

**STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA**  
Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA  
60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70  
Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

*Geologia,  
Geotecnica,  
Idrogeologia,  
Geologia Ambientale*

**OGGETTO:**

**Verifica invarianza idraulica ai sensi della L.R. 22/2011 così come integrata dall'allegato alla D.G.R. 53/2014 art.3**

**RIFERIMENTO:**

**COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO**

***PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PRG, AI SENSI DELL'ART. 27-28  
LEGGE 457/1978, DELL'IMMOBILE DENOMINATO "RISTORANTE NUOVA  
CASACCIA", SITO IN LOCALITA' RONCOSANBACCIO,  
STRADA COMUNALE TOMBA, N. 70/A***

**COMMITTENTE: LIVI AROLDI – LIVI ROBERTO – SALUCCI GIUSEPPINA**

**CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA – Relazione Tecnica Illustrativa**

Senigallia, lì GENNAIO/2020

Il Geologo  
Dott. Boccarossa Stefano  
N. 134 ALBO SEZIONE A  
ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE  
Firmato Digitalmente

## 1) PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli relativi all'invarianza idraulica relativamente alla zona interessata dal progetto di Piano di Recupero in variante al PRG, ai sensi dell'art. 27-28 Legge 457/1978, dell'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia" in oggetto, sito in Località Roncosanbaccio, lungo Strada Comunale Tomba n. 70/A, nel territorio Comunale di Fano (PU), come da elaborati grafici del Tecnico Progettista.

Il principio dell'invarianza idraulica stabilisce che la portata di colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo dell'area.

Il modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione che sono un effetto inevitabile della trasformazione del suolo.

Le acque meteoriche attualmente recepiscono nel sistema di smaltimento esistente, con dispersione superficiale.

## 2) VERIFICA TECNICA

Per l'intervento oggetto di invarianza idraulica, che impone a chi effettua trasformazioni di uso del suolo l'onere di realizzare azioni compensative al fine di mantenere inalterata la capacità di un bacino di regolare le piene, si è considerata come superficie territoriale quella del lotto di proprietà, che risulta pari a **2.130,00 mq**.

<b>SITUAZIONE IDRAULICA ESISTENTE</b>			
<b>Super. totale area di intervento mq</b>	<b>Super. totale area interessata Idraulicamente mq</b>	<b>Superficie Impermeabile esistente mq</b>	<b>Superficie Permeabile esistente mq</b>
<b>2.130,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>789,79</b>	<b>1.333,21</b>
<b>SITUAZIONE IDRAULICA DI PROGETTO</b>			
<b>Super. totale area di intervento mq</b>	<b>Super. totale area Interessata Idraulicamente mq</b>	<b>Superficie Impermeabile di progetto mq</b>	<b>Superficie Permeabile di progetto mq</b>
<b>2.130,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>909,18</b>	<b>1.231,82</b>

La situazione idraulica sopra descritta, è derivata dalle indicazioni riportate nelle tavole progettuali e rispettivamente nella TAV.3 e TAV.6, redatta dal Tecnico Progettista Architetto Pietro Broccoli, delle quali si allega uno stralcio relativo al Calcolo Superfici Impermeabili Stato Attuale e Stato di Progetto.

L'area in esame rientra come Classe di Intervento: "Modesta Impermeabilizzazione Potenziale; intervento su superfici di estensione comprese tra 0.1 e 1 ha".

Classe di Intervento	Definizione
Trascuribile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a trasformazione, definita **I** la quota dell'area che viene trasformata e **P** la quota che viene lasciata inalterata (tale che  $I + P = 1$ , ovvero il 100% dell'area) e dalla seguente relazione:

$$w = w^o (\phi / \phi^o)^{(1/(1-n))} - 15I - w^o P$$

essendo:

$$w^o = 50 \text{ mc/ha}$$

$\phi$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

$\phi^o$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione

$n = 0.48$  (Pistocchi, 2001) (coefficiente o esponente delle curva di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%).

$I =$  % area che viene trasformata

$P =$  % area che rimane invariata

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\phi$  e  $\phi^o$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ$$

$$\phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

In cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice °) o dopo (se non c'è l'apice °).

### ***SVILUPPO DEL CALCOLO***

Sup. totale area	$S = 2.123,00 \text{ mq}$
Sup. impermeabile esistente	$I^\circ = 789,79 \text{ mq}$
Sup. impermeabile di progetto	$I = 909,18 \text{ mq}$
Sup. permeabile esistente	$P^\circ = 1.333,21 \text{ mq}$
Sup. permeabile di progetto	$P = 1.213,82 \text{ mq}$

$I + P$  (100% area)

IMP° (Frazione di area totale impermeabile prima della trasformazione)  $I^\circ/S = 0,37$

PER° (Frazione di area totale permeabile prima della trasformazione)  $P^\circ/S = 0,63$

IMP (Frazione di area totale impermeabile dopo la trasformazione)  $I/S = 0,43$

PER (Frazione di area totale permeabile dopo la trasformazione)  $P/S = 0,57$

$w^\circ = 50 \text{ mc/ha}$

$n =$  (esponente della curva di possibilità climatica) = 0,48

Calcolo del

$\phi^\circ$  = (coefficiente di deflusso prima della trasformazione)

$$0,9 \times 0,37 + 0,2 \times 0,63 = \mathbf{0,46}$$

$\phi$  = (coefficiente di deflusso dopo la trasformazione)

$$0,9 \times 0,43 + 0,2 \times 0,57 = \mathbf{0,50}$$

### **Calcolo del volume minimo di invaso**

$$w = 50 \times (0,46/0,50)^{(1/(1-0,48))} - 15 \times 1,00 - 50 \times 0,00 = 43,54 \text{ mc/ha}$$

$$W = w \times \text{Superficie area (ha)} = 43,54 \times 2.123,00 : 10.000 = \mathbf{9,24 \text{ mc}}$$

Pertanto per l'area in esame, da tutte le valutazioni sopra riportate, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento in progetto, il volume minimo di invaso (vasca, serbatoio, ecc.) atto alla laminazione delle piene avrà un volume di **9,24 mc**.

Dal Volume totale della vasca potrà essere sottratto l'80% del volume dell'impianto relativo alle acque meteoriche (collettori, pozzetti e quant'altro).

Il quantitativo d'acqua derivato dal calcolo dell'invarianza idraulica sarà stoccatato nella cisterna di accumulo acque meteoriche e invarianza idraulica, di volume significativo per l'area in esame e graficamente rappresentata nelle Tavole di Progetto.

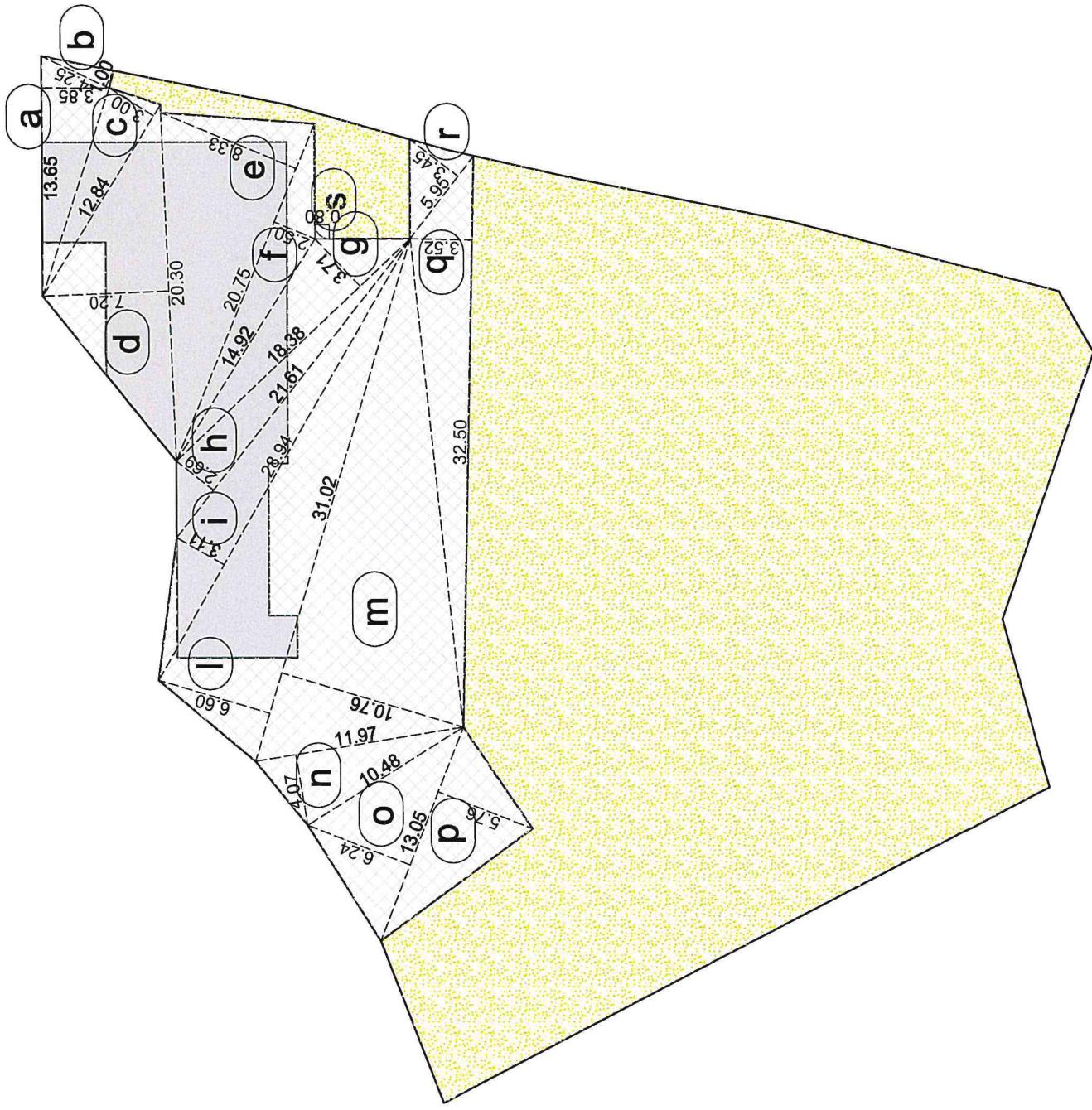
Per quanto sopra, a titolo puramente indicativo, il foglio elettronico di calcolo allegato fornisce inoltre la seguente informazione, per convogliamento a corpo recettore:

- La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a **4,23 l/sec/ha** (portata ammissibile effluente al ricettore) con strozzatura della condotta di scarico DN = 45,00 mm.

Allegati al Testo:

- Calcolo Superficie Impermeabile Stato Attuale e Stato di Progetto;
- Foglio elettronico di calcolo.

## CALCOLO SUPERFICIE IMPERMEABILE STATO ATTUALE



### CALCOLO SUPERFICIE IMPERMEABILE STATO ATTUALE

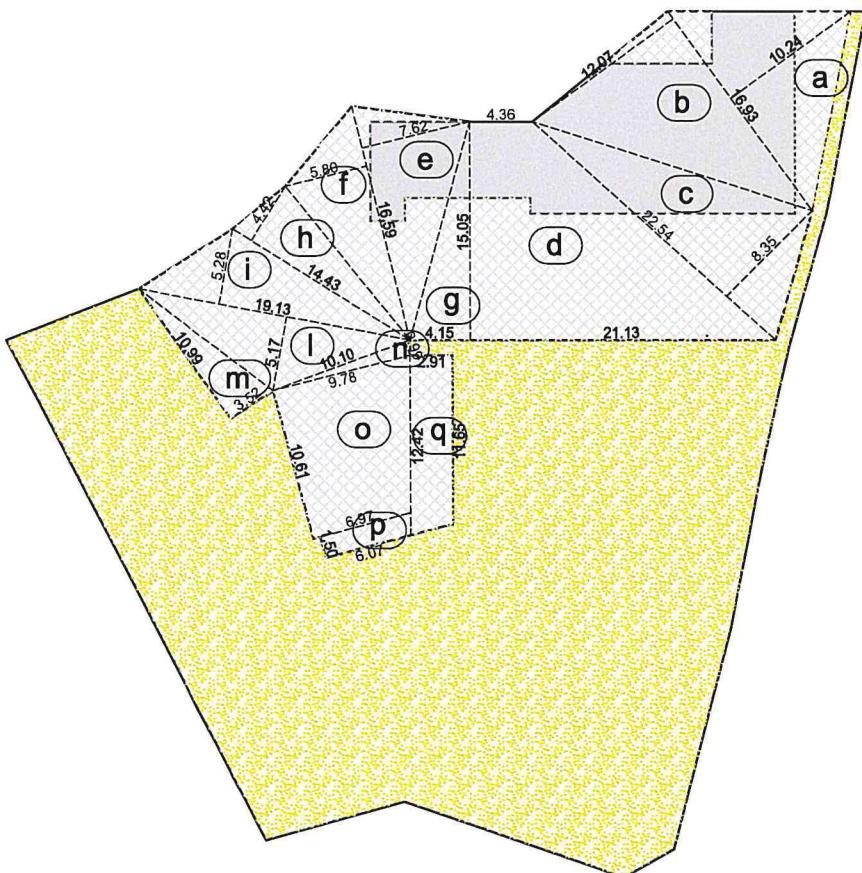
$$\begin{aligned}
 a &= 13.65 \times 3.85 / 2 & = 26.28 \text{ m}^2 \\
 b &= 4.25 \times 1.00 / 2 & = 2.13 \text{ m}^2 \\
 c &= 12.84 \times 3.00 / 2 & = 19.26 \text{ m}^2 \\
 d &= 20.30 \times 7.20 / 2 & = 73.08 \text{ m}^2 \\
 e &= 20.75 \times 8.33 / 2 & = 86.42 \text{ m}^2 \\
 f &= 20.75 \times 2.50 / 2 & = 25.94 \text{ m}^2 \\
 g &= 18.38 \times 3.71 / 2 & = 34.09 \text{ m}^2 \\
 h &= 21.61 \times 2.69 / 2 & = 29.07 \text{ m}^2 \\
 i &= 28.94 \times 3.11 / 2 & = 45.00 \text{ m}^2 \\
 j &= 31.02 \times 6.60 / 2 & = 102.37 \text{ m}^2 \\
 k &= 31.02 \times 10.76 / 2 & = 166.89 \text{ m}^2 \\
 l &= 11.97 \times 4.07 / 2 & = 24.36 \text{ m}^2 \\
 m &= 13.05 \times 6.24 / 2 & = 40.72 \text{ m}^2 \\
 n &= 13.05 \times 5.76 / 2 & = 37.58 \text{ m}^2 \\
 o &= 32.50 \times 3.52 / 2 & = 57.20 \text{ m}^2 \\
 p &= 5.95 \times 3.45 / 2 & = 10.26 \text{ m}^2 \\
 s &= 0.80^2 - (0.80^2 \times 3.14/4) = \underline{0.14 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

### CALCOLO SUPERFICIE PERMEABILE STATO ATTUALE

$$\begin{aligned}
 \text{Superficie lotto di proprietà} &= 2123.00 \text{ m}^2 \\
 \text{a detrarre} & \\
 \text{Superficie impermeabile} & = \underline{780.79 \text{ m}^2} \\
 \text{Superficie permeabile} & = 1342.21 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

**Total = 780.79 m<sup>2</sup>**

## CALCOLO SUPERFICIE IMPERMEABILE STATO DI PROGETTO



### CALCOLO SUPERFICIE IMPERMEABILE STATO DI PROGETTO

$a = 16.93 \times 10.24 / 2$	= 86.68 m <sup>2</sup>
$b = 16.93 \times 12.07 / 2$	= 102.17 m <sup>2</sup>
$c = 22.54 \times 8.53 / 2$	= 96.13 m <sup>2</sup>
$d = (21.13+4.36) \times 15.05 / 2$	= 191.81 m <sup>2</sup>
$e = 16.59 \times 7.62 / 2$	= 63.21 m <sup>2</sup>
$f = 16.59 \times 5.80 / 2$	= 48.11 m <sup>2</sup>
$g = 15.05 \times 4.15 / 2$	= 31.23 m <sup>2</sup>
$h = 14.43 \times 4.42 / 2$	= 31.89 m <sup>2</sup>
$i = 19.13 \times 5.28 / 2$	= 50.50 m <sup>2</sup>
$j = 19.13 \times 5.17 / 2$	= 49.45 m <sup>2</sup>
$m = 10.99 \times 3.52 / 2$	= 19.34 m <sup>2</sup>
$n = 10.10 \times 0.99 / 2$	= 5.00 m <sup>2</sup>
$o = (9.78+6.97) \times 10.61 / 2$	= 88.86 m <sup>2</sup>
$p = (6.97+6.07) \times 1.50 / 2$	= 9.78 m <sup>2</sup>
$q = (11.65+12.42) \times 2.91 / 2$	= 35.02 m <sup>2</sup>
<b>Totale = 909.18 m<sup>2</sup></b>	

### VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE STATO DI PROGETTO

Sup. Impermeabile di Progetto = 909.18 m<sup>2</sup> > Sup. Impermeabile Stato attuale = 780.79 m<sup>2</sup>  
 Superficie impermeabile di ampliamento = 909.18 - 780.79 = 128.39 m<sup>2</sup>

### CALCOLO SUPERFICIE PERMEABILE STATO DI PROGETTO

Superficie lotto di proprietà = 2123.00 m<sup>2</sup>  
 a detrarre  
 Superficie impermeabile di progetto = 909.18 m<sup>2</sup>  
 m<sup>2</sup>

## CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

(inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)

Superficie fondiaria = 2.123,00 mq

inserire la superficie totale dell'intervento

### ANTE OPERAM

Superficie impermeabile esistente = 789,79 mq  
inserire il 100 % della superficie impermeabile  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

Imp° = 0,37

Superficie permeabile esistente = 1.333,21 mq  
inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola)  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

Per° = 0,63

Imp°+Per° = 1,00

corretto: risulta pari a 1

### POST OPERAM

Superficie impermeabile di progetto = 909,18 mq  
inserire il 100 % della superficie impermeabile  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

Imp = 0,43

Superficie permeabile progetto = 1.213,82 mq  
inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola)  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

Per = 0,57

Imp+Per = 1,00

corretto: risulta pari a 1

### INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

Superficie trasformata/livellata = 2.123,00 mq

I = 1,00

Superficie agricola inalterata = 0,00 mq

P = 0,00

I+P = 1,00

corretto: risulta pari a 1

**CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM**

$$\phi^\circ = 0,9 \times \text{Imp}^\circ + 0,2 \times \text{Per}^\circ = 0,9 \times 0,37 + 0,2 \times 0,63 = 0,46 \quad \phi^\circ$$

$$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} = 0,9 \times 0,43 + 0,2 \times 0,57 = 0,50 \quad \phi$$

**CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVAZO**

$$W = w^\circ (f/f^\circ)^{(1/(1-\eta))} - 15 \text{ l} - w^\circ P = 50 \times 1,17 - 15 \times 1,00 - 50 \times 0,00 = 43,54 \quad W$$

$$W = w \times \text{Superficie fondaria (ha)} = 43,54 \times 2.123 : 10.000 = 9,24 \quad W$$

**DIMENSIONAMENTO STROZZATURA**

Portata amm.le (Qagr.=20 l/sec/ha)  
Battente massimo

4,25	l/sec
1,00	m

portata ammissibile effluente al ricettore  
battente sopra l'asse della condotta di scarico dell'invaso di laminazione

**DN max condotta di scarico**

45,10	mm
-------	----

si adotta condotta DN

45,00	mm
-------	----

Portata uscente con la condotta adottata

4,23	l/sec
------	-------