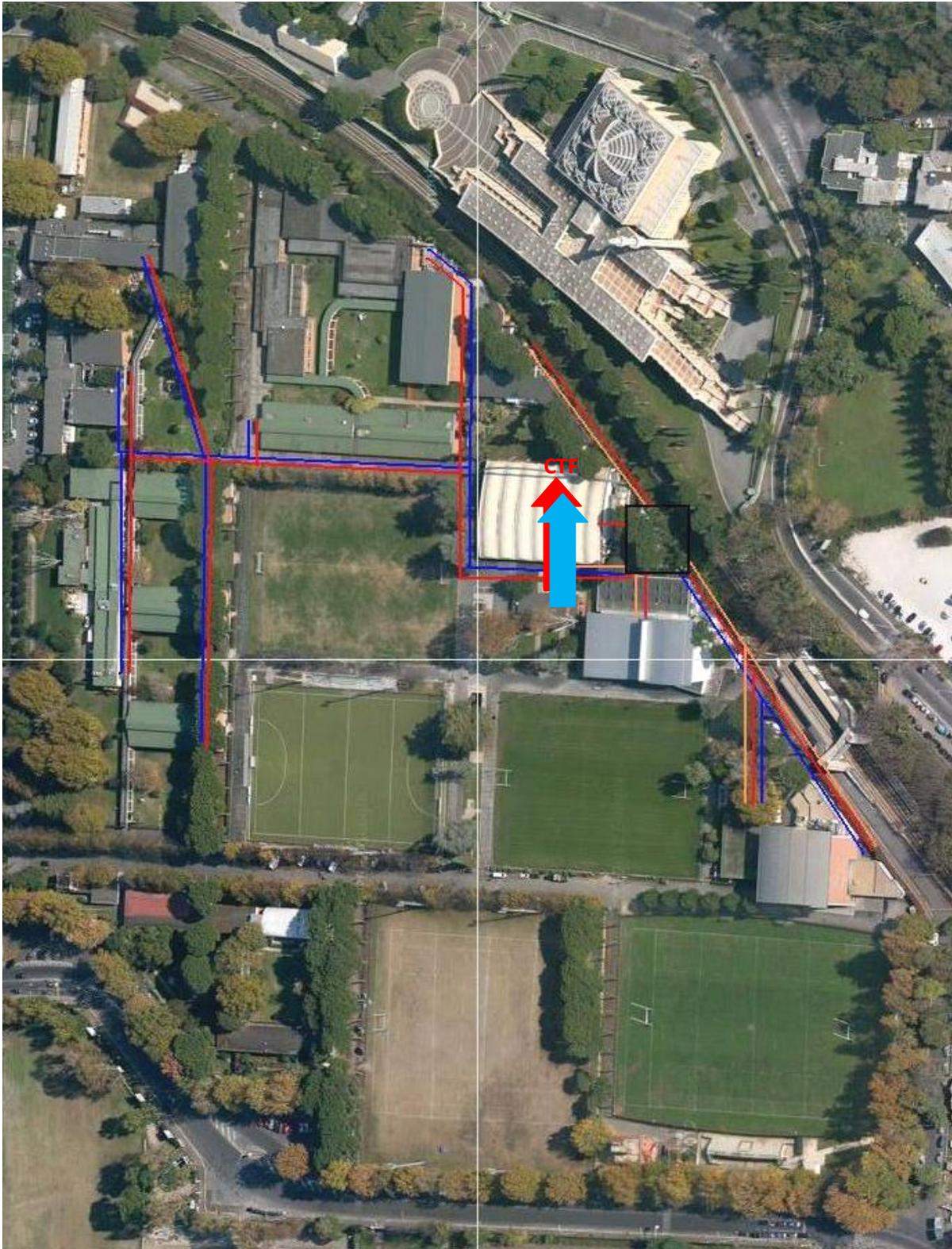


Fig.1.6 – Distribuzione in pianta delle condutture del caldo, del freddo e della ACS che, dalla nuova centrale CTF, alimentano i diversi servizi.

n°area	area utilizzo
①	Palestra Pallamano, ex maneggio
②	Zona semi-coperta per allenamenti
③	Spogliatoio Calcio
④	Magazzino
⑤	Locali antidoping
⑥	Locali per il Comitato Regionale Baseball
⑦	Spogliatoio Baseball
⑧	Bar, mensa e servizi
⑨	Scuola dello Sport
⑩	Biblioteca e didattica
⑪	Palestra Pesi (geodetica)
⑫	Foresteria Atleti 1
⑬	Foresteria Atleti 2
⑭	Foresteria Atleti 3
⑮	Istituto di Medicina dello Sport
⑯	Spogliatoio Rugby
⑰	Tribuna e spogliatoio atleti
⑱	Foresterie 4 e 5 + Psicologia dello Sport
⑲	Palestre di Scherma
⑳	Centro di Preparazione Olimpica
㉑	Spogliatoio personale
㉒	Spogliatoio piscina
㉓	Piscina scoperta 50m
㉔	Spogliatoio Hockey
㉕	Piscina coperta 25m e vasca tuffi
㉖	Palestra di Lotta
㉗	Palestre Volley
㉘	Portineria (ingresso principale)
㉙	Direzione Centro Sportivo
㉚	Palestra Scherma (Nazionali F.I.P.M.)
㉛	Centro Federale di Tiro con l'Arco
㉜	Palestra Scuola dello Sport
	Nuovi interventi

Tab.1.3 – Legenda della pianta di distribuzione delle condutture dalla centrale CTF



*Fig.1.7 – Centrale termo frigorifera e tubazioni di distribuzione*

Il nuovo polo termo-frigorifero è in grado di soddisfare le esigenze di riscaldamento, condizionamento e produzione di acqua calda sanitaria dell'80% del centro sportivo.



*Fig.1.8 – Nuovo polo termo frigorifero che serve l'intero centro sportivo*

Il polo termo-frigorifero è dotato anzitutto di 3 caldaie a gas ad alta efficienza da 1950 kW ciascuna; queste sono dedicate al post-riscaldamento dell'acqua delle piscine, al condizionamento degli ambienti ed al post-riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.



*Fig.1.9 – Caldaie a gas del polo termo-frigorifero*

Le caldaie tradizionali a GAS presentano rendimenti che vanno da 0.95 a pieno regime (inverno) fino a 0.4 a basso regime (estate). Il rendimento complessivo viene fortunatamente ottimizzato grazie alla presenza di tre caldaie che possono lavorare in cascata o essere spente (tenendo le rimanenti a regime più alto) quando il carico non è elevato ed, anche, grazie alla installazione di bruciatori modulanti.

Il rendimento medio annuale è pertanto abbastanza elevato, pari ad 0.84.

Il polo termo-frigorifero è anche dotato di 2 pompe di calore reversibili necessarie al riscaldamento dell'acqua della piscina, del condizionamento estivo e della produzione di acqua calda sanitaria; le due pompe di calore presentano i seguenti dati di targa:

- PdC in refrigerazione: P frigorifera = 660 kW, P elettrica = 223 kW, EER = 3,0
- PdC in riscaldamento: P termica = 695 kW, P elettrica = 213 kW, COP = 3,3
- PdC. in refrigerazione con recupero: P frigorifera = 669 kW, P elettrica = 186 kW, EER = 3,6, P termica recupero = 843 kWIl sistema lavora, tra estate ed inverno, con due diverse configurazioni:
- Funzionamento invernale: le caldaie riscaldano gli ambienti, producono ACS ed effettuano il post-riscaldamento dell'acqua della piscina (se necessario). La PDC realizza il pre-riscaldamento dell'acqua della piscina e, mediante regolazione, ottimizza il rendimento globale di sistema in funzione delle condizioni climatiche.
- Funzionamento estivo: le PDC producono l'acqua refrigerata per il raffrescamento e, contemporaneamente, con il recupero del calore (desurriscaldamento e condensazione) preriscaldano l'acqua della piscina e l'ACS. La caldaia interviene solo in caso di scarsa disponibilità di ACS o di riempimento completo della piscina.

Il desurriscaldatore, legato al sistema di condizionamento estivo, è in grado di recuperare con abbondanza il calore necessario al riscaldamento dell'acqua di vasca delle piscine 50m, 25 e Tuffi.

Sono stati installati 12 contabilizzatori di calore sulle condutture che, dalla centrale CTF, raggiungono le principali utenze. L'installazione, nel tempo, verrà ampliata anche alle diramazioni più piccole al fine di dettagliare al meglio il consumo di calorie /o frigorifici in tutto il centro.

Sono pertanto disponibili solamente letture di calore delle principali condutture che alimentano le utenze più energivore.

Nel mese di Marzo 2012 è stata completata l'installazione dei misuratori di cui sopra: i relativi dati sono disponibili solamente da Marzo 2012. La presente relazione, a causa della consegna obbligata per contratto al 15 settembre 2012, riporta solamente i dati da Marzo ad Agosto incluso. Per quanto riguarda i mesi mancanti, al fine di fornire una dato annuale, si è provveduto ad interpolare le curve di assorbimento per ricavare i mesi a venire.

Vengono di seguito riportate le tabelle con tutte le letture dei contabilizzatori di calore.

PDC FUNZIONAMENTO INVERNALE			
Marzo			
Utenza	PDC [kWh]	Caldaia [kWh]	TOTALE [kWh]
Piscina 50	95.531	19.716	115.247
UTA Piscina 50	0	137.882	137.882
Spogliatoi Piscina 50	0	41.928	41.928
Piscina tuffi	36.608	72.382	108.990
ACS	0	38.003	38.003
CPO	22.367	73.305	95.672
Palestra Volley	0	63.466	63.466
Triathlon	0	16.430	16.430
Foresterie	2.880	160.711	163.591
Biblioteca	18.826	3.413	22.239
Scuola Sport	0	23.831	23.831
Ristorante	5.594	8.960	14.554
TOTALE	181.806	660.027	841.833

Tab.1.4 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO INVERNALE			
Aprile			
Utenza	PDC [kWh]	Caldaia [kWh]	TOTALE [kWh]
Piscina 50	146.414	15.516	161.930
UTA Piscina 50	0	138.914	138.914
Spogliatoi Piscina 50	0	49.241	49.241
Piscina tuffi	72.077	33.929	106.006
ACS	0	42.997	42.997
CPO	9.980	65.789	75.769
Palestra Volley	0	87.245	87.245
Triathlon	0	15.772	15.772
Foresterie	23.346	107.579	130.925
Biblioteca	3.058	5.076	8.134
Scuola Sport	0	25.803	25.308
Ristorante	725	5.275	6.000
TOTALE	255.600	593.136	848.736

Tab.1.5 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO INVERNALE			
1 Maggio - 14 Maggio			
Utenza	PDC [kWh]	Caldaia [kWh]	TOTALE [kWh]
Piscina 50	30.451	3.580	34.031
UTA Piscina 50	0	0	0
Spogliatoi Piscina 50	0	0	0
Piscina tuffi	19.320	X	19.320
ACS	0	X	0
CPO	1.238	14.226	15.464
Palestra Volley	0	0	0
Triathlon	0	0	0
Foresterie	8.317	17.322	25.639
Biblioteca	0	129	129
Scuola Sport	0	0	0
Ristorante	44	2.397	2.441
TOTALE	59.370	37.654	97.024

Tab.1.6 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO ESTIVO					
14 Maggio - 1 Giugno					
Utenza	PDC [kWh] (Freddo)	Caldaia [kWh]	Desurriscaldatore [kWh]	TOTALE [kWh] (Caldo)	TOTALE [kWh] (Freddo)
Piscina 50	0	14.437	55.758	70.195	0
UTA Piscina 50	0	0	0	0	0
Spogliatoi Piscina 50	0	0	0	0	0
Piscina tuffi	0	0	12.597	12.597	0
ACS	0	5.733	-156	5.577	0
CPO	6.739	475	0	475	6.739
Palestra Volley	6743	0	0	0	6.743
Triathlon	0	0	0	0	0
Foresterie	47.797	27.242	0	27.242	47.797
Biblioteca	6.360	144	0	144	6.360
Scuola Sport	0	0	0	0	0
Ristorante	2.274	3.625	0	3.625	2.274
TOTALE	69.913	51.656	68.199	119.855	69.913

Tab.1.7 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO ESTIVO					
Giugno					
Utenza	PDC [kWh] (Freddo)	Caldaia [kWh]	Desurriscaldatore [kWh]	TOTALE [kWh] (Caldo)	TOTALE [kWh] (Freddo)
Piscina 50	0	7.052	86.580	93.632	0
UTA Piscina 50	0	0	0	0	0
Spogliatoi Piscina 50	0	0	0	0	0
Piscina tuffi	0	0	20.397	20.397	0
ACS	0	11.841	-995	10.846	0
CPO	49.141	0	0	0	49.141
Palestra Volley	22216	0	0	0	22.216
Triathlon	0	0	0	0	0
Foresterie	115.891	39.865	0	39.865	115.891
Biblioteca	13.500	109	0	109	13.500
Scuola Sport	0	0	0	0	0
Ristorante	12.740	3.100	0	3.100	12.740
TOTALE	213.488	61.967	105.982	167.949	213.488

Tab.1.8 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO ESTIVO					
Luglio					
Utenza	PDC [kWh] (Freddo)	Caldaia [kWh]	Desurriscaldatore [kWh]	TOTALE [kWh] (Caldo)	TOTALE [kWh] (Freddo)
Piscina 50	0	2.366	76.337	78.703	0
UTA Piscina 50	0	0	0	0	0
Spogliatoi Piscina 50	0	0	0	0	0
Piscina tuffi	0	1.016	35.371	36.387	0
ACS	0	9.164	-3.318	5.846	0
CPO	61.379	0	0	0	61.379
Palestra Volley	43642	0	0	0	43.642
Triathlon	0	0	0	0	0
Foresterie	119.848	34.514	0	34.514	119.848
Biblioteca	17.033	149	0	149	17.033
Scuola Sport	0	0	0	0	0
Ristorante	15.474	2.394	0	2.394	15.474
<b>TOTALE</b>	<b>257.376</b>	<b>49.603</b>	<b>108.390</b>	<b>157.993</b>	<b>257.376</b>

Tab.1.9 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

PDC FUNZIONAMENTO ESTIVO					
Agosto					
Utenza	PDC [kWh] (Freddo)	Caldaia [kWh]	Desurriscaldatore [kWh]	TOTALE [kWh] (Caldo)	TOTALE [kWh] (Freddo)
Piscina 50	0	1.710	57.487	59.197	0
UTA Piscina 50	0	0	0	0	0
Spogliatoi Piscina 50	0	0	0	0	0
Piscina tuffi	0	8.820	42.145	50.965	0
ACS	0	21.378	-3.272	18.106	0
CPO	69.436	0	0	0	69.436
Palestra Volley	50.909	0	0	0	50.909
Triathlon	0	0	0	0	0
Foresterie	123.078	40.121	0	40.121	123.078
Biblioteca	24.600	28	0	28	24.600
Scuola Sport	0	0	0	0	0
Ristorante	21.300	2.650	0	2.650	21.300
<b>TOTALE</b>	<b>289.323</b>	<b>74.707</b>	<b>96.360</b>	<b>171.067</b>	<b>289.323</b>

Tab.1.10 – Misure del caldo e del freddo ricavate dai contabilizzatori

Il centro sportivo ha consumato nel corso dell'anno 2011 circa 780.000 metri cubi di gas metano, in Tab.11 sono rappresentati i consumi degli ultimi anni.

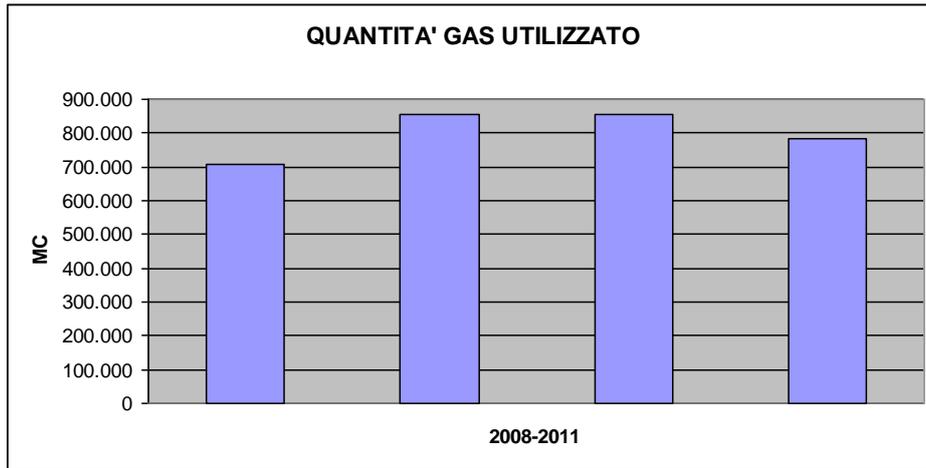
L'andamento dei consumi mostrato deve essere rapportato ad un aumento dei servizi svolti e della volumetria condizionata per un 20% circa. Va considerato che le piscine Tuffi e 25m sono state riattivate verso la metà del 2011. Le relative necessità energetiche risultano impegnative e condizionano pesantemente l'assorbimento di energia. La palestra del Volley, inoltre, è stata costruita solo nel 2009.

Data la presenza del desurriscaldatore, il consumi presentati sono al netto delle necessità di riscaldamento delle vasche delle piscine. Se non fosse stata effettuata questa ottimizzazione impiantistica sarebbe stato necessario aggiungere al consumo totale annuo di GAS metano (tenendo conto del rendimento di caldaia) quanto recuperato durante il funzionamento estivo e misurato dal contabilizzatore del desurriscaldatore.

MESE	ANNO	MC
Gen	2008	71.727
Feb	2008	57.839
Mar	2008	54.332
Apr	2008	48.917
Mag	2008	75.687
Giu	2008	23.832
Lug	2008	13.231
Ago	2008	14.480
Set	2008	41.670
Ott	2008	58.634
Nov	2008	108.664
Dic	2008	136.575
	<b>2008</b>	<b>705.587</b>
Gen	2009	108.369
Feb	2009	146.003
Mar	2009	103.302
Apr	2009	56.745
Mag	2009	79.958
Giu	2009	24.091
Lug	2009	23.684
Ago	2009	10.269
Set	2009	39.794
Ott	2009	70.681
Nov	2009	106.254
Dic	2009	87.705
	<b>2009</b>	<b>856.855</b>

Gen	2010	141.126
Feb	2010	167.640
Mar	2010	98.609
Apr	2010	45.157
Mag	2010	36.632
Giu	2010	19.916
Lug	2010	3.143
Ago	2010	40.648
Set	2010	33.587
Ott	2010	50.717
Nov	2010	68.436
Dic	2010	148.619
	<b>2010</b>	<b>854.230</b>
Gen	2011	128.981
Feb	2011	90.757
Mar	2011	125.585
Apr	2011	91.875
Mag	2011	6.002
Giu	2011	4.058
Lug	2011	5.514
Ago	2011	20.188
Set	2011	4.858
Ott	2011	40.353
Nov	2011	110.818
Dic	2011	153.014
	<b>2011</b>	<b>782.003</b>

Tab.1.11 – Consumo generale di GAS metano dal 2008 al 2011



*Fig.1.10 – Consumi generali di gas metano degli ultimi anni*

I consumi sono pressoché stabili negli anni, come già detto si è avuto un aumento dei volumi riscaldati ed una ripresa attività delle piscine che risultano essere particolarmente energivore.

## 2. Analisi di consumo delle aree all'aperto

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle aree all'aperto, intese come zone di transito, parcheggi e prati, tiene conto principalmente della illuminazione degli spazi esterni.

Le aree all'aperto utilizzano esclusivamente energia elettrica dedicata a lampade di diverso tipo ma con livello globale di illuminamento sufficientemente basso e, pertanto, confrontabili tra loro.

### *Illuminazione esterni*

L'illuminazione degli spazi esterni presenta una varietà di lampade non indifferente, dai tubi fluorescenti fino alle lampade al sodio di potenza. Vengono impiegati 53 lampioni di tipo stradale con lampada da 150W, 17 faretti alogeni con lampada da 500W ed alcuni tubi o lampade compatte fluorescenti. Gli ultimi vengono trascurati nel conto in quanto presenti in numero limitatissimo e spesso spenti come facenti parte di piccoli servizi esterni.

L'illuminazione notturna serve le zone di transito, i campi sportivi e tutte le aree di servizio del centro; gli illuminamenti previsti sono generalmente molto bassi e presentano forti disuniformità. L'illuminazione è comunque sufficiente consentire la percorribilità delle vie interne ed alla guardiania notturna.

Nell'ambito di questa analisi si ricerca un indicatore di consumo riferito alla superficie delle aree non edificate (vie interne, campi, prati, parcheggi). Pertanto, la superficie di interesse, dato che il centro presenta una estensione di circa 220.000 mq di cui 25.000 mq (11,4 % del totale) coperti, è di 195.000 mq.

I campi non vengono illuminati di notte se non dalla generale illuminazione appena descritta, esclusivamente per motivi di sorveglianza.

Il sistema di accensione, servendosi di un relais crepuscolare, accende l'impianto luci quando necessario. In base agli orari dell'alba e del tramonto dei diversi mesi dell'anno è stato conteggiato il numero di ore di accensione in 4000 ore/anno.

Nella Tab.2.1 viene presentato il conteggio della potenza totale installata con il relativo indicatore potenza/superficie. Come risulta evidente dalla tabella, tale valore è bassissimo e pari a 0,11 W/mq, un illuminamento appena sufficiente alla movimentazione a piedi è assicurato.

Nella Tab.2.2 viene calcolato, in funzione delle ore di accensione e della potenza installata, l'indicatore di consumo per l'impianto di illuminazione esterna (in kWh/mq).

POTENZA IMPEGNATA PER ILLUMINAZIONE ESTERNA						
area TOT aperto [mq]	tipo punto luce	quantità n°	potenza lampada [W]	potenza impegnata [W]	potenza TOT centro [W]	potenza/superf. [W/mq]
195.000	lampione	53	150	7.950	31.650	0,16
	faretto alogeno	17	500	8.500		
	alogene fontana	8	1.000	8.000		
	fluorescenti pensiline	200	36	7.200		

Tab.2.1 – Consistenza impianto di illuminazione esterna e rapporto potenza/superficie

INDICATORE DI CONSUMO PER ILLUMINAZIONE DI AREE ESTERNE					
potenza TOT centro [W]	potenza/superf. [W/mq]	ore accensione anno [h]	energia anno [kWh]	area TOT aperto [mq]	indicatore energia anno [kWh/mq]
31.650	0,16	4.000	126.600	195.000	0,65

Tab.2.2 – Valutazione dell'indicatore di consumo di energia per l'impianto di illuminazione esterna

### 3. Analisi di consumo dei campi sportivi all'aperto

#### *Introduzione*

La valutazione dei consumi dei campi sportivi all'aperto, escluse quindi le zone di transito ed i prati, tiene conto principalmente dell'illuminazione dei grandi spazi sportivi all'aperto. L'illuminamento richiesto è abbastanza elevato, le torri faro impiegano un elevato numero di proiettori di grande potenza ed il consumo pesa una quota importante sull'assorbimento elettrico.

I campi sportivi all'aperto utilizzano esclusivamente energia elettrica dedicata a lampade, ad alogenuri, sodio o mercurio, installate sulle torri faro ai bordi dei campi stessi.

#### *Illuminazione campi sportivi*

I campi sportivi all'aperto, date anche le dimensioni, sono dotati di una illuminazione installata su torri faro in numero di quattro o sei per campo.

Sono state rilevate le superfici dei principali campi sportivi all'aperto; successivamente si è proceduto al censimento degli apparecchi illuminanti ed alla valutazione della relativa potenza impegnata.

Nella seguente tabella viene mostrata la valutazione della potenza impegnata in funzione delle superfici di campo sportivo illuminato.

Una importante nota va aggiunta per quanto riguarda l'illuminamento. La maggior parte dei campi illuminati ha una illuminazione molto variabile (anche a seconda dell'utilizzo) e ci si attesta su un indicatore medio di potenza installata che va da 4 a 40 W/mq. L'illuminamento fornito a terra è dell'ordine delle poche centinaia di lux. Si rileva, quindi, che la maggior parte dei campi presenti è dedicata all'allenamento e dimostra indicativamente un illuminamento contenuto entro i 300 Lux. A seconda dei casi, gli impianti sportivi possono arrivare anche ad illuminamenti di 1000 Lux (la potenza installata aumenta anche fino a 30-40 W/mq). Si consigliano pertanto futuri approfondimenti energetici anche sull'ottimizzazione dell'illuminazione.

Fa eccezione il campo del Baseball che, per ovvi motivi di visibilità della palla, è illuminato a circa 1000-1200 Lux; il relativo sistema di illuminazione viene conteggiato a parte per evidenziare come pesa in maniera schiacciante sugli assorbimenti generali.

ILLUMINAZIONE - CAMPI ALL'APERTO BASEBALL ESCLUSO						
campo	dimens. [m]	superf. [mq]	num. Proiettori	potenza proiettore [kW]	potenza TOT [kW]	potenza/superf. [W/mq]
hockey	100x70	7000	24	2	48	7
rugby grande	106x67	7102	18	1	18	3
rugby 2 piccoli	119x99	11781	28	2	56	5
calcio grande	112x75	8400	28	1	28	3
calcio piccolo	105x54	5670	10	1	10	2
		sup. TOT			pot. TOT	pot./sup. TOT
		39953			160	4

Tab.3.1 – Valutazione della potenza necessaria alla illuminazione dei campi sportivi esterni, indicatore di consumo in W/mq, il campo di baseball è escluso in quanto falsa la statistica dei campi da allenamento (è illuminato a 1000-1200 Lux contro i 150-250 degli altri)

ILLUMINAZIONE - CAMPI ALL'APERTO BASEBALL INCLUSO						
campo	dimens. [m]	superf. [mq]	num. Proiettori	potenza proiettore [kW]	potenza TOT [kW]	potenza/superf. [W/mq]
Baseball	(110x110) / 2	6050	128	2	256	42
hockey	100x70	7000	24	2	48	7
rugby grande	106x67	7102	18	1	18	3
rugby 2 piccoli	119x99	11781	28	2	56	5
calcio grande	112x75	8400	28	1	28	3
calcio piccolo	105x54	5670	10	1	10	2
		sup. TOT			pot. TOT	pot./sup. TOT
		46003			416	9

Tab.3.2 – Valutazione della potenza necessaria alla illuminazione dei campi sportivi esterni, indicatore di consumo in W/mq, il campo di baseball è incluso (è illuminato a 1000-1200 Lux, contro i 150-250 degli altri, ed il peso si nota) per valutare la potenza complessiva dell'illuminazione dei campi dell'intero centro sportivo Onesti

Per quanto riguarda il consumo di energia da illuminazione previsto in un anno è necessario mettere in conto l'utilizzo dei campi e le relative ore di accensione.

L'utilizzo porta ad uno sfruttamento, in media, di un campo su tre all'interno del centro sportivo. Per tale motivo si ritiene corretto un coefficiente di contemporaneità (Kc) per la potenza pari a 0.33. Il coefficiente di utilizzazione (Ku) viene invece considerato unitario in quanto i campi vengono sempre illuminati a flusso totale. Le ore di accensione vengono quantificate in circa 2190 ore anno.

Per quanto appena assunto si può stilare la tabella con gli indicatori di consumo annuali che si possono prevedere per la situazione di utilizzo descritta, vedere la Tab.3.3. Vengono presentati due diversi scenari, il primo non tiene conto dei campi con elevato livello di illuminamento, quelli da allenamento. Il secondo scenario, che descrive a pieno il centro, tiene conto anche del campo Baseball che è illuminato a livello di gara o di ripresa televisiva.

INDICATORI DI CONSUMO PER ILLUMINAZIONE CAMPI SPORTIVI							
	Potenza TOT [kW]	Kc	Ku	Ore accensione	Energia anno [kWh]	Superf. TOT [mq]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]
Campi a bassa illuminazione	160	0,33	1	2.190	115.632	39.953	2,89
Tutti i campi incluso il baseball	416	0,33	1	2.190	300.643	46.003	6,54

*Tab.3.3 – Indicatori di consumo annuali per l'illuminazione dei campi all'aperto, escludendo ed includendo i campi ad elevata illuminazione (gara)*

## 4. Analisi di consumo delle foresterie

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle foresterie, 1,2,3,4 e 5, tiene conto principalmente dei seguenti utilizzi dell'energia:

- acqua calda sanitaria,
- illuminazione di interni,
- forza motrice,
- raffrescamento,
- riscaldamento.

### *Acqua calda sanitaria e riscaldamento*

Fino all'anno 2010 le foresterie erano servite da una caldaia a GAS che provvedeva contemporaneamente alla produzione di acqua calda sanitaria e da riscaldamento.

L'acqua calda sanitaria viene oggi realizzata mediante scambiatore sulla tubazione del riscaldamento proveniente dalla centrale termica CTF, per separare detti consumi è necessario risalire ai dati (dettagliati per mese) degli anni 2008 e 2009 che fanno riferimento alla caldaia a gas locale. Per differenza si provvede ad approssimare anche la necessità energetica per il riscaldamento.

Si rende necessario utilizzare i dati completi degli anni passati in quanto i nuovi misuratori di calore sono stati installati a marzo dell'anno 2012 fornendo dati completi solamente per gli ultimi due mesi. I consumi degli anni passati sono decisamente stabili ne tempo, inclusi quelli di inizio 2010 (prima della dismissione della caldaia locale), da far ritenere i dati disponibili vicini a quelli dell'anno in corso. Di fatto le foresterie, da più di dieci anni, non hanno avuto cambiamenti di utilizzo o frequenza e importanti ristrutturazioni negli impianti.

Sfruttando i dati dei mesi estivi, in cui è presente solo il consumo per ACS, ed interpolando il resto della curva per l'inverno si è ottenuto l'andamento del gas assorbito durante tutto l'anno per la produzione di acqua calda sanitaria. Sottraendo questa curva a quella generale si è ottenuta, per differenza, la curva di consumo del gas relativamente al riscaldamento delle foresterie.

Nella Tab.4.1 sono presentati i dati di utilizzo del gas, rispettivamente, genererari, per ACS e per riscaldamento.

Nelle Fig.4.1 sono presentati i suddetti andamenti sotto forma di grafico.

FORESTERIE - CONSUMO DI GAS GENERALE (RISCALDAMENTO + ACS) - 2009												
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	Totale
11427	19064	12765,22	13705	2183	2801	2645	2364	2277	7534	15528	18161	110.454

FORESTERIE - CONSUMO DI GAS ACS INTERPOLATO PER I MESI INVERNALI - 2009												
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	Totale
3005	3120	2560	2301	2183	2801	2645	2364	2277	2640	2551	3012	31.459

FORESTERIE - CONSUMO DI GAS RISCALDAMENTO (PER DIFFERENZA TRA GENERALE E ACS INTERPOLATO - 2008-09)												
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	Totale
8422	15944	10205,22	11404	0	0	0	0	0	4894	12977	15149	78.995

Tab.4.1 – Consumi di GAS [mc] per le foresterie, rispettivamente, generali, per ACS e per riscaldamento

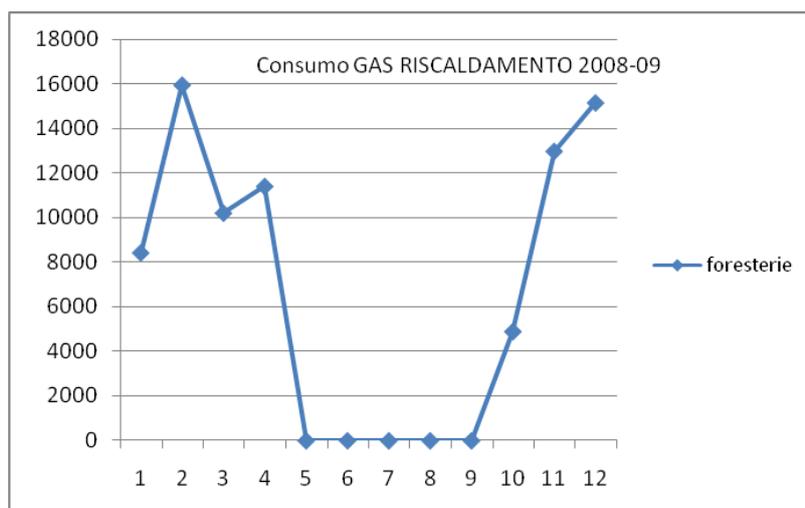
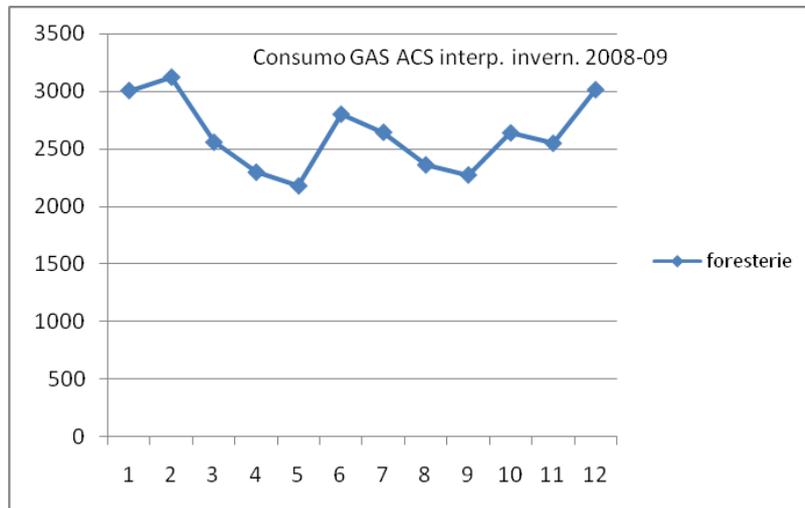
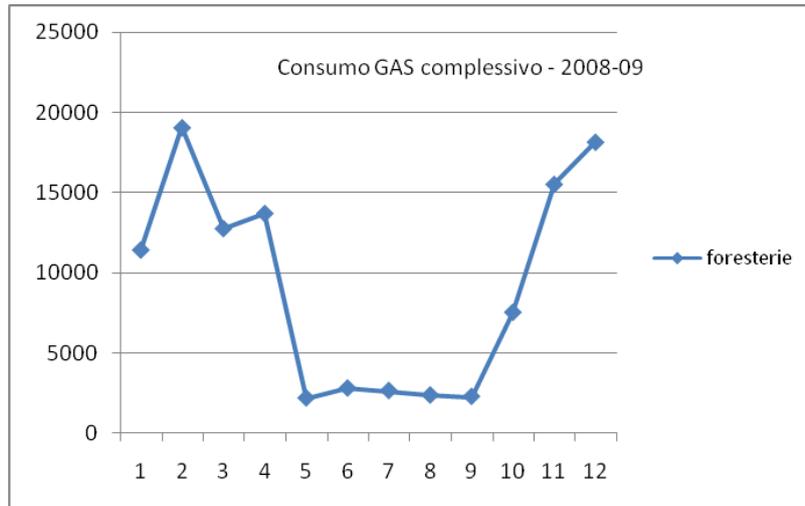


Fig.4.1 – Andamento dell'utilizzo del GAS [mc] nelle foresterie, rispettivamente, generale, ACS e riscaldamento

Per la conversione dei dati da metri cubi di GAS ad energia termica [kWh] viene utilizzato il coefficiente moltiplicativo di 11.05. Detto valore deriva dal potere calorifico del GAS metano nel punto di fornitura, come da comunicazione ufficiale del fornitore all'ufficio tecnico del centro.

Vengono di seguito calcolati e mostrati, in Tab.4.2, gli indicatori di consumo relativi alle foresterie, riferiti sia alle superfici, sia ai volumi.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER ACS E RISCALDAMENTO - FORESTERIE								
Foresterie	mc GAS anno	Kwh anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume [mc/mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
generale	110.454	1.220.519	3.605	12.500	31	9	339	98
ACS	31.459	347.622			9	3	96	28
riscaldamento	78.995	872.897			22	6	242	70

Tab.4.2 – Indicatori di consumo per il consumo di calore delle foresterie

Considerato che per gli anni 2008-2009 relativi ai dati della caldaia separata (Foresterie 1,2,3,4 e 5) si aveva contemporanea produzione ACS e riscaldamento; considerato che oggi la condotta di riscaldamento cella centrale CTF, mediante uno scambiatore di calore situato nelle foresterie, riscalda anche la ACS; è possibile paragonare i dati generali (ACS + riscaldamento) fino al 2010 con quelli generali della conduttura foresterie proveniente dalla CTF e ricavati dai misuratori appena installati ad inizio di questo anno (marzo 2012). Con questo si vuole confermare che i dati appena elaborati risultano essere concordanti con i consumi aggiornati all'anno in corso.

### Illuminazione di interni

L'illuminazione degli spazi interni risulta fortemente limitata a quello che sono gli standard di sicurezza. Troviamo lampade fluorescenti lineari e/o compatte per una potenza installata pari a 5W/mq nei corridoi e 10W/mq nelle stanze.

Le stanze sono 100, suddivise in cinque blocchi, e su tale numero si basano le valutazioni effettuate.

Data la superficie complessiva di 3605 mq si procede alla valutazione approssimativa della potenza impegnata e dell'energia assorbita. Tali dati vengono solo approssimati e non misurati in quanto non è possibile effettuare misura ed installare misuratori, operazione che è stata realizzata invece per la parte termica.

Nella Tab.4.3 vengono indicati gli indicatori di consumo annuali legati alla illuminazione delle foresterie. Per la valutazione sono stati considerati i coefficienti di utilizzazione e contemporaneità indicati in tabella.

INDICATORE PER ILLUMINAZIONE DELLE FORESTERIE								
potenza TOT [kW]	Kc	Ku	ore anno [h]	Energia [kWh] anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.E./volume [kWh/mc]
3	0,2	0,2	9.600	1.213	3.605	12.500	0,3	0,1

Tab.4.3 – Indicatori di consumo annuali per l'illuminazione delle foresterie

### Forza motrice

La forza motrice aumenta sicuramente il consumo della struttura portando, per ogni stanza, 200W di *fancoil*, 100W di utilizzatori vari e piccolissimi contributi per la televisione. I coefficienti di utilizzazione e contemporaneità sono stati stimati, maggiori dell'illuminazione, in 0.3 a causa della presenza dei *fancoil*. Il numero di stanze è 100 ed i dati finali con gli indicatori sono riportati sotto in Tab.4.4.

INDICATORE PER FM DELLE FORESTERIE								
potenza TOT [kW]	Kc	Ku	ore anno [h]	Energia [kWh] anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.E./volume [kWh/mc]
30	0,3	0,3	9.600	25.920	3.605	12.500	7,2	2,1

Tab.4.4 – Indicatore annuale di consumo per la FM delle foresterie

### Raffrescamento

Il raffrescamento delle foresterie avviene mediante distribuzione di fluido freddo, dalla nuova centrale CTF a tutti i *fancoil* locali. La distribuzione generale è dotata di un contabilizzatore di calore che misura l'energia termica passante.

Come noto, l'installazione dei contabilizzatori di calore nel centro è stata fatta nel mese di febbraio; i dati disponibili sono pertanto solo da Marzo ad Agosto compreso (infatti, la consegna della presente relazione è fissata nei primi giorni di settembre). Per tale motivo, non avendo a disposizione i dati di Settembre ed Ottobre è stato necessario calcolarli mediante approssimazione numerica. I coefficienti di approssimazione sono stati ricavati dalle temperature medie mensili di zona dell'anno in corso e dell'anno precedente.

La Tab.4.5 contiene i dati, per l'estate 2012, relativi alle temperature medie mensili ed all'energia assorbita per il raffrescamento del blocco foresterie; i dati dei mesi di Settembre ed Ottobre sono ricavati.

ENERGIA PER IL RAFFRESCAMENTO DELLE FORESTERIE							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	\
Energia [kWh]	47.797	115.891	119.848	123.078	101.200	44.800	552.614

Tab.4.5 – Temperature medie mensili e energia termica assorbita per condizionamento estivo (settembre ed ottobre sono dati interpolati)

Nel grafico di Fig.4.2 viene riportato l’andamento del consumo di energia termica frigorifera per il raffrescamento estivo, anno 2012.

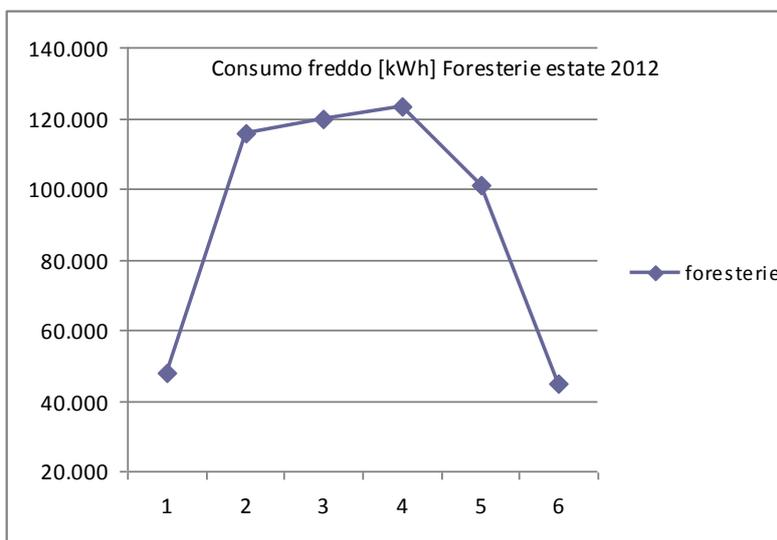


Fig.4.2– Energia assorbita per il condizionamento della Foresteria

L’indicatore di consumo viene calcolato in funzione della superficie e del volume della struttura dedicata ad uso alberghiero denominata Foresteria.

I valori sono relativi all’intera stagione estiva dell’anno 2012. Gli indicatori sono riportati nella Tab.4.6 e sono ricavati dalla lettura dei contabilizzatori, al netto del rendimento della pompa di calore elettrica che opera nella centrale CTF. Per ottenere il dato finale relativo al consumo di energia elettrica è necessario considerare un EER medio pari a 2.77.

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE RAFFRESCAMENTO - FORESTERIE				
Energia anno [Kwh]	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
552.614	3.605	12.500	153	44
(*) Nota: energia assorbita al netto del rendimento del CDZ (EER dichiarato 2.77)				

*Tab.4.6 – Indicatori annuali di consumo per il condizionamento delle foresterie.*

Le Foresterie presentano utilizzo e frequenza particolarmente saltuari e discontinui; non essendo possibile ricondurre l'utilizzo degli ambienti a valori mediamente costanti di persone e di tempi, non è possibile valutare un indicatore a persona o a giorni.

## 5. Analisi di consumo delle mense

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle mense è abbastanza complessa in quanto comprende molteplici utilizzi dell'energia; le mense utilizzano risorse spendendole principalmente nei seguenti utilizzi:

- acqua calda sanitaria,
- cucina a GAS
- illuminazione di interni,
- forza motrice,
- riscaldamento,
- raffrescamento.

Per quanto riguarda la mensa in oggetto vengono dichiarati circa 105.000 pasti per un anno di esercizio, vale a dire circa 350 pasti al giorno. Il dato viene preso in considerazione nella valutazione degli indicatori al fine di valutare i consumi in funzione dell'effettivo utilizzo della mensa e non degli spazi.

### *Acqua calda sanitaria e riscaldamento*

Per valutare gli impegni di energia legati al riscaldamento ed alla ACS della mensa è necessario risalire al 2009; questo perché nel 2010 l'edificio è stato passato sotto la nuova centrale CTF e solo da metà marzo 2012 sono stati installati i misuratori di calore. Pertanto l'ultimo anno completo di consumi di GAS è il 2009. Tale scelta sembra dare una buona base di analisi in quanto i consumi degli anni precedenti e quelli della prima parte del 2010 (prima che fosse dismessa la caldaia locale della mensa per passare alla CFT) sono molto stabili nel tempo.

I consumi di GAS sono relativi alla somma della ACS e del riscaldamento. Ancora una volta partendo dai dati estivi per la sola ACS ed interpolando i relativi mesi invernali si ottiene una curva di consumo relativa alla ACS; sottraendo questa curva a quella generale si ottiene una sufficiente valutazione del consumo relativo al riscaldamento. In ogni caso si ricava una valutazione corretta della ripartizione dei consumi tra i due diversi servizi.

Nella Tab.5.1 vengono mostrati i dati mensili di consumo del GAS legato al riscaldamento della mensa ed alla produzione di acqua calda sanitaria.

CONSUMO GAS DELLA MENSA - ACS + RISCALDAMENTO - 2009												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT
4.655	6.389	5.414	1.552	1.501	1.272	1.332	1.276	1.209	1.878	2.593	2.358	31.429

CONSUMO GAS DELLA MENSA - ACS (MESI INVERNALI INTERPOLATI) - 2009												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT
1.470	1.640	1.423	1.552	1.501	1.272	1.332	1.276	1.209	1.350	1.203	1.355	16.582

CONSUMO GAS DELLA MENSA - RISCALDAMENTO (DIFF. GENERALE - ACS) - 2009												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT
3.185	4.749	3.991	0	0	0	0	0	0	528	1.390	1.003	14.846

Tab.5.1 – dati di consumo del GAS per ACS e riscaldamento della mensa, per l'anno 2009

Nei grafici di Fig.5.1 viene mostrato l'andamento mensile di consumo del GAS per quanto riguarda la mensa.

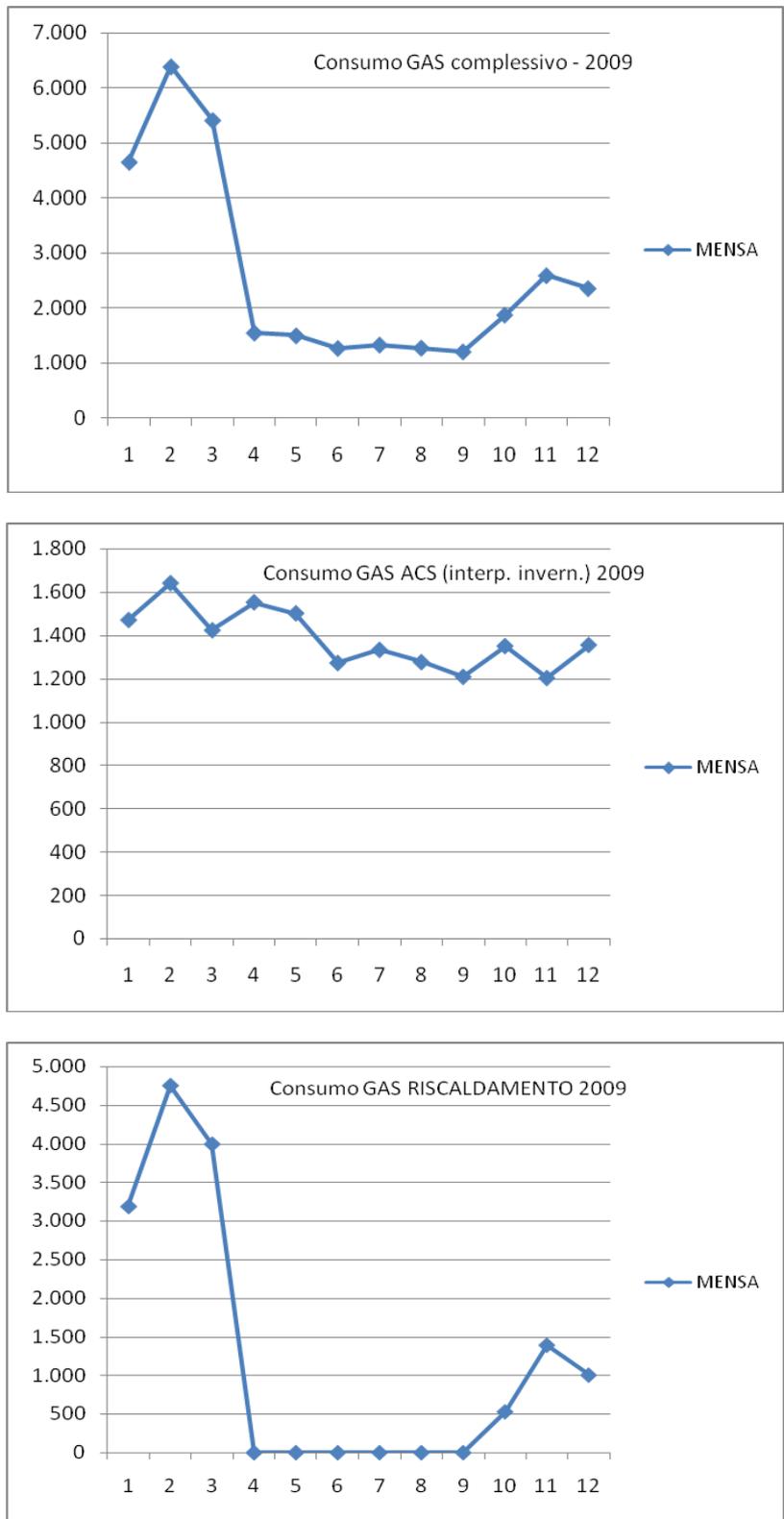


Fig.5.1 – Andamento mensile del consumo del GAS per ACS e riscaldamento della mensa, anno 2009

Nella Tab.5.2 è riportato l'indicatore finale di consumo legato alla produzione di acqua calda sanitaria e di calore da riscaldamento per la mensa. L'indicatore è riderito sia alla superficie sia al volume della struttura interessata, includendo tanto la parte cucina quanto la zona somministrazione (sala e bar).

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER ACS E RISCALDAMENTO - MENSA - 2009											
mensa	mc GAS anno	Kwh anno	Superficie [mq]	volume [mc]	numero pasti anno	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume [mc/mc]	Indicatore GAS/num.p asti anno [mc/npa]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]	Indicatore E.T./num.pa sti anno [kWh/npa]
generale	31.429	347.288	1.040	4.160	105.000	30	8	0,3	334	83	3,3
ACS	16.582	183.236				16	4	0,2	176	44	1,7
Riscaldamento	14.846	164.053				14	4	0,1	158	39	1,6

*Tab.5.2 – Indicatore di consumo per ACS e riscaldamento della mensa*

### *Confronto dei dati nel passaggio dalla vecchia caldaia alla nuova centrale ctf*

La mensa era dotata di caldaie a GAS con contatore atto a misurare la quantità di combustibile utilizzata in metri cubi.

Il passaggio è consistito nel dismettere le vecchie caldaie locali e nell'allacciare la mensa alla nuova centrale termo frigorifera del centro sportivo.

In questa sezione vengono presi i primi dati disponibili dai contabilizzatori di calore della centrale CTF per effettuare un confronto di consumo tra la situazione precedente e quella attuale.

I dati di consumo disponibili, ad oggi, dai contabilizzatori sono relativi ai mesi da Marzo in poi a causa della installazione del sistema di misura proprio nel mese di marzo. Per tale motivo i mesi non disponibili, relativi al periodo invernale, vengono approssimati in funzione delle variazioni di temperatura medie mensili. Le temperature in oggetto sono state prelevate dal centro meteo dell'aeroporto Roma Urbe che si trova a pochi km dal centro sportivo.

In Tab.5.3 viene mostrata la valutazione di massima degli assorbimenti di energia della Mensa ricavata dai primi dati disponibili sui contabilizzatori della centrale CTF.

Per quanto riguarda la ACS, data la sua ferma costanza nel tempo, viene approssimata come un assorbimento medio mensile stabilizzato sui 5850 kWh termici.

ASSORBIMENTO MENSA - RISCALDAMENTO + ACS PER L'INVERNO 2011-2012 DA CONTABILIZZATORE (*)										
	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	
calore assorbito da contabilizzatore [kWh]						14.554	6.000	6.022	5.530	
temperatura media mensile [°]	16,3	11,3	7,9	7,3	5,1	12,6				
calore assorbito interpolato come f(Tm mensile) [kWh]	11.249,6	16.227,2	23.211,1	25.118,9	35.954,5	14.553,0				
Contributo mensile ACS medio 5850 [kWh]	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	5.850	
Contributo mensile riscaldamento [kWh]	5.400	10.377	17.361	19.269	30.104	8.703				
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)										
										TOT Riscaldamento [kWh]
										91.214

Tab.5.3 – Valutazione degli assorbimenti della mensa dai primi dati ricavati dai contabilizzatori della centrale CTF

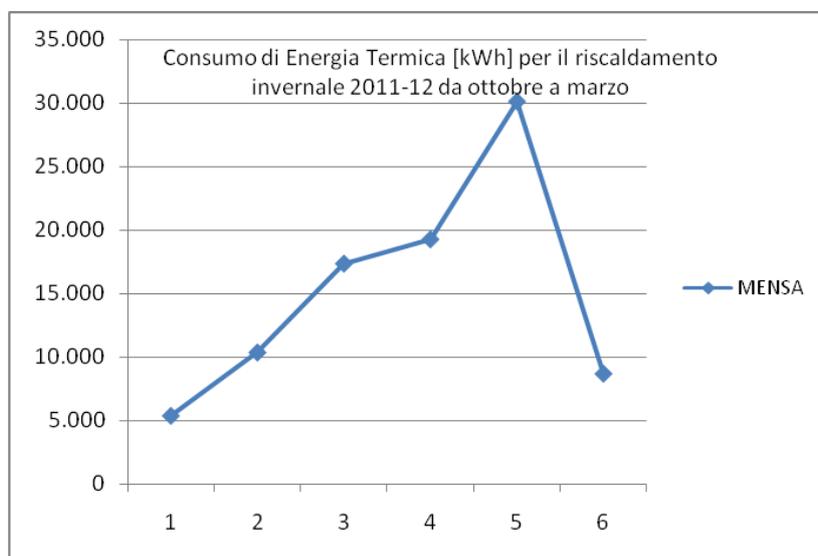


Fig.5.2 – Andamento approssimato del consumo di energia termica da riscaldamento della mensa per l'inverno 2011-2012, ricavato dai dati giunti dai contabilizzatori della CTF

Nella Tab.5.4 vengono presentati gli indicatori di consumo relativi alla revisione effettuata in base ai dati dei contabilizzatori. Anche in questo caso si tiene conto del numero di pasti somministrato all'anno.

Tali valori sono riportati come assorbimento del gruppo mensa e non come energia assorbita alla fonte: vanno addizionati delle perdite e, pertanto, tali valori vanno divisi per il rendimento di caldaia dichiarato di 0.84.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER ACS+RISCALDAMENTO - MENSA - contabilizzatore 2012							
mensa	Kwh anno	superficie [mq]	volume [mc]	numero pasti anno	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]	Indicatore E.T./num.pasti anno [kWh/npa]
generale	161.414	1.040	4.160	105.000	155	39	1,5
ACS	70.200				68	17	0,7
riscaldamento	91.214				88	22	0,9
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)							

Tab.5.4 – Indicatori di consumo per la mensa, anno 2012, ricavati dalla prime stime dei contabilizzatori della CTF

I valori finali di energia devono essere divisi per il rendimento di caldaia per essere paragonati all'energia assorbita a monte mediante il GAS; in tale maniera possono essere paragonati ai dati ricavati precedentemente (2009) mediante la lettura dei contatori del GAS.

Si ricava il consumo alla fonte per il nuovo sistema:

- ACS = 83 kWh/mq anno,
- riscaldamento = 107 kWh/mq anno,

mentre per il vecchio valeva:

- ACS = 176 kWh/mq anno,
- riscaldamento = 158 kWh/mq anno.

Da tale confronto si evince un risparmio del 53% per l'acqua calda sanitaria e del 33% per il riscaldamento.

Tale abbattimento dei consumi è da imputarsi al passaggio dalla vecchia situazione impiantistica alla nuova:

- nella situazione precedente si aveva una caldaia a GAS di dimensioni e potenza ridotta con rendimento sicuramente basso; la regolazione era di tipo ON/OFF ed il regime era forse abbastanza adeguato all'impianto date le necessità elevate di energia e la continuità di esercizio; cambiamento ancora migliore si trova in altri impianti del centro dove le caldaie locali lavoravano a potenza molto ridotta con forte abbattimento del rendimento;
- nella nuova situazione si ha una centrale a GAS che comprende tre caldaie in grado di soddisfare abbondantemente il fabbisogno del centro sportivo; le caldaie sono in parallelo e vengono attivate o meno in funzione del migliore punto di lavoro dell'intero sistema; in parallelo ad esse sono installate due pompe di calore che aiutano il sistema nel ottimizzare il rendimento in funzione delle temperature esterne e del migliore punto di lavoro (in termini di potenza) che la centrale termica deve sostenere; il nuovo sistema, inoltre, viene supervisionato (anche da remoto), ben mantenuto ed ottimizzato continuamente.

### Cucina a gas

Per quanto riguarda il GAS utilizzato dalla cucina della mensa (esclusivamente per uso cottura) si ricorre alle letture di un contatore dedicato. I dati sono stabili nel tempo dal 2008 ad oggi e vengono comunque presi in analisi i dati più recenti, quelli dell'anno 2011.

Nella Tab.5.5 sono elencati i consumi di GAS mensili per l'anno 2011.

CONSUMI GAS COTTURA MENSA - 2011												
gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT
2.241	1.457	945	3.076	1.325	886	1.581	2.010	1.464	1.562	1.963	1.748	20.258

Tab.5.5 – Consumo di GAS per cottura cibi, anno 2011

Nel grafico di Fig.5.3 è visualizzato l'andamento dei suddetti consumi di GAS per cottura.

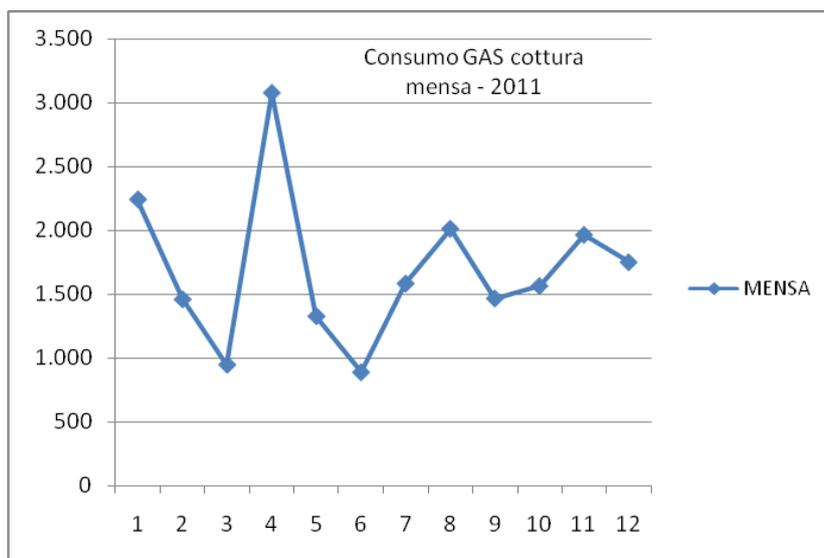


Fig.5.3 – Consumo di GAS per cottura cibi nell'anno 2011

Nella tabella Tab.5.6 è riportato il calcolo dell'indicatore di consumo per il GAS da cucina della mensa. I dati sono riportati in funzione delle superfici e dei volumi complessivi della mensa, includendo tanto la parte cucina quanto la parte di somministrazione (sala e bar).

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER GAS DA COTTURA - MENSA - 2009										
mc GAS anno	Kwh anno	superficie [mq]	volum e [mc]	numero pasti anno	Indicatore GAS/superf . [mc/mq]	Indicatore GAS/volum e [mc/mc]	Indicatore GAS/num.pasti anno [mc/npa]	Indicatore E.T./superf . [kWh/mq]	Indicatore E.T./volum e [kWh/mc]	Indicatore E.T./num.pasti anno [mc/npa]
20.258	223.851	1.040	4.160	105.000	19	5	0,2	215	54	2,1

Tab.5.6 – Indicatori di consumo per la cucina a GAS della mensa, anno 2011

### Illuminazione

L'impianto di illuminazione della mensa si divide in due gruppi essenziali, uno è relativa alla sala con 130 punti luce fluorescenti compatti da 30W ciascuno per un totale di 3,9 kW. L'altro fa parte della cucina ed è composto da corpi illuminanti fluorescenti lineari da 2x36W; l'illuminazione della cucina presenta un totale di 2,2 kW.

Va sottolineato come l'illuminazione della sala mensa non viene attivata nelle ore in cui è attiva solo la cucina per la preparazione del pranzo e, talvolta, non viene utilizzata in condizioni di forte insolazione data la grande parete vetrata. Per tale motivo l'illuminazione di sala viene conteggiata in accensione per un numero inferiore di ore e presenta un Ku di 0,7.

Per le ore di attivazione degli impianti luce si può fare riferimento ai dati presentati nella Tab.5.7.

La consistenza delle lampade installate, delle relative potenze impegnate, delle ore di funzionamento e, quindi, dell'energia assorbita viene riassunta in Tab.5.8.

ORE DI FUNZIONAMENTO DELLA MENSA					
	colazione	pranzo	cena	TOT ore funzionamento giorno	TOT ore funzionamento anno
orario apertura al pubblico	7.30-9.30	12.30-14.30	19.30-21.30		x 365 gg
ore attività sala piu' cucina	2	2	2	6	
ore attività cucina oltre apertura sala	1	2	2	5	
TOT				11	4015

Tab.5.7 – Ore di funzionamento, giornaliero ed annuali, della mensa

POTENZA ED ENERGIA IMPEGNATA NELLA ILLUMINAZIONE CUCINA E SALA MENSA							
impianto	potenza lampade installata [kW]	ore attivazione giorno	Kc	Ku	potenza effettiva impegnata [kW]	ore attivazione anno	energia utilizzata anno [kWh]
illuminazione sala mensa	3,9	6	1	0,7	2,7	2.190	5.979
illuminazione cucina	2,2	11	1	1	2,2	4.015	8.833
TOT					4,9		14.812

Tab.5.8 – Valutazione di potenza ed energia impegnate annualmente per l’illuminazione della mensa

Dai consumi ottenuti viene ricavato l’indicatore in funzione delle superficie ed al volume della mensa, entrambi riferiti al complesso si sala e cucina; vedasi Tab.5.9.

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE PER ILLUMINAZIONE MENSA						
energia utilizzata anno [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	numero pasti anno	indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]	indicatore Energia El./num.pasti anno volume [kWh/npa]
14.812	1.040	4.160	105.000	14,2	3,6	0,1

Tab.5.9 – Indicatore di consumo annuale per l’illuminazione della mensa

### Forza motrice

La forza motrice della cucina non va trascurata: questa alimenta apparecchi particolarmente energivori e di vitale importanza come i frigoriferi.

Per valutare l’assorbimento è stata effettuata una campagna di misure negli orari di massimo e di minimo assorbimento.

In condizioni di massimo assorbimento, sull’impianto generale di alimentazione trifase, si è misurata una corrente media di 80-90 A per fase. Tale corrente include anche l’intero consumo per illuminazione che va quindi sottratto. La potenza totale, misurata sul quadro generale, nel funzionamento a massimo carico, è in genere di circa 50 kW, sottratta dei 5 kW dell’illuminazione, lascia un netto di FM pari a 45 kW.

Durante l’assorbimento notturno o di fermo delle attività, dedicato essenzialmente ai frigoriferi e congelatori, il carico si è dimostrato di circa 10 A; il consumo dedicato ai soli frigoriferi per il mantenimento della temperatura non supera i 6 kW. Tale consumo risulta relativo alle rimanenti ore di chiusura della mensa e della cucina, pari a 13, e non è aggiunto del consumo per illuminazione (spenta).

I dati appena discussi sono riportati in Tab.5.10 con la valutazione dell'energia assorbita per un anno di esercizio.

POTENZA IMPEGNATA ED ENERGIA ASSORBITA DALLA FM DELLA MENSA				
	ore	potenza impegnata [kW]	energia per giorno[kWh]	energia per anno [kWh]
ore di attività	11	45	495	180.675
ore di fermo attività e notte	13	6	78	28.470
TOT	24	-	573	209.145

Tab.5.10 – Potenza impegnata ed energia assorbita per FM nella mensa

Nella Tab.5.11 vengono mostrati gli indicatori di consumo annuali, in aggiunta a quelli normalmente utilizzati appare ovviamente quello riferito al numero di pasti erogati in un anno.

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE						
energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	numero pasti anno	indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]	indicatore Energia El./n.pasti anno [kWh/npa]
209.145	1.040	4.160	105.000	201	50	2,0

Tab.5.11 – Indicatore di consumo annuale per la forza motrice della mensa

### Raffrescamento

Il raffrescamento della Mensa avviene mediante la distribuzione del fluido freddo dalla nuova centrale CTF. Anche su questa condotta è installato un caontabilizzatore di calore atto a misurare il consumo di energia termica.

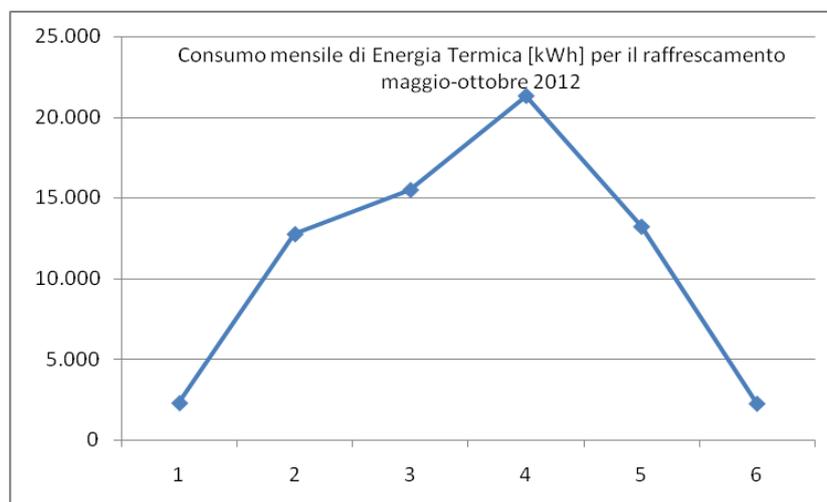
Non sono disponibili i dati di Settembre ed Ottobre, pertanto è necessario interpolare la curva di carico mediante le temperature medie mensili (dell'anno in corso e dell'anno precedente) al fine di ricavare i dati di assorbimento dei mesi mancanti.

Il risultato delle misure e dei conti effettuati è riportato nella Tab.5.12 insieme alle temperature medi mensili della zona di Roma Urbe-Salario.

CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO DELLA MENSA - ESTATE 2012							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	
Energia [kWh]	2.274	12.740	15.474	21.300	13.200	2.240	67.228

Tab.5.12 – Energia termica assorbita per il raffrescamento della Mensa, i dati di Settembre ed Ottobre sono calcolati e non derivanti da contatore

Nel grafico di Fig.5.4 viene mostrato l'andamento dell'assorbimento di potenza frigorifera nei mesi da Maggio ad Ottobre.



Tab.5.4 – Energia termica mensile assorbita per il raffrescamento della Mensa

Vengono calcolati gli indicatori di consumo per il raffrescamento estivo in funzione delle superfici ed in funzione dei volumi. Essendo stabile la frequenza nella fruizione della Mensa è stato calcolato anche un indicatore in funzione del numero dei pasti serviti. Tutto viene mostrato nella Tab.5.13.

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE PER RAFFRESCAMENTO MENSA - 2012 (*)						
Energia termica [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	numero pasti anno	indicatore Energia ET./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia ET./volume [kWh/mc]	indicatore Energia ET./n.pasti anno [kWh/npa]
67.228	1.040	4.160	105.000	65	16	0,6
(*) Nota: energia assorbita al netto del rendimento del CDZ (EER dichiarato 2.77)						

Tab.5.13 – Indicatori di consumo per il raffrescamento della Mensa al netto del rendimento dell'impianto di condizionamento (EER: 2.77)

## 6. Analisi di consumo delle palestre alte

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle palestre di notevole altezza è complessa e include un forte dispendio di energia a causa dei grandi volumi contenuti; i principali motivi per cui aumentano i consumi sono legati alla necessità di maggiore illuminazione e di scaldare un grande volume distribuito su una notevole altezza (circa 8-12 m). Le necessità energetiche sono legate ai seguenti assorbimenti:

- illuminazione di campi sportivi interni,
- raffrescamento,
- riscaldamento,
- ventilazione.

### *Illuminazione di campi sportivi interni*

L'illuminazione dei campi sportivi o delle palestre in interno è generalmente realizzata mediante proiettori alogeni, al sodio ad alta pressione, ai vapori di mercurio oppure ad alogenuri metallici. Raramente viene realizzata mediante tubi fluorescenti, cosa che, invece, è frequente nelle palestre di altezza limitata (circa 4-5 m).

Le palestre di tipo alto prese in analisi, per il sistema di illuminazione, sono due: la prima è il Volley e la seconda è la palestra di Ginnastica del Centro di Preparazione Olimpica. La prima è alta ben 15 metri e la seconda ben 8.

La palestra della pallavolo presenta installate 24 proiettori con lampade a scarica da 400W ciascuno, installati a soffitto (h 15m).

La palestra di Ginnastica presenta ben 60 proiettori con lampade a scarica, da 400W ciascuno, installati a soffitto (h 8m). La misura effettuata sul quadro elettrico ha confermato un assorbimento di circa 25 kW di picco.

Entrambe le palestre vengono utilizzate per circa 300 giorni anno e l'illuminazione viene attivata anche di giorno per 10 ore circa di utilizzo complessivo. Pertanto, viene valutato il peso dell'accensione del sistema su 3000 ore per anno.

Nella Tab.6.1 vengono mostrati i principali dati di potenza, di utilizzo e di energia delle palestre prese in analisi.

Vengono di conseguenza valutati gli indicatori di consumo in funzione delle superfici e dei volumi per quanto riguarda le palestre alte. I risultati mostrati in Tab.6.2.

ILLUMINAZIONE PALESTRE ALTE - POTENZA ED ENERGIA									
Palestra	tipo lampada	quantità	potenza lampada [W]	potenza TOT [kW]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore utilizzo anno [h]	energia [kWh]
Volley	proiettore fluorescente scarica	24	400	9,6	15	1	1	3.000	28.800
CPO Ginnastica	proiettore fluorescente scarica	60	400	24	40	1	1	3.000	72.000

Tab.6.1 – Potenza ed energia impegnate per l'illuminazione delle palestre di tipo alto in un anno

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER ILLUMINAZIONE PALESTRE ALTE					
Palestra	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore E/superf [kWh/mq]	indicatore E/volume [kWh/mc]
Volley	28.800	660	10.000	44	3
CPO Ginnastica	72.000	600	4.300	120	17
TOT	100.800	1.260	14.300	82	10

Tab.6.2 – Indicatori di consumo annuale per l'illuminazione delle palestre di tipo alto

## Raffrescamento

Anzitutto va fatta una premessa in termini di volumi relativi al conta calorie utilizzato in questo paragrafo. La tubazione caldo/freddo che alimenta l'edificio della pallavolo è la stessa che alimenta quello del taekwondo; pertanto il conteggio del calore è relativo alla somma dei due diversi edifici.

Nella Tab.6.3 sono riportati i dati di sopralluogo relativi alla palestra della pallavolo ed a quella del taekwondo.

	superficie [mq]	altezza [h]	volumi [mc]
campo volley	726	16	11.741
accessori e uffici volley	380	3	1.228
totale volley	1.106	–	12.969
campo taekwondo	508	5	2.540
accessori uffici spogliatoi taekwondo	294	3	882
totale taekwondo	802	–	3.422

Tab.6.3 – Superfici e volumi delle palestre volley e taekwondo

Definita la superficie totale come la somma dei totali dei due edifici, pari a 16.391 mc, ed essendo interessati al volume della sola palestra di pallavolo (11.741mc), si ricava la percentuale di interesse del volume totale. Il volume del campo indoor di pallavolo è pari al 72% del volume totale.

Data la simile coibentazione delle strutture, si ritiene opportuno correlare il 72% del consumo totale al fabbisogno energetico del campo di pallavolo. Anche in caso di piccoli errori di ripartizione dei consumi di calore, tali differenze sarebbero comunque trascurabili data l'influenza del solo 28% della parti accessorie sul totale dei volumi.

Il raffrescamento delle palestre alte viene, in questo caso, effettuato mediante pompa di calore. L'impianto disponibile per le prove in sito, per l'analisi in corso, è quello del Volley. Le macchine che provvedono al riscaldamento invernale (affiancate delle caldaie a GAS) ed al condizionamento estivo sono le medesime pompe di calore installate nella nuova centrale CTF.

Il precedente la palestra alta dedicata alla pallavolo riceveva calore d'inverno dalle caldaie a GAS della centrale termica generale (dove è oggi la nuova CTF) e non era condizionata d'estate. Di fatto l'aggiunta del carico del condizionamento dell'edificio in oggetto non consente di valutare l'abbattimento dei consumi generali legato agli interventi di risparmio energetico. L'altra aggiunta all'impianto avuta negli ultimi anni, che non permette di valutare la riduzione dei consumi generali, è stata l'entrata in servizio delle piscine 50m, 25m e tuffi.

Gli unici dati disponibili relativi al raffrescamento delle palestre alte sono quelli ricavati a maggio, giugno, luglio ed agosto dai contabilizzatori della centrale CTF. Gli altri mesi necessari alla valutazione di carico annuale vengono ricavati, come negli altri casi, mediante interpolazione della curva di carico pesata con le temperature medie mensili (dell'anno in corso e del precedente).

In Tab.6.4 vengono mostrati i consumi dell'intero complesso Volley che include anche la palestra Takewondo.

CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO DELLA ZONA VOLLEY-TAKEWONDO - ESTATE 2012							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	
Energia [kWh]	6.743	22.216	43.642	50.909	19.800	6.400	149.710

Tab.6.4 – Assorbimento di energia per il raffrescamento dell'intero complesso Volley-Takewondo

Nella Tab.6.5 vengono scorporati, come sopra chiarito, i consumi relativi alla sola palestra di tipo alto del Volley.

CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO DELLA PALESTRA VOLLEY - ESTATE 2012							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	
Energia [kWh]	4.855	15.996	31.422	36.654	14.256	4.608	107.791

*Tab.6.5 – Assorbimento di energia per il raffrescamento della palestra alta Volley*

Tra le palestre di tipo alto c'è disponibilità anche di quella di Ginnastica del Centro di Preparazione Olimpica (CPO). La palestra di Ginnastica è inclusa nel gruppo delle tre palestre del CPO, le altre due sono di tipo basso e sono denominate Lotta e Pesì.

Dato che la contabilizzazione valuta l'apporto di calorie/frigorie ceduto all'intero CPO, si rende necessario scorporare dai consumi registrati la sola palestra Ginnastica CPO (l'unica delle tre di tipo alto).

Dai sopralluoghi sono state ricavate le portate d'aria delle UTA delle singole palestre incluse nel CPO. Queste vengono riportate in Tab.6.6.

Suddivisione contabilizzazione CPO	UTA	ventilazione
Palestra Alta CPO Ginnastica	18000 mc/h	7.5 kW
Palestra Bassa Lotta	12000 mc/h	5.5 kW
Palestra Bassa Pesì	14000 mc/h	9+7 kW

*Tab.6.6 – Portate d'aria delle palestre del Centro di Preparazione Olimpica*

Date le portate delle UTA e' possibile ricondurre i consumi della sola palestra Ginnastica CPO ad un 41% dei consumi totali derivanti dalle letture del contabilizzatore che, come già detto, tiene conto di tutte e tre le palestre del CPO.

Di conseguenza vengono valutati i consumi per il condizionamento estivo di un'altra palestra di tipo alto, al fine di migliorare la precisione di valutazione degli indicatori. Nella Tab.6.7 vengono mostrati gli assorbimenti di energia, per il condizionamento della palestra di Ginnastica del CPO.

CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO DELLA PALESTRA CPO GINNASTICA - ESTATE 2012							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	
Energia [kWh]	2.762	20.147	25.165	28.468	22.000	2.560	101.102

Tab.6.7 – Energia assorbita per il raffrescamento della palestra Ginnastica CPO

A seguire, il grafico di Fig.6.1, mostra gli andamenti dell’assorbimento di energia fredda da aperte delle palestre di tipo alto. Si ricorda che si va dal mese di Maggio a quello di Ottobre e che i dati si Settembre ed Ottobre sono ricavati a causa dell’assenza delle letture.

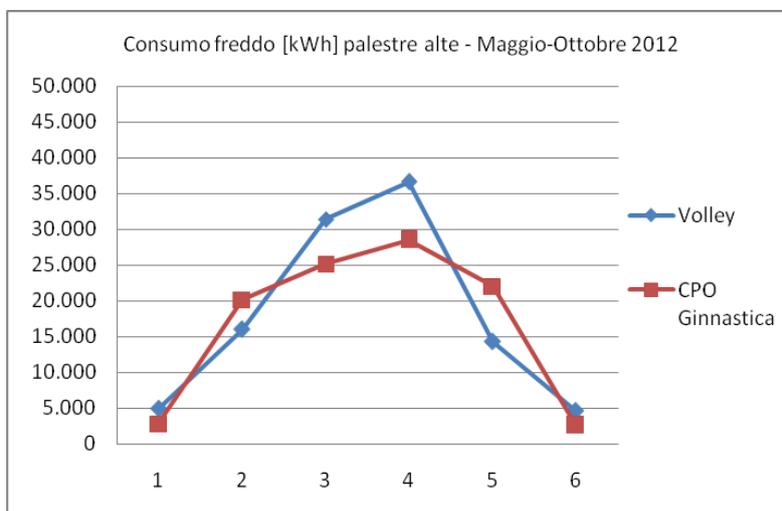


Fig.6.1 – Assorbimento di energia termica per raffrescamento delle palestre alte

Nella Tab.6.8 sono infine riportati gli indicatori di consumo legati al raffrescamento delle palestre di tipo alto. I dati sono al netto del rendimento dell’impianto di refrigerazione; per il passaggio al consumo di energia elettrica primaria è necessario considerare il rendimento medio EER calcolato e valutato in 2.77.

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO PALESTRE ALTE (*)					
Palestra	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore ET/superf [kWh/mq]	indicatore ET/volume [kWh/mc]
Volley	107.791	660	10.000	163,3	10,8
CPO Ginnastica	101.102	600	4.300	168,5	23,5
medio				165,9	17,1

(\*) Nota: energia assorbita al netto del rendimento del CDZ (EER dichiarato 2.77)

Tab.6.8 – Indicatori di consumo per il raffrescamento delle palestre alte (al netto del rendimento di trasformazione, EER medio pari a 2.77)

## Riscaldamento

Anche nel caso del riscaldamento va riconfermato quanto appena detto nel paragrafo relativo al raffrescamento: i volumi del gruppo alimentato dallo stesso contabilizzatore sono ripartiti come il 72% al campo di pallavolo ed il rimanente al resto (taekwondo incluso).

I dati di energia fornita, e misurati alla centrale CTF, al complesso volley-taekwondo sono relativi al campo di pallavolo (palestra alta) solamente per il 72%.

La centrale termica generale provvede già da tempo al riscaldamento della palestra di tipo alto dedicata alla pallavolo ma i misuratori di calore sono stati installati solo a marzo 2012. La palestra in oggetto non ha mai avuto una caldaia locale con alimentazione da una fornitura di GAS dotata di contatore. Per tali motivi non si hanno dati storici di consumo relativi al riscaldamento se non quelli degli ultimi tre mesi di primavera.

I dati, derivanti dai misuratori di calore installati nella nuova centrale CTF, relativi al gruppo volley-taekwondo sono indicati nella Tab.6.9. Come risulta evidente i dati sono relativi agli unici mesi disponibili dalla installazione dei contabilizzatori di calore fino allo spegnimento del sistema di fornitura del caldo.

CONSUMO DI kWh TERMICI DA RISCALDAMENTO - PALESTRA VOLLEY - 2012			
	marzo	aprile	1 mag - 14 mag
Caldaia kWh	63.466	87.245	0

Tab.6.9 – consumi di calore da riscaldamento dell'edificio pallavolo per il 2012

I dati riportati forniti terminano comunque al 14 maggio in quanto, in tale data, è stato effettuato il fermo dell'impianto di riscaldamento ed il passaggio delle pompe di calore da caldo a freddo.

Non essendo possibile reperire i dati relativi ai precedenti mesi invernali si procede al calcolo di una curva di assorbimento legata alle temperature medie mensili. Variando solamente le temperature esterne e rimanendo stabili nel tempo le modalità di utilizzo (dati di frequenza del Centro) è possibile legare in maniera lineare l'energia assorbita alla potenza impegnata e, quindi, alla temperatura esterna.

Sono state ricavate le temperature medie mensili dei mesi invernali dalla stazione meteo dell'aeroporto di Roma Urbe; data la vicinanza dell'aeroporto e del Centro Sportivo si ritengono i tali dati molto attendibili. Nella Tab.6.10 sono mostrate le temperature per tutti i mesi invernali in cui è stato attivo il servizio di riscaldamento.

2011				2012				
set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag
21,2	16,3	11,3	7,9	7,3	5,1	12,6	14,1	17,2

Tab.6.10 – Temperature medie mensili dell'inverno 2011-2012

In funzione delle variazioni di temperatura media mensile sono state ricavate le variazioni dell'energia impegnata per il riscaldamento del gruppo volley-taekwondo; i dati sono riportati in Tab.6.11.

anno	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012
mese	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr
T medie mensili	16,3	11,3	7,9	7,3	5,1	12,6	14,1
kWh	57.025	82.257	117.658	127.329	182.255	63.466	87.245

Tab.6.11 – kWh assorbiti dal gruppo volley-taekwondo nell'inverno 2011-2012

I consumi appena riportati vanno decurtati del 28% per scorporare i volumi legati ad uffici, locali di servizio, palestra del taekwondo e, comunque, non facenti parte della palestra di tipo alto della pallavolo. Nella Tab.6.12 sono riportati i dati di consumo relativi al riscaldamento della sola palestra di pallavolo.

PALESTRA VOLLEY - ASSORBIMENTO RISCALDAMENTO INVERNO 2011-2012 (*)								
anno	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	
mese	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	TOT
kWh	41.058	59.225	84.714	91.677	131.224	45.696	62.816	516.409

(\*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)

Tab.6.12 – Dati di consumo, per l'inverno 2011-12, della palestra della pallavolo

Il grafico di Fig.6.2 descrive quanto appena valutato.

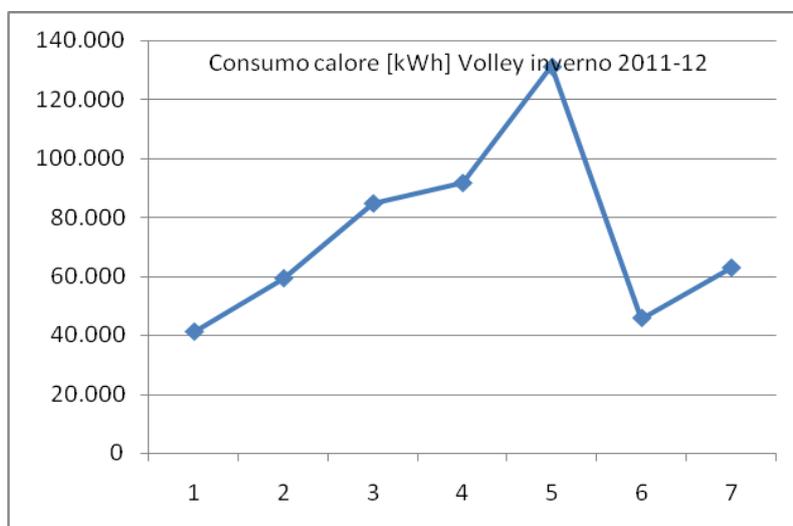


Fig.6.2 – Andamento dei consumi di calore per il riscaldamento del Volley nell'ultimo inverno

In fine, in Tab.6.13 – sono riportati gli indicatori di consumo relativi al tipo di palestra alta, nel caso il Volley di 16 m di altezza.

Va sottolineato che, come annotato nei grafici, si riportano i dati di consumo di calore del singolo corpo di fabbrica e/o servizio, al netto delle perdite di caldaia e trasporto.

Dato il rendimento di globale caldaia e distribuzione del 82%, dichiarato dal CONI Servizi, se si volesse avere una indicazione di energia assorbita alla fonte (Es. GAS) le cifre di cui sotto andrebbero divise per 0.84.

INDICATORE ANNUALE RISCALDAMENTO VOLLEY (*)					
Indicatore Riscaldamento Volley	superficie [mq]	volume [mc]	energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
campo volley	726	11.741	516.409	711	44
(*) Nota: energia termica assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)					

Tab.6.13 – Indicatore di consumo annuale per la palestra alta, inverno 2011-2012

## Ventilazione

La ventilazione dei grandi volumi non è una parte trascurabile del consumo di energia, è stato rilevato già in fase di sopralluogo indagando sulle potenze dei motori delle UTA.

Sono state prese in analisi due palestre di tipo alto, il Volley di altezza 15 metri e la Ginnastica del CPO di altezza 8 metri.

Entrambe presentano una potenza installata per ventilazione molto simile, il Volley ha 8,5 kW e la Ginnastica 7,5 kW.

Viene considerata una accensione continua nelle ore di apertura delle palestre, ciò è obbligato dalla regolamentazione del ricambio d'aria minimo. La ventilazione è comunque sempre attiva, nei 300 giorni anno di utilizzo, per 16 ore al giorno. Si ricava un totale di ore di ventilazione per anno di 4800.

Nella Tab.6.14 sono mostrati i dati di potenza ed energia legati agli assorbimenti dei motori delle giranti dell'aria.

VENTILAZIONE PALESTRE ALTE - POTENZA ED ENERGIA						
Palestra	potenza motori [kW]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore utilizzo anno [h]	energia [kWh]
Volley	8,5	0,9	1	1	4.800	40.800
CPO Ginnastica	7,5	1,7	1	1	4.800	36.000

Tab.6.14 – Potenza ed energia legate alla ventilazione annuale delle palestre alte

Nella Tab.6.15 sono riportati gli indicatori di consumo relativi alla ventilazione delle palestre alte: assorbimenti derivanti dalla marcia dei motori elettrici delle UTA.

Indicatore annuale di consumo per ventilazione palestre alte					
Palestra	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore E/superf [kWh/mq]	indicatore E/volume [kWh/mc]
Volley	40.800	660	10.000	61,8	4,1
CPO Ginnastica	36.000	600	4.300	60,0	8,4
TOT	76.800	1.260	14.300	60,9	6,2

Tab.6.15 – Indicatore di consumo per la ventilazione delle palestre di tipo alto

Va sottolineato come l'assorbimento delle macchine da ventilazione, specialmente nei grossi volumi, supera di gran lunga altre importanti quantità (ad esempio l'illuminazione). Pertanto va sottolineato che tale consumo, sia in termini di potenza che in termini di ore di accensione, non deve essere trascurato e presenta un importante peso sui valori complessivi di energia spesa.

## 7. Analisi di consumo delle palestre basse

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle palestre di modesta altezza, entro i 5m, non sono gravate da un forte dispendio di energia per illuminazione e riscaldamento; queste vengono trattate quasi come dei normali ambienti interni. Le necessità energetiche sono comunque legate a tutti i seguenti assorbimenti:

- illuminazione di interni,
- raffrescamento,
- riscaldamento,
- ventilazione.

### *Illuminazione di interni*

L'illuminazione delle palestre di tipo basso, che in genere non superano i 5 metri di altezza, è generalmente realizzata mediante tubi o lampade compatte fluorescenti.

Per quanto riguarda l'illuminazione è stato possibile effettuare sopralluoghi e misure elettriche solamente nelle palestre della scherma, pertanto queste formano il campione di interesse.

La palestra "Roma", in seguito alla campagna di misure effettuata, presenta correnti medie di fase sul quadro elettrico trifase principale, di circa 7 A. Le misure sono state sempre effettuate in condizioni di esercizio a pieno regime e la potenza dedicata all'illuminazione risulta di circa 4 kW.

La palestra principale della scherma, la più grande, monta ben 7 file da 4 lampade a scarica da 250W; in pieno esercizio si rileva un assorbimento di circa 13A per fase ed il totale è di 7,5 kW.

La palestra piccola della scherma è dotata di tre file da dieci lampade comuni 2x36W lineari fluorescenti; la potenza totale impegnata, dalla misura a regime, risulta e conferma i 2,2kW.

Nella Tab.7.1 sono riassunti i dati appena rilevati con la valutazione dell'energia assorbita in un anno; questa fa riferimento ad un utilizzo di 16 ore giornaliere dell'impianto per un totale annuo di 4800 ore di servizio.

POTENZA IMPEGNATA ED ENERGIA ASSORBITA PER ILLUMINAZIONE DI PALESTRE BASSE							
palestra	potenza impegnata [kW]	superficie [mq]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore accensione per anno	energia anno [kWh]
Scherma Roma	4	160	25	1	0,8	4.800	15.360
Scherma principale	7,5	300	25	1	0,8	4.800	28.800
Scherma piccola	2,2	128	17	1	0,8	4.800	8.448
TOT	13,7	588					52.608

Tab.7.1 – Impegno di potenza ed energia per l’illuminazione delle palestre della scherma

In seguito, viene mostrato in Tab.7.2, l’indicatore di consumo annuale per l’illuminazione delle palestre di tipo basso.

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE PER ILLUMINAZIONE DI PALESTRE BASSE					
	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore Energia El./superf. [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
Scherma Roma	15.360	160	640	96	24,0
Scherma principale	28.800	300	1800	96	16,0
Scherma piccola	8.448	128	380	66	22,2
TOT	52.608	588	2820		
medio				89,5	18,7

Tab.7.2 – Indicatore di consumo annuale per illuminazione delle palestre della scherma

### Raffrescamento

Per il tipo palestra bassa sono state analizzate le palestre Lotta e Pesi all’interno del CPO. Il Centro di Preparazione Olimpica include anche degli spazi comuni che non sono raffrescati e la palestra di tipo alto denominata Ginnastica.

Gli spazi di interesse vengono quantificati mediante i rilevamenti presi in fase di sopralluogo: le superfici e le cubature sono suddivise, tra gli ambienti di diverso tipo, come sotto riportato in Tab.7.3.

	superficie [mq]	altezza media [h]	volumi [mc]
CPO (tutto)	2.289	5	12.589
CPO Ginnastica (palestra alta)	600	7	4.300
CPO (accessori e corridoi)	458	3	1.374
CPO Lotta + Pesì (palestre basse)	1.231	5	6.155

Tab.7.3 – Suddivisione degli spazi delle palestre, alte e basse, del CPO

A seguire, in Tab.7.4, vengono mostrati i dati relativi alle portate delle UTA delle diverse palestre, alla palestra alta ginnastica è riconducibile il 41% del freddo, la rimanente parte alle palestre basse di interesse.

CPO Contabilizzatore	Portate UTA [mc/h]	Potenza ventilazione [kWh]	% del TOT del CPO
Palestra Alta CPO Ginnastica	18000	7.05	41
Palestra Bassa Lotta	12000	5.05	27
Palestra Bassa Pesì	14000	16	32

Tab.7.4 – Suddivisione dei consumi per condizionamento delle palestre, alte e basse, del CPO

La quota di energia letta dal contabilizzatore CPO, pari al 59 % del totale, è relativa alle palestre Lotta e Pesì. La quota di interesse è riportata nella Tab.7.5: i dati in grassetto sottolineato, da maggio ad agosto incluso, sono quelli effettivamente misurati. Come per gli altri dati non pervenuti, i valori di Settembre ed Ottobre sono stati ricavati in funzione delle temperature medie mensili.

CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO DELLE PALESTRE BASSE CPO - ESTATE 2012							
	14-31 Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	1-15 Ottobre	TOT [kWh]
T media mensile [°C]	17	24	26	28	22	16	
Energia [kWh]	<b><u>6.739</u></b>	<b><u>49.141</u></b>	<b><u>61.379</u></b>	<b><u>69.436</u></b>	44.000	6.400	237.095

Tab.7.5 – Consumo per raffrescamento delle palestre basse Lotta e Pesì

Infine si riportano l'andamento grafico dei consumi da condizionamento per l'estate 2012 (Fig.7.1) e l'indicatore di consumo in funzione delle superfici e dei volumi relativi alle palestre di tipo basso analizzate, Tab.7.6.

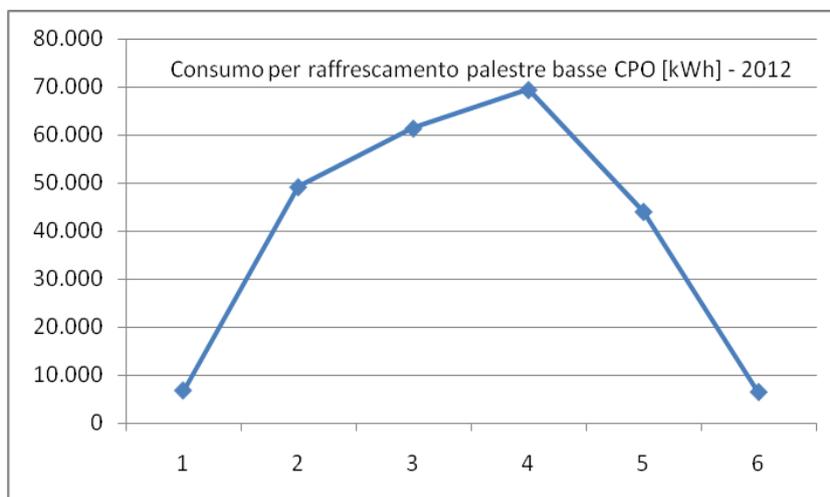


Fig.7.1 – Energia assorbita nei mesi da Maggio ad Ottobre 2012, per il raffrescamento delle palestre basse Lotta e Pesì

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER RAFFRESCAMENTO PALESTRE BASSE (*)				
energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore ET/superf [kWh/mq]	indicatore ET/volume [kWh/mc]
237.095	1.231	6.155	192,6	38,5
(*) Nota: energia assorbita al netto del rendimento del CDZ (EER dichiarato 2.77)				

Tab.7.6 – Indicatore di consumo per raffrescamento delle palestre Pesì e Lotta nel 2012

### Riscaldamento

Al momento, nel centro Onesti, sono presenti tre palestre basse: ginnastica generale, scherma e lotta. Queste sono incluse nell'edificio denominato Centro di Preparazione Olimpica (CPO) che viene qui analizzato.

Il riscaldamento invernale della costruzione in oggetto è una importante voce di costo. Il calore viene fornito dalla centrale termica CTF e misurato mediante contabilizzatore di calore installato da marzo 2012.

Non essendo noti i dati precedenti alla installazione del contabilizzatore ci si basa sulle temperature medie mensili ricavate dal vicino aeroporto Roma Urbe per interpolare la curva e ricavare i dati invernali mancanti.

Nella presente valutazione viene trascurata la produzione di ACS per due motivi. Il primo è che viene generalmente prodotta con una caldaia locale a gas che, raramente, può essere aiutata da uno scambiatore sulla tubazione del caldo dalla CTF. Il secondo motivo è che il consumo per ACS del gruppo CPO risulta talmente esiguo rispetto al riscaldamento che, anche in caso di aiuto da parte della CTF, può essere trascurato.

In Tab.7.7 sono mostrati i dati misurati prima della fine del periodo invernale.

CONSUMO DI kWh TERMICI DA RISCALDAMENTO - CPO (TUTTO) - 2012			
	marzo	aprile	1 mag - 14 mag
Caldaia kWh	95.672	75.769	15.464

Tab.7.7 – Dati di consumo di tutto il CPO da contabilizzatore della centrale CTF

Come si evince dalla Tab.7.8 risulta di interesse solamente il 70% della superficie del CPO, quella legata alle sole palestre, gli accessori e gli spogliatoi vengono tralasciati in quanto studiati separatamente. Avendo le superfici di palestra un'altezza leggermente maggiore di quella degli accessori, si è valutata una rispondente ripartizione delle superfici nella seguente maniera: palestre basse CPO 80% e locali accessori 20%.

	superficie [mq]	altezza media [h]	volumi [mc]
CPO (tutto)	2.289	5	12.361
CPO (palestre)	1.831	6	10.987
CPO (accessori)	458	3	1.373

Tab.7.8 – Dimensioni e volumi di interesse del CPO

Nella Tab.7.9 vengono riportati i valori di energia termica assorbita per l'inverno 2011-2012, da ottobre a febbraio sono ricavati, marzo ed aprile sono effettivamente misurati.

PALESTRE BASSE CPO - ASSORBIMENTO RISCALDAMENTO INVERNO 2011-2012 (*)								
anno	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	
mese	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	TOT
kWh	74.650	107.681	154.025	166.685	238.588	76.538	60.615	878.783

(\*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)

Tab.7.9 – Consumo mensile per riscaldamento delle sole palestre del CPO

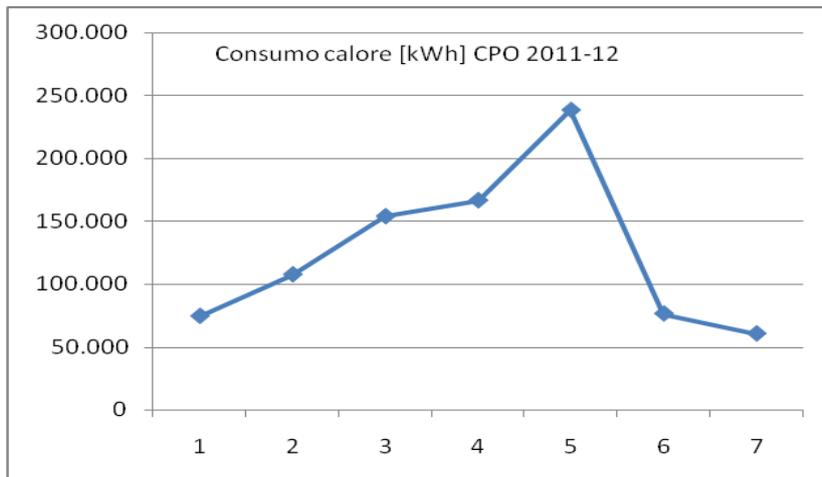


Fig.7.2 – Andamento dei consumi per il riscaldamento Ottobre-Aprile delle palestre basse del CPO

Viene riportata la Tab.7.10 con gli indicatori di consumo annuali per riscaldamento delle palestre basse. Va sempre sottolineato che l’energia assorbita è al netto del rendimento di caldaia (dichiarato dalla gestione tecnica in 0.84).

INDICATORE RISCALDAMENTO CPO (PALESTRE BASSE)				
superficie sole palestre basse [mq]	volume sole palestre basse [mc]	energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
1.831	10.987	878.783	480	80
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)				

Tab.7.10 – Indicatore di consumo per riscaldamento delle palestre basse

### Ventilazione

La ventilazione della palestre di tipo basso, come per le altre, è di notevole importanza e, come già rilevato, non deve essere trascurata; si impiega un grosso quantitativo di energia sia per la durata/continuità della ventilazione sia per la potenza in gioco.

Anche nelle palestre della scherma è stato fatto un approfondito sopralluogo atto a valutare la potenza impegnata nelle UTA e nei sistemi dedicati al ricambio dell’aria.

La palestra della scherma “Roma” monta un motore da 2kW, la palestra principale monta motori da ventilazione per ben 10kW e quella piccola ancora 2kW.

I tempi di utilizzo sono gli stessi dell'illuminazione, 16 ore giornaliere per un totale annuo di 4800 ore circa di apertura ed esercizio a piena potenza.

Nella Tab.7.11 sono mostrati i dati relativi alla ventilazione della palestre di tipo basso.

Gli indicatori di consumo riferiti all'anno di servizio per la ventilazione della palestre di altezza inferiore ai sei metri sono riportate nella Tab.7.12.

POTENZA IMPEGNATA ED ENERGIA ASSORBITA PER VENTILAZIONE DI PALESTRE BASSE							
palestra	potenza impegnata [kW]	superficie [mq]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore accensione per anno	energia anno [kWh]
Scherma Roma	2	160	13	1	1	4.800	9.600
Scherma principale	7,5	300	25	1	1	4.800	36.000
Scherma piccola	2	128	16	1	1	4.800	9.600
TOT	11,5	588					55.200

Tab.7.11 – Potenza impegnata ed energia assorbita dalle palestre della scherma

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE PER VENTILAZIONE DI PALESTRE BASSE					
	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore Energia El./superf. [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]
Scherma Roma	9.600	160	640	60	15,0
Scherma principale	36.000	300	1800	120	20,0
Scherma piccola	9.600	128	380	75	25,3
TOT	55.200	588	2820		
medio				93,9	19,6

Tab.7.12 – Indicatori di consumo annuali per la ventilazione delle palestre della scherma

## 8. Analisi di consumo delle piscine

### *Introduzione*

La valutazione dei consumi delle piscine va approfondita su diversi temi data la complessità di impianto ed i numerosi utilizzi dell'energia.

Le piscine dimostrano la necessità di fornire i servizi di seguito riportati:

- riscaldamento dell'acqua della vasca durante il rinnovo continuo,
- riscaldamento dell'acqua della vasca durante il riempimento,
- riscaldamento degli ambienti,
- illuminazione di campi interni,
- pompe,
- ventilazione.

In questo capitolo, le suddette necessità vengono analizzate e descritte separatamente a meno del riscaldamento dell'acqua della vasca che include il riscaldamento in fase di riempimento a quello in fase di normale ricambio in esercizio.

### *Riscaldamento dell'acqua della vasca per rinnovo continuo e riempimento*

Il riscaldamento dell'acqua della vasca avviene per due principali motivi: ricambio continuo e sostituzione integrale dell'acqua della vasca. La sostituzione integrale dell'acqua viene fatta generalmente una o due volte l'anno; nel centro in analisi avviene una volta l'anno e nel mese di Agosto per risparmiare sul riscaldamento. Di fatti nel mese di Agosto si può rilevare un consumo maggiore del normale. Nelle prossime indagini si intende effettuare delle misure sull'impianto, al fine di separare con precisione i consumi per il riscaldamento in fase in ricambio da quelli in fase di riempimento.

Per quanto riguarda il ricambio continuo è associato alla quota minima di acqua da sostituire ed è pari al 5% del volume al giorno; nel centro l'oggetto viene cambiato circa il 10% dell'acqua di vasca nell'intera giornata. Data la differenza di temperatura, sufficientemente costante durante l'anno, tra l'acquedotto e la vasca (rispettivamente 13° e 28° C) la quantità di calore perduta è ingente.

E' stato installato un contabilizzatore separato per la piscina da 50 metri, questo valuta il calore dedicato al riscaldamento dell'acqua della vasca.

Nella Tab.8.1 sono riportate le dimensioni delle vasche presenti nel centro, i dati fanno capire quanto siano importanti le quantità d'acqua e, conseguentemente, di calore in esse contenute.

	lunghezza [m]	larghezza [m]	profondità [m]	volume [mc]
Piscina 50	50	19	2,5	2.375
Piscina Tuffi	16	16	8,0	2.048
Piscina 25	25	12	2,0	600

Tab.8.1 – Dimensioni e volumi d’acqua delle vasche presenti nel centro Onesti

Al fine di mantenere la temperatura di norma l’acqua di ricambio immessa nella vasca viene riscaldata mediante tre diverse fonti di produzione installate nella centrale CTF:

- caldaia a GAS,
- pompa di calore,
- desurriscaldatore.

La caldaia a GAS e la pompa di calore lavorano insieme nel periodo invernale, il carico di punta viene tenuto con la caldaia a GAS e la PDC entra o in soccorso o per migliorare il rendimento globale. Il desurriscaldatore lavora solamente in estate in quanto recupera il cascame di calore derivante dal condizionamento. Sempre nel caso estivo, alcune volte, un piccolo aiuto al desurriscaldatore viene dato dalla caldaia a GAS.

Le piscine contabilizzate di interesse sono due: la Piscina 50 e la Tuffi (comprensiva anche della vasca 25m). Di seguito, in Tab.8.2 vengono mostrati i dati di energia rilevati dalle letture (in neretto sottolineato) e quelli interpolati perché relativi ai mesi di cui non si hanno le letture (in carattere normale).

ENERGIA ASSORBITA PER IL RISCALDAMENTO DELLA VASCA DELLE PISCINE - SETTEMBRE 2011 - AGOSTO 2012												
anno	2011	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
mezzo	sett	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago
T medie mensili	21,2	16,3	11,3	7,9	7,3	5,1	12,6	14,1	17,2	24	26	28
Piscina 50 m												
energia da caldaia [kWh] - GAS	?	?	?	?	?	?	<u>19.716</u>	<u>15.516</u>	<u>18.017</u>	<u>7.052</u>	<u>2.366</u>	<u>1.710</u>
energia da PDC [kWh] - Elettr.	?	?	?	?	?	?	<u>95.531</u>	<u>146.414</u>	<u>30.451</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
energia da desurriscald. [kWh] - Recupero	?	?	?	?	?	?	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>55.758</u>	<u>86.580</u>	<u>76.337</u>	<u>57.487</u>
energia TOT mensile assorbita [kWh]	58.286	90.740	123.857	146.377	150.351	164.922	<u>115.247</u>	<u>161.930</u>	<u>104.226</u>	<u>93.632</u>	<u>78.703</u>	<u>59.197</u>
energia TOT anno [kWh]	1.347.469											

Piscina Tuffi												
energia da caldaia [kWh] - GAS	?	?	?	?	?	?	<u>41.928</u>	<u>33.929</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1.016</u>	<u>8.820</u>
energia da PDC [kWh] - Elettr.	?	?	?	?	?	?	<u>0</u>	<u>72.077</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
energia da desurriscald. [kWh] - Recupero	?	?	?	?	?	?	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>12.597</u>	<u>20.397</u>	<u>35.371</u>	<u>42.145</u>
energia TOT mensile assorbita [kWh]	29.283	45.588	62.226	73.540	75.537	82.858	<u>41.928</u>	<u>106.006</u>	<u>12.597</u>	<u>20.397</u>	<u>36.387</u>	<u>50.965</u>
energia TOT anno [kWh]	637.313											
Piscina 50 + Tuffi												
energia TOT anno 2 piscine [kWh]	1.984.782											

*Tab.8.2 – Assorbimento dell’energia necessaria al riscaldamento della vasca delle piscine, in grassetto/sottolineato i dati rilevati dai contabilizzatori, i dati degli altri mesi sono interpolati ( al netto delle perdite di conversione)*

Non avendo disponibilità delle letture dei contabilizzatori per almeno un anno, non è possibile conoscere con esattezza il comportamento energetico dei tre diversi sistemi di produzione/trasformazione della centrale termica: fonte elettrica, fonte GAS o recupero. Per tale motivo, in attesa degli approfondimenti dell’anno successivo, sono stati interpolati i dati mancanti solamente a livello di produzione globale. Gli indicatori così ricavati hanno una valenza generale ma, comunque, forniscono una quantificazione delle necessità energetiche per il riscaldamento dell’acqua; sarà cura di chi ne dovesse fare uso a, livello di previsione e dimensionamento, di tenere in conto il rendimento del sistema che si utilizzerà nel caso particolare.

Al momento non è possibile asserire con precisione quanto il Centro Onesti risparmia all’anno grazie alla ottimizzazione delle macchine della CTF. La scelta della strategia di collaborazione tra le diverse macchine presenti nella centrale termica è complessa ed in corso di ulteriore ottimizzazione. Per confermare, in cifre, il risparmio legato alle scelte progettuali e di gestione effettuate sull’impianto sarà necessario attendere un anno di misure. I contabilizzatori forniranno i dati distinguendo l’energia derivante dalle diverse fonti e permettendo di confermare i diversi rendimenti al momento approssimati in:

- calore da caldaia con rendimento medio 0.84,
- calore da PDC con rendimento COP 2.5,
- calore recuperato da CDZ con rendimento EER 2.7.

In Fig.8.1 sono mostrati gli andamenti mensili, da Settembre 2011 a Agosto 2012, dell’energia assorbita per il riscaldamento dell’acqua delle vasche.

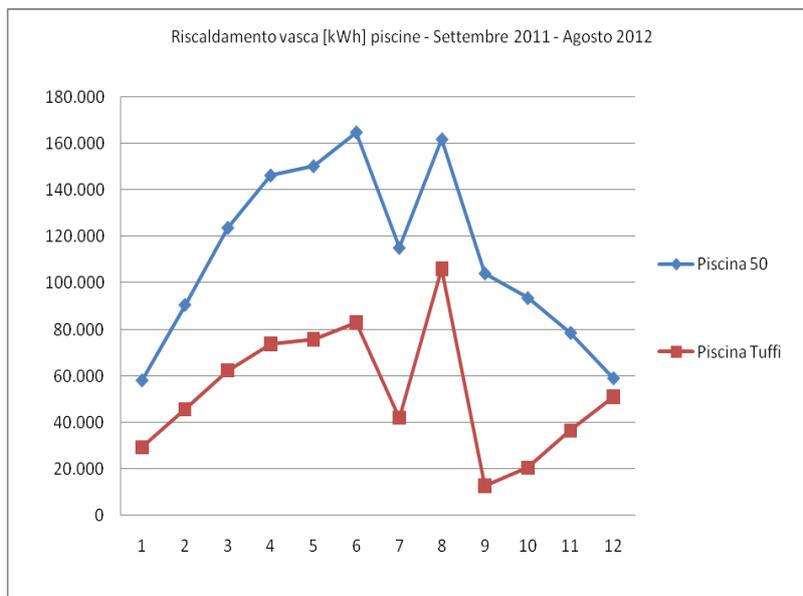


Fig.8.1 – Energia assorbita, in dodici mesi, per il riscaldamento delle vasche delle piscine

Infine si ricava l'indicatore di consumo, Tab.8.3, che indica quanto pesa energeticamente il riscaldamento dell'acqua per ogni metro quadro o metro cubo di vasca.

INDICATORE ANNUALE RISCALDAMENTO VASCHE PISCINE (*)					
	superficie [mq]	volume acqua vasca [mc]	energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
Piscina 50	950	2.375	1.347.469	1.418	567
Piscina Tuffi (incl.25m)	556	2.648	637.313	1.146	241
Medio				1.282	404
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di trasformazione					

Tab.8.3 – Indicatore di consumo per riscaldamento acqua di rinnovo piscine

Al consumo di energia per il rinnovo continuo dell'acqua va da aggiungersi la sostituzione integrale dell'acqua di vasca, in genere una volta l'anno.

Tale operazione viene effettuata in estate con la temperatura dell'acquedotto a circa 13°C, quella da raggiungere in vasca di 28°C ed un  $\Delta T$  di 15°C.

Considerato che per innalzare di un grado la temperatura di un grammo di acqua è necessaria una caloria; considerato anche che una caloria corrisponde a 1,16 kWh / 1.000.000; sapendo che la vasca della Piscina 50 (50x19x2,5m) contiene 2375 mc di liquido, corrispondenti a eguali tonnellate; dato che l'energia

necessaria per elevare la temperatura della vasca di 15°C corrisponde al prodotto delle calorie per il  $\Delta T$  e la massa d'acqua si ottengono 41.325 kWh.

In Tab.8.4 viene mostrato l'indicatore per il riscaldamento integrale dell'acqua di vasca, in seguito allo svuotamento programmato della vasca.

INDICATORE ANNUALE RISCALDAMENTO VASCHE PISCINE IN FASE DI RIEMPIMENTO INTEGRALE (*)					
Superficie vasca [mq]	volume acqua vasca [mc]	$\Delta T$ [°C]	energia assorbita per riscaldamento integrale acqua [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume vasca [kWh/mc]
950	2.375	15	41.325	43.5	17.4
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di conversione					

Tab.8.4 – Indicatore di consumo per riscaldamento integrale dell'acqua di vasca

Risulta evidente che si tratta di una percentuale irrisoria rispetto al flusso di energia necessario per il mantenimento della temperatura durante l'intero ciclo annuale. Il riempimento pesa, energeticamente parlando, sul totale del riscaldamento annuale per il 3%.

### Riscaldamento degli ambienti

Per quanto riguarda il riscaldamento dell'aria immessa negli ambienti le UTA installate all'esterno della Piscina 50 sono dotate di un misuratore di calore che è in grado di misurare esclusivamente il calore dedicato al riscaldamento del volume d'aria interno alla copertura della vasca.

La piscina persa in analisi non è dotata di raffrescamento estivo in quanto viene scoperta e ventilata e raffrescata naturalmente per circolazione d'aria naturale ed ombreggiamento.

Le altre piscine, tuffi e 25 metri, vengono in questa sede trascurate in quanto contabilizzano insieme il calore della vasca e quello del riscaldamento della struttura.

Nella Tab.8.5 vengono riportate le tre letture di energia consumata per riscaldare l'ambiente della Piscina 50 reali, misurate da contabilizzatori. Queste sono relative ai mesi di Marzo, Aprile e Maggio (quest'ultimo con consumo nullo). Le altre valutazioni di energia mensile assorbita sono state ricavate in funzione delle temperature medie mensili.

ENERGIA ASSORBITA ANNUALMENTE PER IL RISCALDAMENTO INVERNALE DELL'AMBIENTE PISCINA 50												
anno	2011	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
mese	sett	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago
T medie mensili	<b>21,2</b>	<b>16,3</b>	<b>11,3</b>	<b>7,9</b>	<b>7,3</b>	<b>5,1</b>	<b>12,6</b>	<b>14,1</b>	<b>17,2</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>
Energia assorbita da UTA Piscina 50 [kWh]	0	0	152.108	189.314	195.880	219.955	<u>137.882</u>	<u>138.914</u>	0	0	0	0
Energia assorbita TOT [kWh]	1.034.053											

Tab.8.5 – Consumo di energia per il riscaldamento degli ambienti della Piscina 50

Nel grafico di Fig.8.2 è delineato lo scenario di assorbimento annuale legato alla climatizzazione invernale del locale Piscina 50.

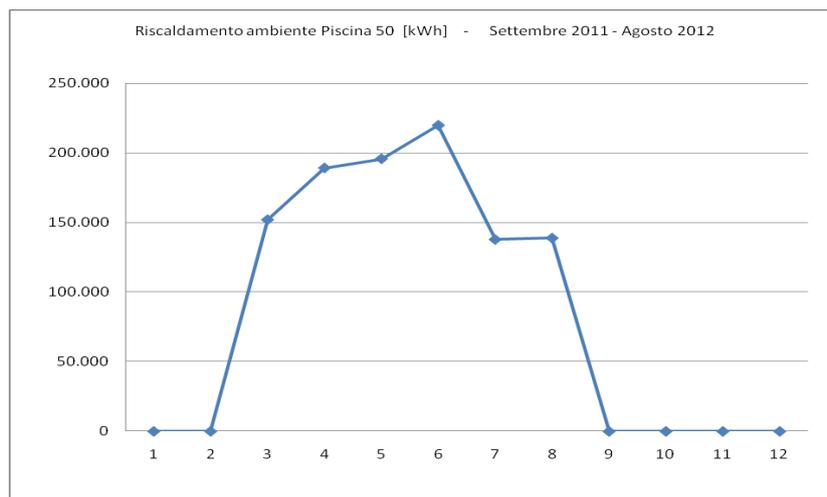


Fig.8.2 – Consumi, nell'arco di un anno solare, per il riscaldamento dell'edificio Piscina 50

Infine, in Tab.8.6 è riportato l'indicatore di consumo legato al riscaldamento dell'ambiente coperto che include la piscina olimpionica da 50 metri. Gli indicatori sono riportati in funzione della superficie della piscina (in questo caso un 20% circa è dedicato alle tribune) e del volume totale dell'involucro.

INDICATORE ANNUALE RISCALDAMENTO AMBIENTE PISCINA 50 (*)				
superficie [mq]	volume coperto [mc]	energia assorbita per ciclo invernale o per anno [kWh]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
2.250	10.500	1.034.053	460	98,5
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)				

Tab.8.6 – Indicatori di consumo per il riscaldamento del locale piscina

### Illuminazione di campi interni

L’illuminazione viene realizzata, sempre nella Piscina 50, mediante 40 lampade a scarica da 400W. La potenza impegnata è di circa 16 kW, dato confermato da tutte le misure elettriche effettuate sul campo che riportano generalmente circa 22-24 A di corrente sull’impianto trifase. Le misure sono state prese sempre con l’impianto a regime e comunque nelle massime condizioni di utilizzo.

Viene conteggiata, in funzione delle informazioni reperite durante i sopralluoghi al Centro Onesti, l’accensione dell’impianto luci per una media di 6 ore al giorno per 300 giorni l’anno.

L’area della Piscina 50 risulta essere di circa 1100 metri quadri, il relativo volume dell’ambiente interno di 9000 metri cubi.

Nella Tab.8.7 – Sono riportate le potenze e l’impegno per l’illuminazione della piscina da 50 metri.

ILLUMINAZIONE PISCINA 50								
tipo lampada	quantità	potenza lampada [W]	potenza TOT [kW]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore utilizzo anno [h]	energia [kWh]
proiettore fluorescente scarica	40	400	16	15	1	1	1.800	28.800

Tab.8.7 Potenze impegnate, utilizzo ed energia assorbita dall’illuminazione della Piscina 50

Ed infine, in tab.8.8, si riporta la valutazione dell’indicatore finale di consumo di energia, all’anno, per l’illuminazione delle piscina da 50 metri. Viene riportato in funzione della superficie interna ed anche del volume interno.

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER ILLUMINAZIONE PISCINA 50				
energia [kWh]	superficie [mq]	volume edificio [mc]	indicatore E/superf [kWh/mq]	indicatore E/volume edificio [kWh/mc]
28.800	1.100	9.000	26	3,2

Tab.8.8 – Indicatore di consumo annuale per l’illuminazione della piscina da 50 metri

## Pompe

Le pompe di ricircolo sono necessarie al fine di provvedere al filtraggio, alla pulizia ed al ricambio dell'acqua della vasca. Dal sopralluogo risultano installati tre motori da 15kW, di cui uno di scorta sempre di fermo, e vari piccoli accessori. L'assorbimento medio misurato nei sopralluoghi effettuati si è sempre mantenuto nel range dei 32-34° su circuito trifase. Pertanto la potenza impegnata per il pompaggio risulta essere mediamente di 19,5 kW.

Il funzionamento dell'impianto di ricircolo è continuo, 24 ore su 24, per un trattamento ininterrotto dell'intero volume di vasca circa 6 volte al giorno.

Il volume di interesse, rispetto al quale si vuole calcolare il dispendio di energia, è quello dell'acqua della piscina da 50 metri: 2375 metri cubi.

Nella Tab.8.9 sono quindi riportate la potenza impegnata e l'energia assorbita.

POMPAGGIO PISCINA 50 - POTENZA IMPEGNATA					
potenza motori [kW]	potenza installata per volume acqua [W/mc]	Kc	Ku	ore utilizzo anno [h]	energia [kWh]
19,5	8,2	1	1	8.760	170.840

Tab.8.9 – Potenza, utilizzo ed energia impegnate per il pompaggio acqua nella piscina da 50 metri

Infine l'indicatore di consumo per il pompaggio è riportato in Tab.8.10. Come riferimento, tale dato è riportato in funzione del volume d'acqua contenuto in vasca.

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER POMPAGGIO PISCINA 50				
energia [kWh]	superficie vasca [mq]	volume vasca [mc]	indicatore EE/superficie vasca [kWh/mq]	indicatore EE/volume vasca [kWh/mc]
170.840	950	2.375	179,8	71,9

Tab.8.10 – Indicatore di consumo annuale per il pompaggio acque nelle vasche

## Ventilazione

Il sistema di ventilazione è sempre attivo durante le ore di apertura dell'impianto sportivo, pertanto vengono conteggiate 16 ore di accensione per 300 giorni all'anno.

La ventilazione è assicurata mediante delle unità esterne di trattamento dell'aria che, sia in caso di riscaldamento che in caso di sola ventilazione sono sempre attive a regime.

Il sopralluogo e le verifiche effettuate sulle macchine UTA installate permettono di riportare una mandata 13,8 mc al secondo ed un ritorno di 11,1 mc al secondo. La potenza effettivamente impegnata per movimentare i due flussi di aria è di 30 kW per la mandata e di 18,5 kW per il ritorno; per un totale di 48,5 kW di assorbimento dei motori.

Nella Tab.8.11 sono riportati i dati di consumo relativi a ventilazione e ricambio d'aria dell'impianto Piscina 50.

VENTILAZIONE PISCINA 50 - POTENZA IMPEGNATA					
potenza motori [kW]	potenza installata per superficie [W/mq]	Kc	Ku	ore utilizzo anno [h]	energia [kWh]
48,5	44,1	1	1	4.800	232.800

Tab.8.11 – Potenza, utilizzazione ed energia impegnate per la ventilazione delle piscine

Nella Tab.8.12 si dichiara l'indicatore di consumo previsto per la ventilazione delle piscine; tale dato è riferito ai dati di superficie e di volume dell'intera struttura.

INDICATORE ANNUALE DI CONSUMO PER VENTILAZIONE PISCINA 50				
energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	indicatore E/superf [kWh/mq]	indicatore E/volume [kWh/mc]
232.800	1.100	9.000	211,6	25,9

Tab.8.12 – Indicatore di consumo annuale per la ventilazione delle piscine

## 9. Analisi di consumo degli spogliatoi

### Introduzione

La valutazione dei consumi degli spogliatoi risulta anch'essa complessa per la diversità di servizi energivori necessari, di seguito riportati.

Gli spogliatoi dimostrano la necessità di alimentare i seguenti servizi:

- acqua calda sanitaria,
- illuminazione di interni,
- forza motrice,
- riscaldamento,
- ventilazione.

Le suddette necessità vengono analizzate separatamente.

Per chiarire la dimensione degli ambienti in fase di analisi, nella Tab.9.1, vengono riportati i dati dimensionali degli edifici.

	mq	mc	n.° docce
Spogliatoi calcio	408	1.224	28
Spogliatoi Rugby	230	1120	38
Spogliatoi baseball	248	868	21
Spogliatoi Piscina 50	300	900	12

*Tab.9.1 – Superfici, volumi e quantità di docce degli spogliatoi in analisi*

### Acqua calda sanitaria e riscaldamento

Per quanto concerne l'utilizzo dell'acqua calda sanitaria, non essendo disponibili dati dai nuovi misuratori di calore della CTF è necessario procedere in base ai dati degli anni precedenti; i dati disponibili sono relativi ai consumi di GAS delle singole caldaie/utenze isolate. Le utenze isolate non sono collegate alla centrale termica CTF del Centro ed hanno una propria caldaia. La caldaia locale sopperisce, in genere, alle necessità sia di ACS sia di riscaldamento.

La centrale termica CTF consuma circa 623.300 mc di GAS all'anno, la somma della altre centrali locali consuma circa 128.200 mc. La quantità di GAS consumato delle caldaie locali è sufficientemente comparabile con quello del CTF e, specialmente se si tiene conto che la CTF scalda anche tutte le piscine, fornisce un dato degno di nota. Ritenendo i dati dei singoli contatori di GAS un campione significativo, si sfruttano le singole sorgenti per legare i dati di assorbimento alle singole utenze.

I dati da contatore utilizzati sono assolutamente veritieri e rispondenti ai periodi in quanto le letture sono state effettuate dai diretti tecnici del CONI Servizi e non dal distributore.

Per procedere alla separazione dei consumi tra CAS e riscaldamento, si parte dal fatto che in estate il consumo è legato esclusivamente alla ACS ed in inverno alla somma di ACS e del riscaldamento.

Partendo dai dati di consumo del GAS dei mesi estivi, relativi alla sola ACS, sono stati ricavati anche i mesi invernali mediante interpolazione. Facendo la differenza della curva di consumo generale e di quella dell'ACS si ricava la curva di consumo del GAS da riscaldamento..

Vengono presi in analisi gli spogliatoi del campo calcio 9, del campo rugby e del campo baseball, rispettivamente dimensionati per 28, 38 e 21 docce. I campi calcio 9 e rugby lavorano di continuo, il campo baseball, invece, lavora di meno.

L'anno in analisi è il 2011 ed in Tab.9.2 sono riportati i consumi dell'anno relativi a due diversi spogliatoi.

CONSUMO GAS COMPLESSIVO - 2011													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Spogliatoi campo calcio 9	3581	2082	2190	2663	571	331	384	329	381	473	3174	2464,33	18623,33
Spogliatoi rugby	3455,9	2677,1	2651	2023	801	410	685	991	307	1234	1283	2721,48	19239,48
Spogliatoi baseball	678	443	469	678	279	289	398	559	434	478	694	2125,66	7524,66
TOTALE													45387,47

CONSUMO GAS ACQUA CALDA SANITARIA (INTERPOLATO PER I MESI INVERNALI) - 2011													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Spogliatoi campo calcio 9	412	374	320	343	312	331	384	329	381	473	495	574	4728
Spogliatoi rugby	540	678	533	560	801	410	685	991	307	452	680	601	7238
Spogliatoi baseball	398	362	385	310	279	289	398	559	434	478	491	559	4942
TOTALE													16908

CONSUMO GAS RISCALDAMENTO (PER DIFFERENZA TRA CONSUMO TOTALE E CONSUMO ACS INTERPOLATO) - 2011													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Spogliatoi campo calcio 9	3169	1708	1870	2320	259	0	0	0	0	0	2679	1890,33	13895,33
Spogliatoi rugby	2915,9	1999,1	2118	1463	0	0	0	0	0	782	603	2120,48	12001,48
Spogliatoi baseball	280	81	84	368	0	0	0	0	0	0	203	1566,66	2582,66
TOTALE													28479,47

Tab.9.2 – Consumi di gas [mc] dell'anno 2011 relativi a due gruppi di spogliatoi

Nella Fig.9.1 sono riportati i grafici relativi che mostrano gli andamenti di massima del consumo di gas, rispettivamente quello complessivo, quello per ACS e quello per riscaldamento.

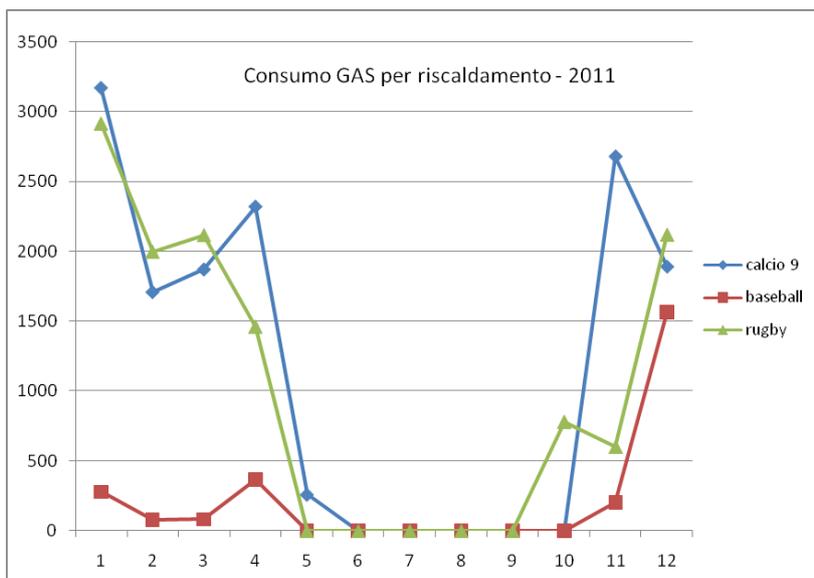
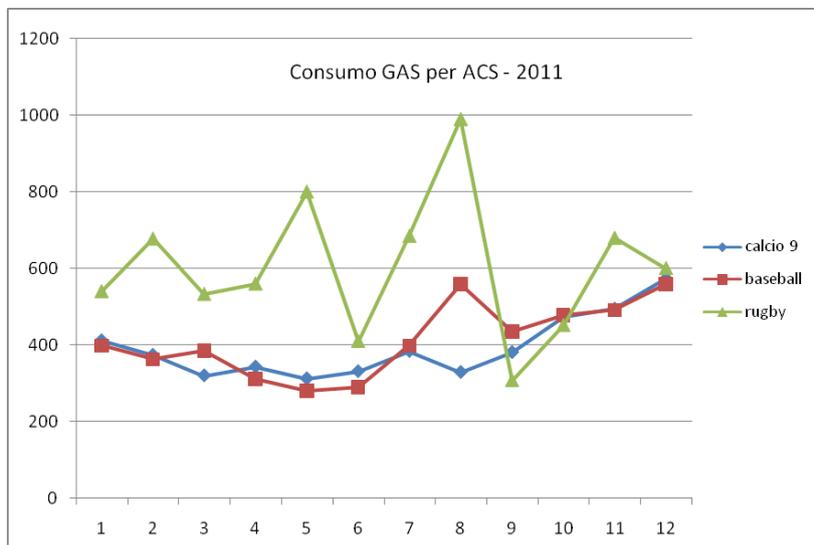
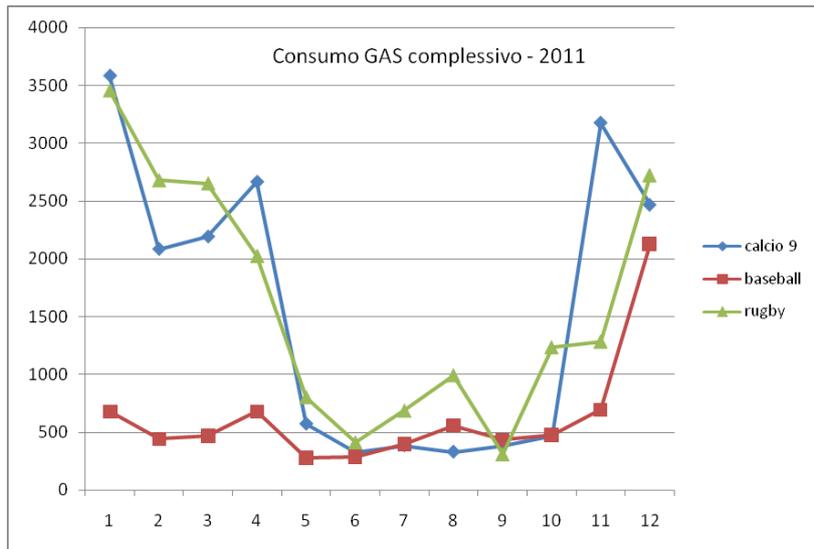


Fig.9.1 – Grafici consumi di gas dell'anno 2011 relativi agli spogliatoi calcio 9 e baseball

Al fine di verificare la congruità del consumo di GAS per l'ACS, si presentano anche i dati dei consumi di acqua, come da Tab.9.3.

2011	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT
Rugby (38 docce)	473	272	447	694	294	140	197	273	468	277	503	458	<b>4.496</b>
Baseball (21 docce)	1.987	1.410	1.781	3.004	1.501	987	719	343	266	254	338	513	<b>13.103</b>
Calcio (28 docce)	1.399	756	963	1.103	1.573	561	990	1.114	500	556	632	618	<b>10.765</b>
	<b>3.859</b>	<b>2.438</b>	<b>3.191</b>	<b>4.801</b>	<b>3.368</b>	<b>1.688</b>	<b>1.906</b>	<b>1.730</b>	<b>1.234</b>	<b>1.087</b>	<b>1.473</b>	<b>1.589</b>	<b>28.364</b>

*Tab.9.3 – Consumi di acqua per gli spogliatoi*

Si ricava che mediamente una doccia consuma circa 1000 litri di acqua per giorno. Si riferisce generalmente il consumo di acqua degli spogliatoi alle docce, mediamente il consumo legato all'uso dei lavandini è minimo. In media ogni atleta consuma mediamente dai 90 ai 300 litri di acqua ogni volta che si serve di una doccia.

Non è possibile fare riferimento ai consumi di acqua in quanto altamente variabili, prova ne è l'indicatore che ne deriva, riportato in Tab.9.4.

INDICATORE CONSUMO DI ACQUA	
Spogliatoi - 2011	MC acqua per doccia
Rugby (38 docce)	118
Baseball (21 docce)	624
Calcio (28 docce)	384

*Tab.9.4 – Indicatore di consumo annuale di acqua per singola doccia*

In merito alla valutazione dell'indicatore di consumo del GAS per gli spogliatoi, il dato risulta stabile e con una variazione molto bassa.

Sono riportati in Tab.9.5 i grafici con gli indicatori di consumo, dell'anno 2011, relativi ad ACS ed al riscaldamento degli stessi ambienti.

GAS - ACS SPOGLIATOI - 2011	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	TOT	MEDIO
Indicat. Calcio: MC GAS / N.DOCCE	15	13	11	12	11	12	14	12	14	17	18	21	169	
Indicato. Rugby: MC GAS / N.DOCCE	14	18	14	15	21	11	18	26	8	12	18	16	190	
Indicat. Baseball: MC GAS / N.DOCCE	19	17	18	15	13	14	19	27	21	23	23	27	235	198

GAS - RISCALDAMENTO SPOGLIATOI - 2011	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	sett	ott	nov	dic	TOT	MEDIO
Indicat. Calcio: MC GAS / N.DOCCE	113	61	67	83	9	0	0	0	0	0	96	68	496	
Indicato. Rugby: MC GAS / N.DOCCE	77	53	56	39	0	0	0	0	0	21	16	56	316	
Indicat. Baseball: MC GAS / N.DOCCE	13	4	4	18	0	0	0	0	0	0	10	75	123	312

*Tab.9.5 – Indicatori annuali di consumo di GAS, rispettivamente per ACS e per riscaldamento, valori in mc di GAS in rapporto al numero di docce*

Va tenuto conto che il campione preso include gli spogliatoi del baseball che lavorano di meno degli altri due, circa il 20-40% in meno; se fosse necessario progettare un impianto per degli spogliatoi ad uso intensivo, sarebbe quindi più corretto tenere conto della media dei primi due (calcio e rugby) che risulta molto stabile.

Non è sicuro legare un indicatore di consumo al numero di docce perché l'affluenza di uno spogliatoio risulta maggiormente legata alla superficie che alla quantità di docce presenti; inoltre molti atleti, essendo il centro polifunzionale, fanno un doccia a fine allenamento in uno spogliatoio diverso dai precedenti, di conseguenza non tutti gli atleti utilizzano le docce durante l'accesso ad uno spogliatoio. Infine, molti spogliatoi legati a sport di squadra (es: calcio, rugby) hanno un elevato numero di docce per sopperire contemporaneamente ad una grande affluenza ma con piccola frequenza; a volte possono dimostrare consumi molto minori di spogliatoi con quantità di docce ben più ridotta.

Per tali motivi si ritiene più stabile un indicatore di consumo legato alla superficie in metri quadri anche se si riportano comunque gli indicatori in funzione del numero di docce.

Anche in questo caso viene utilizzato il fattore di conversione, dichiarato dal distributore, tra metri cubi di GAS e kWh termici pari a 11.05; valore confermato ancora una volta dalla gestione tecnica del centro sportivo.

INDICATORE ACS	GAS [mc]	superf. [mq]	volume [mc]	Indicat. mcGAS/mq	Indicat. mcGAS/mc	Indicat. E.T./superf. [kWh/mq]	Indicat. E.T./volume [kWh/mc]	numero docce	Indicat. E.T./n.docce [kWh/nd]
Spogliatoi campo calcio 9	4.728	408	1.224	12	4	128	43	384	136
Spogliatoi rugby	7.238	230	1.120	31	6	348	71	118	678
Spogliatoi baseball	4.942	248	868	20	6	220	63	624	88
TOT	16.908	886	3.212	19	5	211	58	TOT	300

INDICATORE RISCALD.	GAS [mc]	superf. [mq]	volume [mc]	Indicat. mcGAS/mq	Indicat. mcGAS/mc	Indicat. E.T./superf. [kWh/mq]	Indicat. E.T./volume [kWh/mc]	numero docce	Indicat. E.T./n.docce [kWh/nd]
Spogliatoi campo calcio 9	13.895	408	1.224	34	11	376	125	384	400
Spogliatoi rugby	12.001	230	1.120	52	11	577	118	118	1.124
Spogliatoi baseball	2.583	248	868	10	3	115	33	624	46
TOT	28.479	886	3.212	32	9	355	98	TOT	523

Tab.9.6 – Indicatori annuali di consumo del GAS, rispettivamente per l’ACS e per il riscaldamento, valori in mc di GAS riferiti a superfici e volumi delle strutture

Si sottolinea infine che, per ottenere un indicatore più preciso, specialmente per la ACS, sarebbe opportuno avere dei dati di accesso ed uso dei servizi molto precisi.

### Illuminazione interna

L’illuminazione degli spogliatoi non è dotata di contatore separato, pertanto la si ricava con modalità progettuali dalle ore di utilizzo e dalla potenza installata.

In funzione delle tabelle con gli orari di utilizzo dei campi e delle strutture sportive sono stati ricavati le ore di accensione dell’illuminazione ed i coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione degli impianti. Tali coefficienti sono stati verificati anche in caso di sopralluogo. Le ore di accensione risultano essere mediamente di 6 ore al giorno; i giorni di apertura/utilizzo del singolo impianto sono circa 300 per l’anno.

Durante i sopralluoghi effettuati sono state effettuate anche le misure a campione, nelle ore di punta, per avere una conferma delle correttezza dei dati presunti secondo la regola progettuale.

I sistemi di illuminazione degli spogliatoi sono realizzati, come nella maggior parte dei casi, mediante tubi fluorescenti da 36W.

Negli spogliatoi presi in analisi per quanto riguarda l’illuminazione, Piscina 50 e Baseball, son rispettivamente state rilevate potenze installate di 10 e 12 W/mq.

Nella Tab.9.7 sono riassunti i dati necessari a valutare il consumo di energia relativo agli spogliatoi.

POTENZA ED ENERGIA PER L'ILLUMINAZIONE DEGLI SPOGLIATOI						
	superficie [mq]	Pot. Inst. Mq [W/mq]	Kc	Ku	Ore acc. Anno [h]	Energia Assorbita [kWh]
Spogliatoi Piscina 50	300	10	0,8	0,8	1.800	3.456
Spogliatoi baseball	248	12	0,8	0,8	1.800	3.428

Tab.9.7 – Valutazione della potenza impegnata e dell'energia consumata per l'illuminazione degli spogliatoi

In Tab.9.8 vengono valutati gli indicatori di consumo annuali per l'illuminazione degli spogliatoi. Questi vengono generalmente calcolati in base alle superfici ed ai volumi ma, questa volta, in aggiunta anche in base al numero di docce che risulta essere uno dei parametri di riferimento più importante per gli spogliatoi (anche per quanto riguarda il consumo di acqua).

INDICATORE DI CONSUMO ANNUALE PER L'ILLUMINAZIONE DEGLI SPOGLIATOI							
	Energia Assorbita [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	n. docce	indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]	indicatore Energia El./n.docce [kWh/n.docce]
Spogliatoi Piscina 50	3.456	300	900	12	11,5	3,8	288
Spogliatoi baseball	3.428	248	868	21	13,8	3,9	163

Tab.9.8 – Indicatore di consumo annuale per illuminazione spogliatoi

### Forza motrice

Per quanto riguarda la forza motrice, l'unico utilizzatore generalmente utilizzato è l'asciugatore ad aria calda (fisso o portatile). Gli altri utilizzatori rilevati, come carica cellulari o rasoi elettrici, data la ridotta potenza vengono trascurati in questo conteggio.

Anche questo servizio non è gestito da contatore separato, in base alle misure effettuate sul campo ed alle previsioni di progetto si procede a valutare la necessità energetica.

Vengono presi in analisi e studiati anche tramite sopralluogo e misure sul campo gli spogliatoi della Piscina 50 e del baseball.

Entrambi risultano molto simili tra loro e, comunque, non molto differenti (come impianto ed utilizzo) dagli altri spogliatoi del Centro Onesti.

Dagli orari di apertura dei singoli impianti e dalle statistiche valutate nel corso dell'indagine si ritiene, con buona approssimazione che la FM degli spogliatoi venga sfruttata per 13 ore al giorno. Su tutto l'anno si contano circa 300 giorni di funzionamento a pieno regime fornendo, quindi, un totale di 3900 giorni l'anno di attività.

Sono state rilevate, in fase di sopralluogo, le consistenze di prese di corrente ad uso asciugacapelli e degli apparecchi fissi installati a parete. Per la potenza di questi apparecchi altamente energivori, si conta in media 1500W per i primi e 1000W per i secondi appena indicati.

Nella Tab.9.9 sono riportati tutti i dati necessari per valutare l'impegno di potenza e di energia per forza motrice che, durante l'intero anno, viene impegnata dagli spogliatoi.

DATI DI CONSUMO ANNUALI PER GLI SPOGLIATOI												
	superficie [mq]	n. phon fissi	potenza phon fissi [kW]	n.° prese 10A	potenza phon personali [kW]	Pot. Inst. [kW]	Kc	Ku	potenza impegnata [kW]	pot. Per unità si seuperf. [W/mq]	ore acc. anno [h]	energia [kWh]
Spogliatoi Piscina 50	300	4	1	8	1,5	16	0,20	0,60	1,92	6,4	3.900	7.488
Spogliatoi baseball	248	6	1	12	1,5	24	0,10	0,60	1,44	5,8	3.900	5.616

Tab.9.9 – Valutazione delle potenza e dell'energia impegnate in un anno per la FM negli spogliatoi

Anche in questo caso, ai comuni indicatori in funzione di superfici e volumi, viene aggiunto l'indicatore relativo al numero di docce. Si ricorda che nella conduzione del centro sportivo viene dato importante peso alla valutazione dei consumi di acqua ed alla relazione che questi hanno con la gestione ottimizzata dell'intero sistema. In Tab.9.10 sono mostrati tutti i suddetti indicatori.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER LA FM DEGLI SPOGLIATOI							
	energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	n. docce	indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]	indicatore Energia El./n.docce [kWh/n.docce]
Spogliatoi Piscina 50	7.488	300	900	12	25,0	8,3	624
Spogliatoi baseball	5.616	248	868	21	22,6	6,5	267

Tab.9.10 – Indicatore di consumo annuale per la FM degli spogliatoi

## Ventilazione

Anche per la ventilazione non è disponibile un contatore. Si procede alla valutazione dell'energia assorbita mediante sopralluogo e verifica della potenza impegnata e dei tempi di accensione.

La durata di accensione dell'impianto di ventilazione è di circa 14 ore per giorno, considerati 300 giorni di funzionamento a pieno ritmo si giunge ad un totale di circa 4200 ore per anno.

Negli spogliatoi presi in analisi si trovano diversi sistemi di ventilazione; nello spogliatoio della Piscina 50 è installata una UTA con potenza complessiva di 3kW, in quello del Baseball ci sono dei normali estrattori per un totale di potenza installata di poco meno di 1 kW.

In Tab.9.11 sono mostrate i dati necessari alla valutazione progettuale della potenza impegnata e, quindi, dell'energia assorbita in un anno di servizio.

DATI DI CONSUMO ANNUALI PER VENTILAZIONE DEGLI SPOGLIATOI								
	potenza ventilazione [kW]	Kc	Ku	potenza impegnata [kW]	superficie [mq]	tot. funz. superf. [W/mq]	ore acc. anno [h]	Energia [kWh]
Spogliatoi Piscina 50	3	1	1	3	300	10	4.200	12.600
Spogliatoi baseball	1	1	1	1	248	4	4.200	4.200

Tab.9.11 – Potenza impegnata e energia necessarie alla ventilazione degli spogliatoi

Nella Tab.9.12 sono riportati gli indicatori di consumo standard, in funzione della superficie e del volume, con l'aggiunta dell'indicatore in funzione della quantità di docce.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER VENTILAZIONE DEGLI SPOGLIATOI							
	Energia [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	n. docce	indicatore Energia El./superficie [kWh/mq]	indicatore Energia El./volume [kWh/mc]	indicatore Energia El./n.docce [kWh/n.docce]
Spogliatoi Piscina 50	12.600	300	900	12	42	14	1.050
Spogliatoi baseball	4.200	248	868	21	17	5	200

Tab.9.12 – Indicatori di consumo annuali per la ventilazione degli spogliatoi

## 10. Analisi di consumo degli uffici

### Introduzione

La valutazione dei consumi degli spazi ad uso ufficio è legata ai seguenti utilizzi finali dell'energia:

- illuminazione di interni,
- forza motrice,
- raffrescamento,
- riscaldamento e ACS.

### Illuminazione di interni

Il sopralluogo valuta la potenza installata e l'utilizzo dell'illuminazione all'interno della Scuola dello Sport; l'edificio include sia uffici sia aule dove si svolge didattica.

La potenza media installata valutata in fase di verifica è risultata mediamente di 15 W/mq.

In base a tale dato ed ai coefficienti di utilizzo riportati nella Tab.10.1 vengono conteggiati gli impegni di potenza e di energia annuali.

Infine si valutano gli indicatori di consumo, sempre per illuminazione, in funzione delle superfici e dei volumi della struttura (Tab.20.2).

POTENZA IMPEGNATA E ENERGIA ASSORBITA PER ILLUMINAZIONE DI UFFICI ED AULE					
potenza media installata per superficie [W/mq]	superficie [mq]	ore accensione anno	Kc	Ku	energia anno [Kwh]
15	1.420	2700	0,5	0,8	23.004

Tab.10.1 – Potenza impegnata ed energia assorbita per l'illuminazione della Scuola dello Sport

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER ILLUMINAZIONE DI UFFICI ED AULE				
energia assorbita [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.E./volume [kWh/mc]
23.004	1.420	5.700	16	4,0

Tab.10.2 – Indicatori di consumo per l'illuminazione della Scuola dello Sport

## Forza motrice

La FM della Scuola dello Sport, struttura di tipo ufficio presa a campione, è dedicata essenzialmente alle 16 postazioni di lavoro dotate di PC degli uffici.

Le aule hanno solo dei videoproiettori che raramente vengono accesi ed alcune prese che vengono generalmente sottoutilizzate (carica cellulare o PC portatile); per tali motivi detti utilizzatori vengono trascurati di fronte ai carichi elettrici di 350W a posto di lavoro degli uffici. Tale valore di carico, valutato in fase di sopralluogo, concorda le misure effettuate sui quadri elettrici: gli uffici assorbono, in ora di punta, circa 5,5 kW.

I dati relativi alla valutazione e verifica della potenza impegnata e dell'energia sono riportati in Tab.10.3.

Nella Tab.10.4 vengono indicati gli indicatori di consumo relativi ad un anno di alimentazione della forza motrice degli spazi adibiti ad uffici ed aule didattiche.

POTENZA IMPEGNATA E ENERGIA ASSORBITA PER FM DI UFFICI ED AULE						
potenza media installata per postazione PC [W]	numero postazioni PC	potenza impegnata [kW]	ore lavoro anno	Kc	Ku	energia anno [Kwh]
350	16	5600	2700	0,8	0,7	8.467

Tab.10.3 – Dati di potenza ed energia per la FM della Scuola dello Sport

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER FM DI UFFICI ED AULE				
energia assorbita [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.E./volume [kWh/mc]
8.467	1.420	5.700	6	1,5

Tab.10.4 – Indicatore di consumo annuale per la FM della Scuola dello Sport

## Raffrescamento

Il raffrescamento della Scuola dello Sport viene realizzato mediante 19 condizionatori locali installati nelle vicinanze del singolo ambiente; ogni macchina dichiara a targa una potenza elettrica assorbita di 2000W. Vengono condizionati, in tale maniera, gli uffici, i locali comuni, gli androni, i corridoi e le aule. Non sono installati, come negli altri edifici, contatori di energia elettrica; non è pertanto possibile effettuare delle letture che forniscano una esatta conoscenza dell'assorbimento elettrico.

Si procede alla supposizione dei consumi da condizionamento in funzione del tipo di macchine installate, dell'utilizzo nel tempo ed in potenza e dell'affluenza registrati in fase di indagine.

Dalle misure effettuate e dalla affluenza/utilizzo dei locali rilevati in fase di sopralluogo è stato possibile individuare i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità legati ai condizionatori locali. Si è constatato

che l'utilizzo dei climatizzatori avviene per un periodo non superiore a circa 20 settimane per anno. In funzione della potenza installata e dei coefficienti viene ricavata la Tab.10.5 in cui si leggono la potenza impegnata e l'energia consumata nell'arco di un anno.

POTENZA IMPEGNATA E ENERGIA ASSORBITA PER RAFFRESCAMENTO DI UFFICI ED AULE						
potenza condizionatore tipo [W]	quantità copndizionatori	potenza installata [W]	ore attività condizionatori anno	Kc	Ku	energia anno [Kwh]
2.000	19	38.000	1.000	0,7	0,9	23.940

Tab.10.5 – Valutazione dell'energia impegnata per il condizionamento estivo della Scuola dello Sport

Vengono di seguito riportati, in Tab.10.6, gli indicatori di consumo ottenuti per il condizionamento delle parti adibite a uffici ed aule.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER RAFFRESCAMENTO DI UFFICI ED AULE				
energia assorbita [kWh]	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.E./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.E./volume [kWh/mc]
23.940	1.420	5.700	17	4,2

Tab.10.6 – Indicatori di consumo per il raffrescamento della Scuola dello Sport

### Riscaldamento e acs

Per quanto riguarda gli uffici e le scuole dello sport, per lo più composte da aule, sono state prese in analisi due costruzioni: la Scuola dello Sport ed il gruppo di Medicina dello sport. Il primo è ora passato sotto la nuova centrale CTF, il secondo è ancora dotato di caldaia locale.

E' stato preso in analisi l'anno 2009 in cui entrambi erano dotate di caldaia locale per i servizi di riscaldamento ed acqua calda sanitaria.

Dai dati di consumo del GAS raccolti dagli addetti dell'ufficio tecnico del CONI Servizi si è proceduto alla separazione dei dati di riscaldamento da quelli si ACS per i due edifici.

UFFICI - CONSUMO DI GAS GENERALE (RISCALDAMENTO + ACS) - 2009													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Medicina dello Sport	15.431	10.746	8.981	2.596	2.151	1.090	624	2.060	1.953	3.819	11.849	11.312	72.612
Scuola dello Sport	8.091	10.106	8.689	2.445	1.579	761	451	2	462	4.077	6.670	5.552	48.884

UFFICI - CONSUMO DI GAS ACS INTERPOLATO PER I MESI INVERNALI - 2009													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Medicina dello Sport	2.660	2.650	1.564	1.298	2.151	1.090	624	2.060	1.953	1.909	2.560	2.310	22.828
Scuola dello Sport	1.875	2.561	1.123	1.222	1.579	761	451	2	462	853	625	1.265	12.779

UFFICI - CONSUMO DI GAS RISCALDAMENTO (PER DIFFERENZA TRA GENERALE E ACS INTERPOLATO) - 2009													
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Totale
Medicina dello Sport	12.771	8.096	7.417	1.298	0	0	0	0	0	1.910	9.289	9.002	49.784
Scuola dello Sport	6.216	7.545	7.566	1.223	0	0	0	0	0	3.224	6.045	4.287	36.105

*Tab.10.7 – Dati di consumo di GAS per gli uffici nell'anno 2009*

Nei grafici di Fig.10.1 sono mostrati gli andamenti dei consumi di GAS ottenuti dalla lettura dei contatori locali legati alle singole caldaie.

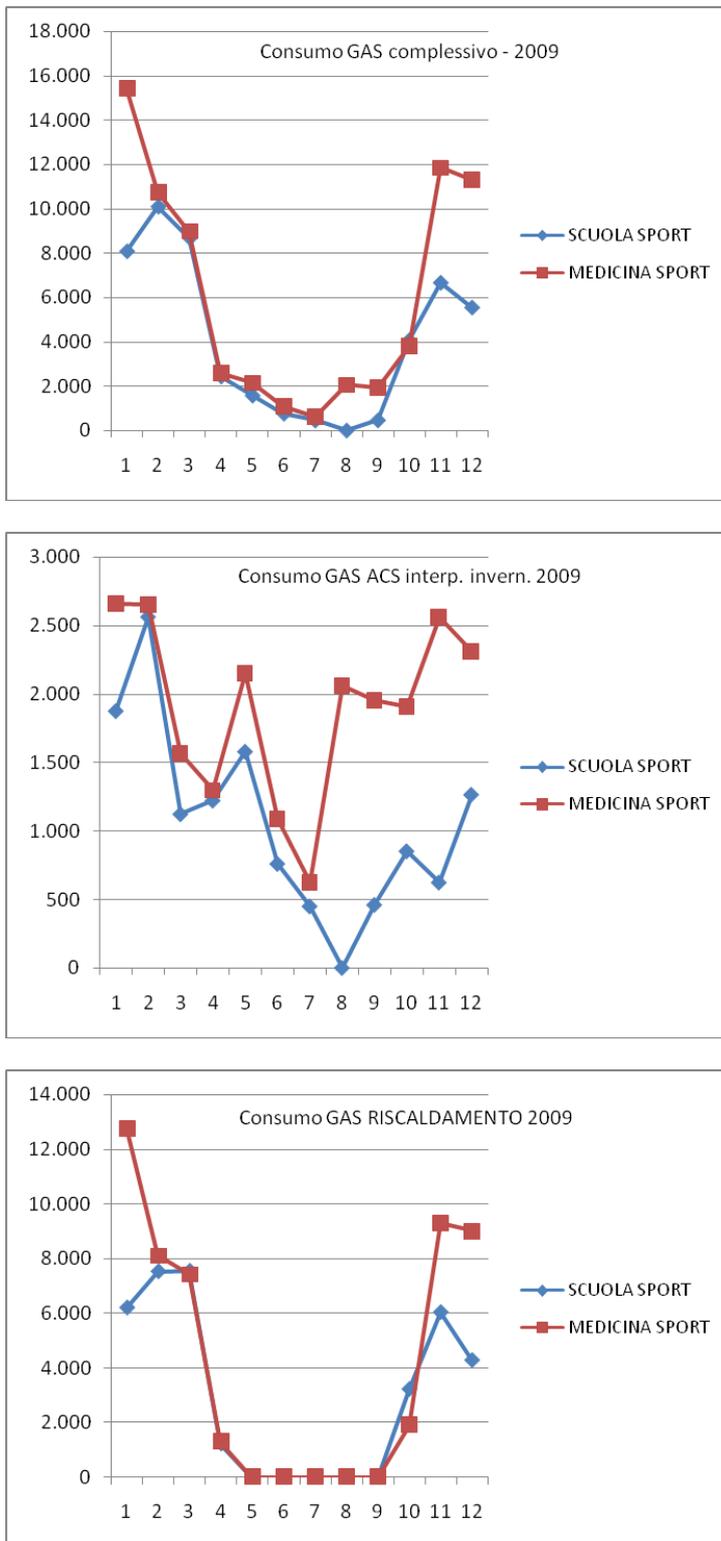


Fig.10.1 – Andamento annuale dei consumi di GAS ad uso ufficio, per riscaldamento ed ACS

Nella Tab.10.8ngono conteggiati e presentati gli indicatori di consumo relativi alla produzione locale di ACS e di riscaldamento, per gli uffici del Centro Onesti.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER ACS - UFFICI - 2009								
UFFICI	mc GAS anno	Kwh anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume [mc/mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
Medicina dello Sport	22.828	252.248	2.453	9.460	9	2	103	27
Scuola dello Sport	12.779	141.206	1.420	5.700	9	2	100	25
TOT	35.607	393.454	3.873	15.160	9	2	102	26

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER RISCALDAMENTO - UFFICI - 2009								
UFFICI	mc GAS anno	Kwh anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore GAS/superf. [mc/mq]	Indicatore GAS/volume [mc/mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
Medicina dello Sport	49.784	550.109	2.453	9.460	20	5	224	58
Scuola dello Sport	36.105	398.959	1.420	5.700	25	6	281	70
TOT	85.889	949.068	3.873	15.160	22	6	245	63

Tab.10.8 – Indicatori di consumo per ACS e riscaldamento degli uffici, anno 2009

Per quanto riguarda la Scuola dello Sport è possibile fare un confronto con i primi dati giunti dai contabilizzatori di calore della centrale CTF (installati a Marzo).

I dati pervenuti sono relativi esclusivamente a Marzo ed Aprile, i precedenti mesi invernali devono essere ricavati. E' possibile procedere a ricavare i dati dei mesi precedenti invernali mediante comparazione lineare con le temperature medie mensili registrate dalla stazione meteo dei Roma Urbe Aeroporto (a circa 2 km di distanza dai campi sportivi).

Nella Tab.10.9 sono mostrati i dati così ricavati per lo scorso inverno 2011-2012, dove, gli unici dati derivanti da contatore sono quelli di Marzo ed Aprile.

Va detto che, ad oggi, con l'allaccio della nuova centrale CTF alla scuola dello sport viene fornito solo il calore da riscaldamento. L'acqua calda sanitaria viene prodotta in loco mediante riscaldatori elettrici.

CONSUMI CALORE INVERNO RICAVALI DA TEMPERATURE PER MESI MANCANTI - SCUOLA DELLO SPORT (*)								
anno	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012	
me	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	
T medie mensili	16,3	11,3	7,9	7,3	5,1	12,6	14,1	TOT
kWh	19.575	28.236	40.389	43.708	62.563	23.831	25.308	243.611
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)								

Tab.10.9 – Consumi per riscaldamento [kWh] della Scuola dello Sport (UFFICI) per l'inverno 2011-2012 da contabilizzatore di calore della centrale CTF

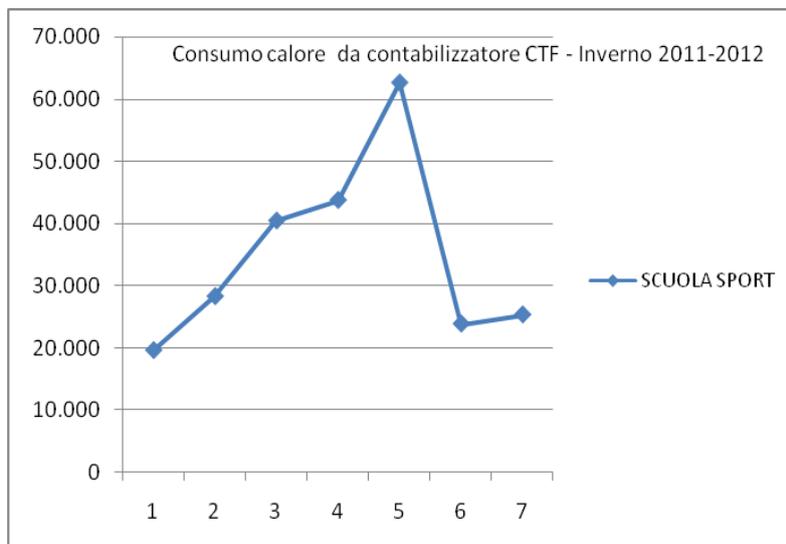


Fig.10.2 – Consumo di calore misurato dal contabilizzatore della CTF [kWh], relativo al riscaldamento della Scuola dello Sport durante l’inverno 2011-2012

In Tab.10.10 vengono presentati gli indicatori derivanti dalla misura del calore da riscaldamento relativi alla scuola dello sport e, pertanto, alla tipologia di fabbricato ad uso ufficio.

INDICATORI DI CONSUMO ANNUALI PER RISCALDAMENTO - SCUOLA DELLO SPORT - INVERNO 2011-12 (*)				
Kwh anno	superficie [mq]	volume [mc]	Indicatore E.T./superf. [kWh/mq]	Indicatore E.T./volume [kWh/mc]
243.611	2.453	9.460	99	26
(*) Nota: energia assorbita al netto delle perdite di caldaia (rendimento dichiarato 0.84)				

Tab.10.10 – Indicatore di consumo per il riscaldamento della Scuola dello Sport derivato dal contabilizzatore della centrale CTF

Già risulta evidente un ampio risparmio ottenuto nel passaggio dalla vecchia caldaia locale al nuovo sistema centralizzato oggi in servizio.

## 11. Valutazioni energetiche generali e indicatori di consumo

### *Introduzione*

Il centro sportivo Giulio Onesti è stato preso come campione di riferimento, nel centro Italia, in zona climatica D, per la tipologia di grande impianto sportivo. L'ambiente oggetto dell'analisi comprende tutti i principali tipi di impianti sportivi e delinea a sufficienza lo scenario energetico del settore.

La valutazione dei consumi generali del centro Giulio Onesti viene qui riassunta al fine di chiarire, sotto forma di indicatori di consumo annuali, l'impegno di energia necessario per una grande struttura per lo sport.

Va aggiunto che gli indicatori riportati nelle tabelle sono relativi all'energia effettivamente assorbita dai carichi e, pertanto, NON includono le perdite del sistema di trasformazione/alimentazione.

Per il passaggio all'energia primaria è necessario correggere gli indicatori con i rendimenti degli specifici sistemi di trasformazione/alimentazione.

Nel caso in oggetto sono stati rilevati, per le diverse alimentazioni, dei rendimenti medi pari a:

- Caldaia a GAS:  $\eta=0.84$ ,
- PDC caldo: COP=2.57,
- PCD freddo: EER=2.77,
- Trasformazione e distribuzione elettrica: perdite di gran lunga inferiori all'errore medio previsto sulla valutazione degli indicatori, trascurabile.

Gli indicatori sono stati volutamente indicati come energia assorbita (e non energia primaria consumata) in quanto la produzione di caldo, ad esempio, può essere realizzata mediante caldaia a GAS, pompa di calore, cogeneratore, recupero o uso combinato degli stessi: si lascia libertà di utilizzo dei dati in funzione del rendimento del particolare sistema di produzione/trasformazione utilizzato.

Di seguito le tabelle contenenti, rispettivamente, gli indicatori a superficie, quelli a volume ed altri indicatori particolari a quantità.

Indicatori di consumo a superficie

Gli indicatori di consumo calcolati, in funzione delle superfici, quindi a metro quadrato, vengono per semplicità riportati in una tabella che comprende tutte la tipologie di assorbimento e di servizio. Vedasi Tab.11.1.

Va considerato che, nel caso di edificio la superficie va riferita a quella calpestabile contenuta nella struttura. Nel caso di campo di gioco o di piscina, invece, la superficie di riferimento è quella strettamente relativa al campo o alla vasca.

	AREE APERTO	CAMPO APERTO	FORESTERIA	MENSA	PALESTRA ALTA	PALESTRA BASSA	PISCINA	SPOGLIATOI	UFFICIO
ACQUA CALDA SANITARIA			96	68				211	
CUCINA GAS				215					
ILLUMINAZIONE INTERNI			0.3	14.2		89.5		13.8	16
ILLUMINAZIONE ESTERNI	0.65								
ILLUMINAZIONE CAMPI ESTERNI		6.54							
ILLUMINAZIONE CAMPI INTERNI					82		26		
FORZA MOTRICE			7.2	201				6.9	6
POMPE							178.9		
RAFFRESCAMENTO			153	65	165.9	192.6			17
RISCALDAMENTO			242	88	711	480	460	355	99
RISCALD. PISCINE RINNOVO							1282		
RISCALD. PISCINE RIEMPIMENTO							43.5		
VENTILAZIONE					60.9	93.9	211.6	17	

Tab.11.1 – Indicatori di consumo a superficie: energia (elettrica o termica) / superficie [kWh/mq]

### Indicatori di consumo a volume

Gli indicatori di consumo calcolati, in funzione dei volumi, quindi a metro cubo, vengono riportati in Tab.11.2 in funzione di tutte la tipologie di assorbimento e di servizio presenti nel centro.

Va considerato che, nel caso di edificio il volume riferito a quello incluso nella struttura. Nel caso di piscina, invece, il volume di riferimento è quello relativo alla vasca.

	AREE APERTO	CAMPO APERTO	FORESTERIA	MENSA	PALESTRA ALTA	PALESTRA BASSA	PISCINA	SPOGLIATOI	UFFICIO
ACQUA CALDA SANITARIA			28	17				58	
CUCINA GAS				54					
ILLUMINAZIONE INTERNI			0.1	3.6		18.7		3.9	4
ILLUMINAZIONE ESTERNI									
ILLUMINAZIONE CAMPI ESTERNI									
ILLUMINAZIONE CAMPI INTERNI					10		3.2		
FORZA MOTRICE			2.1	50				6.5	1.5
POMPE							71.9		
RAFFRESCAMENTO			44	16	17	38.5			4.2
RISCALDAMENTO			70	22	44	80	98.5	98	26
RISCALD. PISCINE RINNOVO							404		
RISCALD. PISCINE RIEMPIMENTO							17.4		
VENTILAZIONE					6.2	19.6	25.9	5	

Tab.11.2 – Indicatori di consumo a volume: energia (elettrica o termica) / volume [kWh/mc]

*Indicatori di consumo vari*

Alcuni indicatori sono stati calcolati ove presenti altri dati di riferimento:

- per la mensa, energia elettrica o termica [kWh] / numero pasti,
- per gli spogliatoi, energia elettrica o termica [kWh] / numero docce.

A seguire la Tab.11.3 di riferimento.

	AREE APERTO	CAMPO APERTO	FORESTERIA	MENSA	PALESTRA ALTA	PALESTRA BASSA	PISCINA	SPOGLIATOI	UFFICIO
ACQUA CALDA SANITARIA				0.7				300 (*)	
CUCINA GAS				2.1					
ILLUMINAZIONE INTERNI				0.1				225	
ILLUMINAZIONE ESTERNI									
ILLUMINAZIONE CAMPI ESTERNI									
ILLUMINAZIONE CAMPI INTERNI									
FORZA MOTRICE				2				445	
POMPE									
RAFFRESCAMENTO				0.6					
RISCALDAMENTO				0.9				523 (*)	
RISCALD. PISCINE RINNOVO									
RISCALD. PISCINE RIEMPIMENTO									
VENTILAZIONE								200	

(\*) NOTA: Non è sicuro legare un indicatore di consumo al numero di docce perché l'affluenza di uno spogliatoio risulta maggiormente legata alla superficie che alla quantità di docce presenti; inoltre molti atleti, essendo il centro polifunzionale, fanno una doccia a fine allenamento in uno spogliatoio diverso dai precedenti, di conseguenza non tutti gli atleti utilizzano le docce durante l'accesso ad uno spogliatoio. Infine, molti spogliatoi legati a sport di squadra (es: calcio, rugby) hanno un elevato numero di docce per sopperire contemporaneamente ad una grande affluenza ma con piccola frequenza; a volte possono dimostrare consumi molto minori di spogliatoi con quantità di docce ben più ridotta.

Tab.11.3 – Indicatori di consumo vari: energia (elettrica o termica, kWh) / numero pasti (per la mensa) o numero docce (per gli spogliatoi)

## 12. Conclusioni

### *Introduzione*

Al fine di procedere alla valutazione dei consumi legati ai grandi centri sportivi si è preso in analisi il Centro Giulio Onesti del CONI sito in Roma. Una accurata campagna di misure, indagini, sopralluoghi, valutazioni teoriche e numeriche ha permesso di sviscerare le principali problematiche energetiche ad esso legate e ricavare i relativi dati di consumo.

Il lavoro ha portato a delineare una più che chiara immagine energetica del Centro Sportivo Onesti. Sono stati valutati tutti gli indicatori di consumo relativi al centro sportivo. Gli indicatori sono stati calcolati per ogni tipo di sport/attività e per ogni tipologia di servizio/energia.

### *Risultati della ricerca*

Mediante le attività della presente ricerca sono stati raggiunti i risultati di seguito riassunti:

- è stata effettuata una ampia indagine sul centro sportivo Giulio Onesti, verificando le tipologie di impianto, gli schemi, il funzionamento, lo stato di mantenimento e l'efficienza;
- è stata realizzata una campagna di misura degli assorbimenti energetici elettrici e termici per un intero anno di attività; i dati sono stati ricavati dai contabilizzatori, ove disponibili, e calcolati sulla base di indagini e misure ove non disponibili;
- sono stati calcolati gli indicatori di consumo suddivisi per ogni attività e per ogni diversa tipologia di sistema assorbitore e energia, riportati nel capitolo dedicato;
- si è rilevata la convenienza energetica delle seguenti scelte:
  - disporre di un competente staff tecnico addetto a supervisione, manutenzione ed ottimizzazione degli impianti,
  - dismettere i piccoli impianti di riscaldamento per passare ad una centrale unica con distribuzione del calore,
  - operare i recuperi di calore ove possibile, mediante installazione di scambiatori e delle necessarie opere impiantistiche,
  - installare sistemi di supervisione e contabilizzazione dell'energia in tutte le sue forme,
- si è data una descrizione completa ed esaustiva del comportamento energetico di un grande centro sportivo che può essere sfruttata a fini di ricerca ed ottimizzazione dei luoghi adibiti allo sport in genere; il lavoro in oggetto risulta un buon inizio per raggiungere un accurato modello di previsione di consumo per i grandi impianti sportivi;

- sono stati delineati, anche grazie ai tecnici dell'ufficio tecnico del CONI SERVIZI, gli studi maggiormente utili sulla valutazione numerica accurata del risparmio energetico che potrebbero essere approfonditi in futuro.

### *Sviluppi futuri della ricerca*

Si sottolinea che numerosi approfondimenti della presente ricerca diventano necessari per i seguenti motivi: i contabilizzatori sono stati installati a Marzo 2012 ed al momento non si dispone di un anno completo di misure; molti interventi di risparmio energetico (passati e appena attuati) non potevano essere valutati senza i contabilizzatori di calore.

In futuro rimangono da portare avanti le seguenti essenziali operazioni:

- letture e misure atte a raccogliere il primo anno completo di misure di energia elettrica e termica utilizzate nel centro; fase propedeutica a tutte quelle elencate a seguire;
- valutazione energetica a consuntivo degli investimenti fatti per realizzare la nuova centrale termica centralizza;
- valutazione approfondita della regolazione ottimizzata ed integrata delle diverse tipologie di macchine (elettriche/GAS/recupero) presenti nella nuova centrale termica; quantificazione dei risparmi ottenuti in termini di denaro e impatto ambientale;
- valutazione della convenienza di utilizzare il desurriscaldatore per recuperare il calore delle pompe di calore della centrale termica;
- verifica della convenienza della installazione dei teli di copertura delle piscine per evitare il raffreddamento e l'evaporazione dell'acqua;
- valutazione dei risultati ottenuti mediante gli innumerevoli piccoli interventi di risparmio effettuati: dai piccoli riscaldatori per ACS fino all'illuminazione...

### *Criticita' riscontrate nel corso del lavoro*

Gli unici problemi riscontrati nel lavoro in oggetto sono i seguenti:

- la mancata disponibilità di un anno intero di misure;
- la non completa disponibilità di dati precisi sulla affluenza e sull'utilizzo delle strutture;
- l'estensione, l'eterogeneità dei luoghi, dei sistemi, degli utilizzatori e degli impianti contenuti nel centro rende faticosi e necessari accurati e numerosi sopralluoghi tecnici;
- la mancanza di contatori di energia elettrica dedicati alle singole attività/zone;
- la possibilità che anche un solo importante evento sportivo influisca pesantemente sui consumi falsando le previsioni rendono d'obbligo una accurata indagine sull'utilizzo delle strutture;

- la difficoltà nell'individuare, ed eliminare, l'influsso di guasti ed interventi manutentivi agli impianti sui dati ricavati e misurati

### *Ringraziamenti*

Il presente lavoro non sarebbe assolutamente stato possibile senza il competente ausilio dell'ufficio tecnico del CONI di Roma. Si ringraziano pertanto, con grande piacere, per la disponibilità e per la passione messa nel coadiuvare questa attività di ricerca, i tecnici:

- Ing. Francesco Romussi,
- Ing. Federico Marca,
- Ing Vincenzo Candia,
- Ing. Domenico Iannantuoni.

Per quanto riguarda l'ENEA di Roma, si ringrazia in particolare, per la collaborazione avuta nell'avviare la ricerca in oggetto, per competenza e disponibilità:

- Arch. Gaetano Fasano.

## Appendice

### Curriculum del gruppo di ricerca

#### **Stefano Elia** (*Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica*)

Stefano Elia è laureato e Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettrotecnica.

Al momento è impiegato presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università Sapienza di Roma come assegnista di ricerca e professore a contratto.

E' stato titolare e responsabile tecnico di una impresa di progettazione ed installazione di impianti elettrici e tecnologici.

Ha lavorato come ricercatore in numerosi progetti di risparmio energetico con il suddetto dipartimento ed anche con importanti enti di stato ed organizzazioni di ricerca come l'ENEA, la CONSIP, TRENITALIA, RFI, ed altre.

E' un consulente esperto sui sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili e sulle strategie di risparmio energetico. Ha lavorato nel settore dell'energia con importanti società di consulenza come la Booz Hallen & Hamilton e l'Arthur Andersen.

E' un docente di impianti elettrici e un addestratore di addetti ai lavori ed utenti, con particolare riferimento alla sicurezza, anche per l'Associazione Installatori di Impianti Italiana (Assistal/Confindustria) ed altre importanti società come Cofely, Siram.

E' stato impegnato anche come docente di sistemi elettrici di potenza e di sicurezza per ingegneri dell'Esercito e della Marina Militare italiani.

E' anche docente di sistemi elettrici e di impianti di produzione presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma.

Ha almeno venti anni di esperienza di laboratorio di elettromeccanica: progettazione, costruzione di prototipi, riparazione e misure. almeno venti anni.

Ha all'attivo 20 pubblicazioni internazionali.

#### **Ezio Santini** (*Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica*)

Ingegnere elettrotecnico. Professore di ruolo di prima fascia presso la facoltà di Ingegneria Civile e Industriale di Sapienza - Università di Roma. Afferisce al Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Elettrica ed Energetica.

È il presidente del corso di laurea di Ingegneria Elettrica. Fa parte di "Governo Sapienza" come delegato del Rettore ai servizi per la comunità universitaria (ivi compresa l'accoglienza) e il territorio e in altri ruoli.

E' il titolare dei corsi ufficiali della Facoltà di Ingegneria: "Macchine Elettriche", "Macchine e Azionamenti Elettrici", "Management dell'Energia", "Cad e tecnologie di apparati elettromeccanici".

I suoi temi di ricerca: Macchine elettriche – azionamenti elettrici - CAD elettromagnetico - costruzioni elettromeccaniche - produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile - energy management - normativa – analisi tecnico-economiche.

Ha depositato richiesta di copyright per il software "Amadeus", un package applicativo per la analisi agli elementi finiti di dispositivi elettrici e magnetici.

Nel 2010 è stato lo Scientific Chairman dell'ICEM, conferenza tenutasi a Roma dal 5 al 9 Settembre, il più grande evento mondiale del settore.

Ha coordinato ed ha partecipato a numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali.

È il presidente del comitato tecnico-scientifico dell'Assistal sezione di Roma, la associazione di Confindustria che rappresenta le aziende installatrici di impianti tecnologici.

Ha coordinato ed ha partecipato ad attività di ricerca e di consulenza svolte in collaborazione con un grande numero di Aziende ed istituzioni italiane e straniere: Acea, Ansaldo, Atac/Roma, Booz-Hallen Hamilton, BTicino, Cofathec/Cofely, Electroconsult, ENEA, ENEL, Erg-Renew, International Power, Marina Militare Italiana, numerosi Ministeri e Dipartimenti, Technip, Telecom Italia, Terna, Trenitalia, Salini, Siram.