



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

---

Progetto: **Mercato Metropolitan**

**POR FESR 2014-2020 - Progetto di Innovazione Urbana (P.I.U.)**

---

Titolo: **Relazione di calcolo**

---

Fase: **Progetto esecutivo**

Assessore all'Urbanistica e ai Lavori Pubblici	<b>Valerio Barberis</b>
Servizio Urbanistica	
Dirigente del Servizio	<b>Francesco Caporaso</b>
Responsabile Unico del Procedimento	<b>Michela Brachi</b>

### **Progettisti**

---

Progettazione opere architettoniche

**Massimo Fabbri**  
**Alessandro Pazzagli**

---

Computo metrico estimativo opere architettoniche

**Antonio Silvestri**  
**Michele Fiesoli**

---

Progettazione opere strutturali

**Francesco Sanzo**

---

Progettazione impianti

**Andrea Carlesi, Filippo Bogani (Technologies 2000)**  
Coordinamento per il comune: **Iuri Baldi**

---

Coordinatore sicurezza in fase di progettazione

**Francesco Sanzo**

---

Geologia

**Alessandro Murratzu**

---

Coprogettazione opere architettoniche

**Alessia Bettazzi**

---

Progettazione antincendio

**Cristina Gorrone**

---

Collaborazione

**Matteo Galatro**  
**Silvia Pinzauti**  
**Viola Valeri**

---

Rilievo aree esterne

**Massimo Falcini**

---

Rilievo fabbricati

**Stefano Mordini**

---

Tavola: **n. M07**

Scala: **----**

Spazio riservato agli uffici:

## INDICE

1.	OGGETTO.....	3
2.	DATI TECNICI DI PROGETTO .....	3
	2.1 Condizioni termoigrometriche esterne.....	3
	2.2 Condizioni termoigrometriche interne.....	3
	2.3 Parametri di rinnovo di aria (secondo UNI 10339) .....	3
	2.4 Prescrizioni di carattere acustico.....	3
	2.5 Impianto evacuazione fumi e calore (SENF)C) .....	4
	2.6 Impianto idrico antincendio.....	4
3.	METODI DI CALCOLO.....	5
	3.1 Impianto evacuazione fumi e calore (SENF)C) .....	5
	3.2 Impianto idrico antincendio.....	6
	3.3 Impianti di scarico acque reflue .....	7
	3.4 Impianto idrico sanitario e scarico acque reflue .....	7

## 1. OGGETTO

La presente relazione illustra i principali criteri e risultati dei calcoli relativi agli impianti termomeccanici destinati all'immobile ospitante il Mercato Metropolitano sito nella zona del Macrolotto zero e oggetto del Progetto di Innovazione Urbana (P.I.U.) del Comune di Prato.:

## 2. DATI TECNICI DI PROGETTO

### 2.1 Condizioni termoigrometriche esterne

	Temperatura (°C)	Umidità relativa (%)
Inverno	0	80

### 2.2 Condizioni termoigrometriche interne

Destinazione d'uso	Inverno		Estate	
	Temperatura	U.R.	Temperatura	U.R.
Locali di servizio	20°C	N.C.	-	-
Locali elettrici	max.30°C	N.C.	30°C +/- 2°C	N.C.

Note: N.C. = grandezza non controllata

### 2.3 Parametri di rinnovo di aria (secondo UNI 10339)

Destinazione d'uso	Ricambio
Servizi igienici in genere	8 vol/h (minimo) in estrazione continua

Nota: i carichi sopra riportati non comprendono quelli generati dalle persone per le quali viene considerato mediamente un carico sensibile di 65W e latente di 40W.

### 2.4 Prescrizioni di carattere acustico

#### 2.4.1 Rumore interno agli edifici

La scelta delle apparecchiature costituenti gli impianti meccanici operata dall'impresa dovrà essere tale da rispettare i limiti previsti dal DPCM 05/12/97 "Requisiti acustici passivi degli edifici".

#### 2.4.2 Rumore al confine di proprietà e presso i ricettori

La scelta delle apparecchiature costituenti gli impianti meccanici operata dall'impresa dovrà essere tale da rispettare i limiti ai confini di proprietà e presso i ricettori sensibili più vicini contemplati dalla Legge n° 447 del 26 ottobre 1995 e dal DPCM 14/11/97 "determinazione dei limiti delle sorgenti sonore".

## **2.5 Impianto evacuazione fumi e calore (SEFC)**

Per permettere, in caso d'incendio, che la cortina di fumo che si sviluppa non invada la zona bassa del Mercato è prevista la realizzazione di un impianto di controllo dei fumi con l'ausilio di evacuatori di fumo e calore in copertura a funzionamento naturale (ENFC) con apertura manuale e dal sistema di rilevazione incendi: per il dimensionamento degli ENFC nel prosieguo si riportano i calcoli così come da norma UNI 9494-1:2017 e conformemente al D.M. 27/07/2010.

Inoltre, al fine del corretto funzionamento dell'impianto in caso di incendio, come prevede la norma UNI 9494-1:2017, sarà previsto che la superficie di afflusso aria (pari a ca. 9,6m<sup>2</sup>) sarà realizzata dalle porte apribili dall'esterno dagli operatori in caso di incendio come verrà riportato nel Piano di emergenza.

## **2.6 Impianto idrico antincendio**

L'impianto a servizio del Mercato è un impianto ad idranti per la protezione interna, come da D.M. 27/07/2010, facente capo ad un gruppo di pressurizzazione idrico antincendio dedicato completo di riserva idrica, e costituito da un sistema di tubazioni fisse in pressione per l'alimentazione degli idranti, progettato in conformità alla UNI 10779, al D.M. 27/07/2010 ed al D.M. 20/12/2012.

L'alimentazione idrica risulta di "tipo singolo" sottobattente, come definiti dalla UNI EN 12845.

Il gruppo di pressurizzazione sarà alloggiato in apposito locale tecnico facente parte di un Sistema integrato in acciaio da interro tipo PTS-IDROTANK produttore IDROFOGLIA costituito da vano tecnico (alloggio gruppo), prevano di accesso a cielo aperto e riserva idrica, costruito secondo normative UNI EN12845 - UNI10779 – UNI 11292.

Il Sistema integrato (prevano, locale tecnico e riserva) saranno posizionati in uno spazio con accesso da Via Giordano, non in adiacenza al Mercato.

Pertanto la rete idrica antincendio sarà costituita da un sistema di tubazioni fisse interrato (dal gruppo al Mercato) od a vista all'interno dei locali serviti.

Sarà inoltre previsto un attacco autopompa posto all'esterno, in prossimità del contatore posto su Via Giordano.

### 3. METODI DI CALCOLO

Per il dimensionamento degli impianti, delle apparecchiature e delle reti di distribuzione si è fatto riferimento agli usuali metodi di calcolo della termotecnica, come qui di seguito descritto.

#### 3.1 Impianto evacuazione fumi e calore (SENFEC)

Procediamo al calcolo della superficie di evacuazione dei fumi e calore come ne deriverebbe dall'applicazione della norma UNI 9494:2017, a cui si fa riferimento nel prosieguo.

Per il Mercato, in conseguenza del tipo di copertura, l'altezza ai fini del dimensionamento è pari a:

$h = 4 \text{ m}$ .

Consideriamo l'altezza dello strato aria libera da fumo  $y = 2,5 \text{ m}$ .

Inoltre:

$t_1 = \text{tempo di allarme} = 0 \text{ min}$  (gli ENFC sono azionati dall'impianto di rivelazione automatica di incendi);

$t_2 = \text{tempo di intervento} = 15 \text{ min}$  (da allegato C)

$t = t_1 + t_2 = 15 \text{ min}$ : velocità di propagazione media

Da Prospetto 1:  $GD = 4$

Si individua un unico serbatoio di fumo ai fini dell'evacuazione fumi e calore pari alla superficie del Mercato stesso.

Da Prospetto 2 ( $GD = 4$ ):

-  $h = 4 \text{ m}$

- altezza strato libero da fumo  $y = 2,5 \text{ m}$

-  $S_{UT} = 6,4 \text{ m}^2$

Saranno presenti n°16 ENFC di superficie libera di apertura pari a:

$A_a = 0,42 \text{ m}^2 \text{ cad}$ .

Per un totale di  $6,72 \text{ m}^2 > 6,4 \text{ m}^2$

Per quanto riguarda l'afflusso di aria fresca, le superfici relative sono collocate sulle pareti esterne del fabbricato, distribuite uniformemente su almeno due lati.

Lo spigolo superiore dell'apertura per il ricambio dell'aria si considera ad una distanza di almeno 1 m dal lato inferiore dello strato di gas combusto, e comunque nel rispetto del punto 6.9.4 della UNI 9494:2017 e si considera un fattore di correzione  $c_z$  pari a 0,65 (prospetto 3).

Risulta necessaria un afflusso di aria fresca pari a:

$SCT = 6,4 \times 1,5 = 9,6 \text{ m}^2$

Considerando un'altezza di afflusso aria fresca da quattro porte pari ad 1,5 m (essendo  $y = 2,5 \text{ m}$ ) ed il fattore di correzione  $c_z$  pari a 0,65 si ottiene la seguente superficie di afflusso di aria fresca:

- n. 4 US:  $((2,4 \text{ larghezza} \times 1,5 \text{ altezza}) + (2,84 \text{ larghezza} \times 1,5 \text{ altezza})) * 2 * 0,65 = 10,2 \text{ m}^2 > 9,6 \text{ m}^2$ .

### 3.2 Impianto idrico antincendio

Poiché l'acquedotto industriale di zona non garantisce le prestazioni richieste dall'impianto è prevista l'installazione di un gruppo di pressurizzazione ed annessa riserva idrica per l'alimentazione della rete idranti del Mercato.

Sarà inoltre presente su Via Giordano un attacco autopompa.

La rete idrica antincendio sarà costituita da un sistema di tubazioni fisse (interrate e a vista) in pressione per l'alimentazione idrica dei tre idranti antincendio a servizio della protezione interna, realizzato conforme alla norma UNI 10779, al D.M. 27/07/10, ed al D.M. 20/12/2012.

In particolare essendo il Mercato di superficie in pianta oltre 400 m<sup>2</sup> rientra tra le attività soggette al D.M. 27/07/10 che prevede la presenza di un impianto idrico antincendio con livello di pericolo 1 secondo la norma UNI 10779 e non è prevista la protezione esterna.

Secondo la norma UNI 10779 (livello 1) l'impianto può essere costituito da idranti DN 45 con prestazioni normali (120 l/min e pressione residua all'ingresso non minore di 0,2 MPa) e l'impianto deve essere dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di 2 idranti nella posizione idraulicamente più sfavorita per 30 minuti.

Pertanto l'impianto garantirà la portata minima, ai due idranti più sfavoriti, calcolata considerando 2 idranti.

La riserva idrica è stata dimensionata, in conformità al D.M. 27/07/10 ovvero:

$$2 \text{ idranti} \times 120 \text{ l/min} \times 30 \text{ minuti} = 7200 \text{ litri} / 7,2 \text{ m}^3$$

L'alimentazione idrica manterrà permanentemente in pressione la rete di idranti.

I componenti dell'impianto saranno costituiti, collaudati ed installati in conformità alla specifica norma vigente ed a quanto precisato nella norma UNI 10779 e dal D.M. 20/12/2012, ed in particolare la scelta dei materiali ed i diametri delle tubazioni nonché la disposizione degli idranti.

La pressione nominale dei componenti del sistema non sarà minore della massima pressione di esercizio che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1,2 MPa.

Le perdite di carico per attrito nelle tubazioni sono state calcolate mediante la formula di Hazen Williams (Appendice C - UNI 10779).

$$p(\text{mm c.a.}) = \frac{6,05 * Q(\text{l/min})^{1,85} * 10^9}{C(\text{costante})^{1,85} * D(\text{diametro interno in mm})^{4,87}}$$

Le perdite di carico localizzate dovute ai raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione di flusso subisce una variazione di 45° o maggiore e alle valvole di intercettazione e di non-ritorno, sono state trasformate in "lunghezza di tubazione equivalente" come specificato nel prospetto C.1 – UNI 10779 ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazioni di uguale diametro e natura.

Nella determinazione delle perdite di carico localizzate si è inoltre tenuto presente che:

-quando il flusso attraversa un pezzo a T o un raccordo a croce senza cambio di direzione, le relative perdite di carico possono essere trascurate;

-quando il flusso attraversa un pezzo a T o un raccordo a croce in cui, senza cambio di direzione, si ha una riduzione della sezione di passaggio, deve essere presa in considerazione la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita (la minore) del raccordo medesimo;

-quando il flusso subisce un cambio di direzione (curva, pezzo a T o raccordo a croce), deve essere presa in conto la "lunghezza equivalente" relativa alla sezione di uscita.

La velocità nelle tubazioni non è mai stata tenuta maggiore di 10 m/s. La pressione cinetica è stata trascurata nel dimensionamento dell'impianto (come ammesso dal punto C.5 Appendice C UNI 10779).

È stato quindi verificato il percorso più svantaggiato, considerando a vantaggio della sicurezza, il funzionamento di tutti e tre gli idranti presenti.

Le perdite totali calcolate sono risultate pari a ca. 4,2m, per una prevalenza richiesta (inclusa la pressione di 2 bar e l'altezza massima della tubazioni -idranti rispetto al piano di riferimento del gruppo- pari a ca. 4,5 m) pari a ca. 30 MPa.

### 3.3 Impianti di scarico acque reflue

Sono stati previsti i seguenti diametri minimi di allacciamento delle apparecchiature sanitarie sottoelencate alle diramazioni e colonne di scarico:

Tipo di apparecchio	Intensità di scarico (l/s)	Diametro minimo (mm)
Lavabo	0,5	50
Doccia	0,5	50
Vaso con cassetta	2,5	110
Orinatoio	1	50
Lavello da cucina	1	50
Lavastoviglie	1,5	63

Le reti di scarico saranno strutturate su due sistemi di raccolta separati, uno per le acque di scarico dei lavabi, delle docce, dei lavabi, degli sterilizzatori, e uno per le acque di scarico dei Wc.

Le colonne di scarico delle due reti, saranno dotate di ventilazione primaria. I montanti verticali di scarico saranno in gran parte installati in appositi cavedi dedicati.

Il calcolo delle colonne e dei collettori di scarico è stato effettuato alla intensità di scarico dei vari apparecchi idrosanitari.

Il carico totale  $Q_t$  di acque usate che affluiscono a una colonna o a un collettore è stato diminuito applicando la seguente formula riduttiva della contemporaneità:

$$Q_r = 0,7 \cdot (Q_t)^{1/2}$$

### 3.4 Impianto idrico sanitario e scarico acque reflue

L'impianto è stato dimensionato con l'assunzione delle seguenti portate per le apparecchiature sanitarie:

#### DISTRIBUZIONE ACQUA FREDDA E CALDA

Tipo di apparecchio	Acqua fredda (l/s)	Acqua calda (l/s)
Lavabo	0,10	0,10
Vaso con cassetta	0,10	

Contemporaneità generale valutata secondo UNI 9182.

PORTATE DI SCARICO	
Tipo di apparecchio	Portata (l/s)
Lavabo	0,5
Vaso con cassetta	2,5

Contemporaneità generale valutata secondo UNI 9183.