



**GE Ground Engineering S.r.l.**

Sede legale: Via Villa, 5/c – 30010 Campolongo Maggiore (VE)

Sede operativa: Via Germania, 7 – 35010 Vigonza (PD)

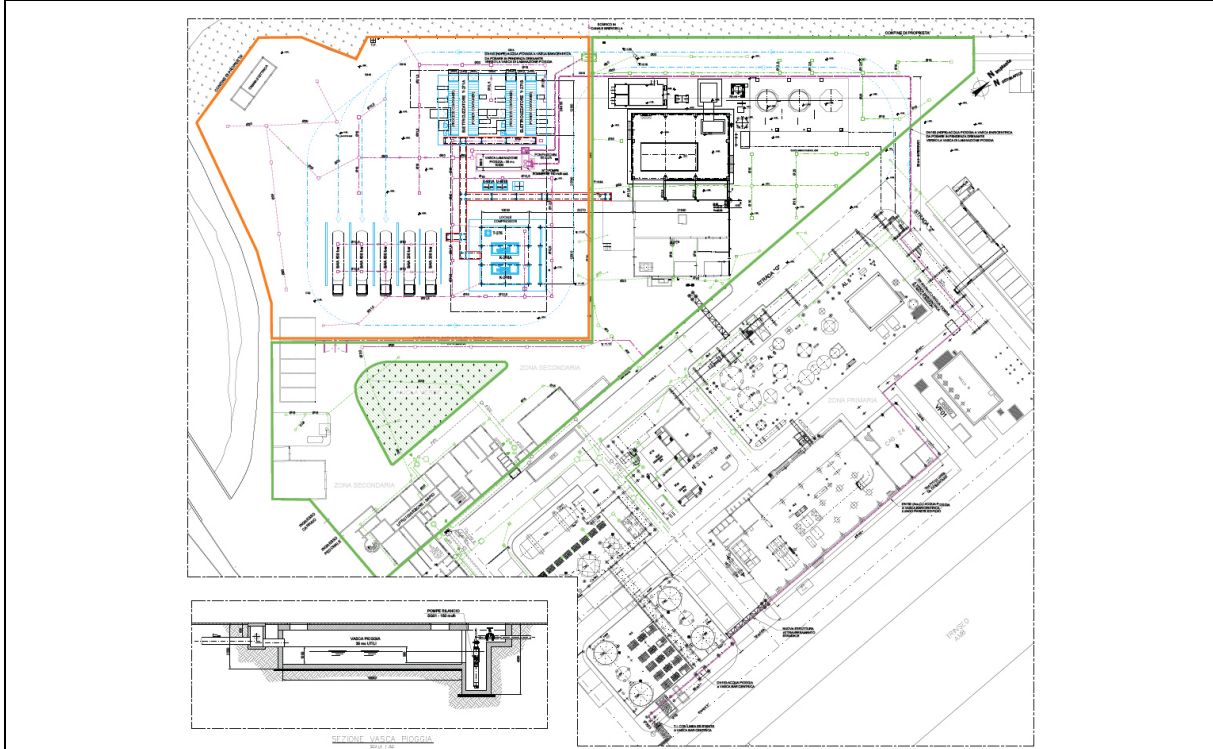
Tel +39.049.9703506



P.IVA.: 03666520279

[www.ground-eng.com](http://www.ground-eng.com) - [info@ground-eng.com](mailto:info@ground-eng.com) - [info@pec.ground-eng.com](mailto:info@pec.ground-eng.com)

## COMUNE DI VENEZIA

Via Malcontenta, 49



<p>Data: Settembre 2024</p>	<p style="text-align: center;"><b>IMPIANTO DI ELETTROLIZZAZIONE</b> <b>Via Malcontenta, 49 – Marghera (VE)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDRAULICA</b></p>	<p>Dott. Geol. <b>Matteo Vian</b> Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 689.</p>  <p><i>Matteo Vian</i></p>
<p>Revisione V03 Commessa 249-24</p>	<p style="text-align: center;"><b>COMMITTENTE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>BPM Engineering S.r.l.</b></p>	<p>Dott. Geol. <b>Basilio Zanninello</b> Albo dei Geologi della Regione Veneto N. 608.</p>  <p><i>Basilio Zanninello</i></p>

## 1. PARAMETRI IDROLOGICI ED IDRAULICI

### 1.1 - Premessa

Il calcolo della portata di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali: determinazione dell'afflusso meteorico lordo, determinazione dell'afflusso meteorico netto e la trasformazione degli afflussi in deflussi.

### 1.2 - Determinazione dell'afflusso meteorico lordo

#### 1.2.1 - Tempo di ritorno

Per l'intervento in oggetto, si assume un Tempo di ritorno **Tr pari a 20 anni.**

#### 1.2.2 - Raccolta ed elaborazione dei dati pluviometrici

Per quanto riguarda l'analisi delle precipitazioni si è fatto riferimento allo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento, aggiornamento 2019" fornisce i parametri delle curve di possibilità pluviometriche individuate in seguito ad una analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati da 27 stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse.

Le curve di possibilità pluviometrica) proposte sono espresse con la formula più generale a tre parametri (a,b,c)

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

dove

t = durata della precipitazione

a, b, c = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Nel caso di Venezia si è fatto riferimento ai parametri della sottozona omogenea 3 aggiornati al 2019 (fig.2-3)

$$a=28$$

$$b= 10,7$$

$$c= 0,787$$

### 2.6.3 Sottozona omogenea 3

Stazioni pluviometriche: Campodarsego (PD), Grantorto (PD), Trebaseleghe (PD), Mogliano Veneto (TV), Roncade (TV), Zero Branco (TV), Cavallino Treporti (VE).

Tabella 24. Attribuzione dei comuni nel comprensorio alla sottozona omogenea 3.

Sottozona omogenea	Comune	Provincia
3	Borgoricco	PD
	Cadoneghe	PD
	Campo San Martino	PD
	Campodarsego	PD
	Camposampiero	PD
	Curtarolo	PD
	Limena	PD
	Loreggia	PD
	Massanzago	PD
	Padova	PD
	Plombino Dese	PD
	San Giorgio delle Pertiche	PD
	San Giorgio in Bosco	PD
	Santa Giustina in Colle	PD
	Trebaseleghe	PD
	Vigodarzere	PD
	Vigonza	PD
	Villa del Conte	PD
	Villanova di Camposampiero	PD
	Casale sul Sile	TV
	Casier	TV
	Istrana	TV
	Mogliano Veneto	TV
	Morgano	TV
	Preganziol	TV
	Resana	TV
	Treviso	TV
	Vedelago	TV
	Zero Branco	TV
	Marcon	VE
	Martellago	VE
	Noale	VE
	Quarto d'Altino	VE
Salzano	VE	
Santa Maria di Sala	VE	
Scorze'	VE	
Venezia	VE	

Fig.1

Fig.2

Tabella 26. Valore di precipitazione atteso per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno.

Tr [anni]	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	10.9	18.1	22.6	31.0	34.9	37.8	47.7	55.8	66.9	80.5
5	12.9	21.5	27.1	37.5	42.5	46.2	59.4	69.7	83.6	100.3
10	14.3	23.9	30.3	42.2	48.0	52.3	68.7	81.0	97.5	116.7
20	15.5	26.1	33.2	46.7	53.3	58.3	78.5	93.1	112.4	134.3
30	16.2	27.4	34.9	49.2	56.3	61.7	84.5	100.5	121.7	145.3
50	17.0	28.8	36.9	52.2	60.0	65.9	92.2	110.2	134.0	159.9
100	18.0	30.7	39.4	56.2	64.9	71.4	103.1	124.2	151.9	180.9
200	19.0	32.4	41.8	60.0	69.5	76.8	114.6	139.1	171.2	203.7

Tabella 27. Parametri della curva segnalatrice tri-parametrica per le piogge sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno.

Tr [anni]	a	b	c
2	19.6	9.3	0.812
5	23.7	10.0	0.807
10	26.1	10.4	0.798
20	28.0	10.7	0.787
30	28.8	10.9	0.780
50	29.7	11.1	0.770
100	30.5	11.3	0.755
200	30.9	11.5	0.740

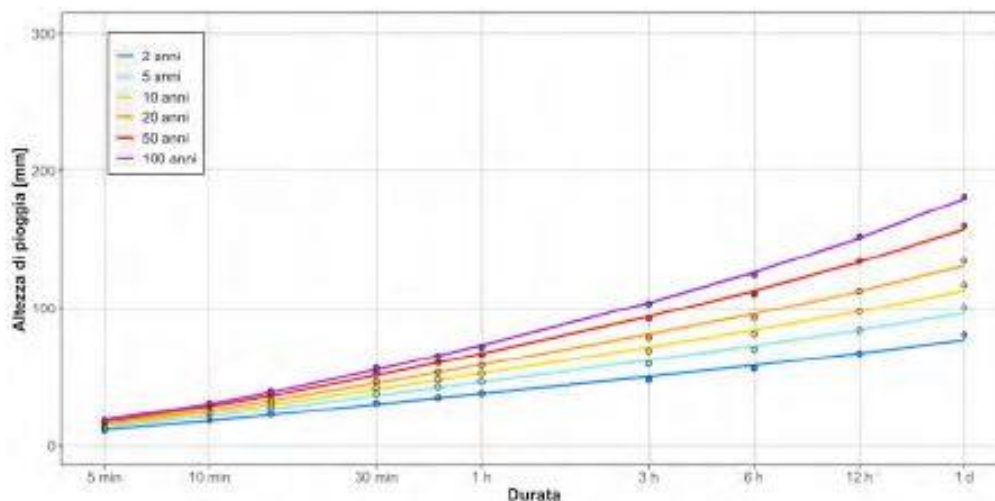


Figura 23. Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno.

### 1.3 - Determinazione dell'afflusso meteorico netto

La portata meteorica lorda  $Q_l(t)$  che affluisce ad un bacino di superficie  $S$  durante un evento con intensità  $j(t)$  risulta  $Q_l(t) = j(t)S$ . La portata meteorica netta  $Q(t)$  che affluisce alla rete di smaltimento è inferiore perché una parte dell'acqua evapora, viene intercettata o trattenuta dal suolo, riempie piccole cavità e soprattutto penetra per infiltrazione nel terreno. Per quantificare quantitativamente le perdite si utilizza il cosiddetto coefficiente di afflusso  $\phi$  (detto anche di assorbimento), che varia da 0 a 1: il valore 0 idealmente caratterizza una superficie infinitamente permeabile che non permette il deflusso superficiale, il valore unitario rappresenta la situazione di superficie impermeabile in cui l'infiltrazione è nulla. Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla DGR. 2948/2009

Superficie scolante	$\phi$
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato)	0,60
Superfici impermeabili (coperture, viabilità)	0,90

Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di afflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i S_i}{S_{tot}}$$

IMPIANTO ELETTROLIZZATORE IDROGENO	5700	0.90
	5700	0.90

### 1.4 - Trasformazione afflussi in deflussi

Per ridurre la complessità dei calcoli necessari alla definizione dell'intera onda di piena, sono stati sviluppati metodi semplificati, che si basano su ietogrammi di progetto ad intensità costante per la durata  $\tau$  dell'evento, correlati a coefficienti di afflusso  $\phi$  parimenti costanti durante l'evento di data durata, in modo tale da ottenere portate di afflusso nette costanti nel tempo. Nello specifico s'è fatto riferimento al Metodo della Corrivazione (o metodo cinematico lineare) si basa sulle considerazioni che:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare sulla sezione di chiusura;

- esiste un tempo di corrivazione  $t_c$  caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La formula che ne individua la portata è:

$$Q = \frac{h\phi S}{\tau} = j\phi S$$

con la portata massima che si verifica per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, quando cioè tutto il bacino ha contribuito alla formazione della stessa.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  si è utilizzata la formulazione per cui  $t_c = t_a + t_r$ , dove:  $t_c$  = tempo di corrivazione,  $t_a$  = tempo di accesso alla rete;  $t_r$  = tempo di rete.

Calcolato con la formulazione prevista da Mambretti e Paoletti 1997 (*Il metodo del condotto equivalente nella simulazione del deflusso superficiale in ambiente urbano*”, CSDU) e valida per sottobacini fino a 10 ettari, il tempo di accesso può essere espresso come segue:

$$t_a = (3600^{(1-n)/4} * 0,5 li) / (si^{0,375} (a\phi Si)^{0,25})^{4/(n+3)}$$

$t_a$  = tempo di accesso (s)

$li$  = massima lunghezza del deflusso del bacino (m) stimata pari a  $li = 19,1 (100 * Si)^{0,548}$

$si$  = pendenza del bacino (m/m)

$\phi$  = coefficiente di deflusso del bacino

$Si$  = superficie di deflusso del bacino (ha)

$a, n$  = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

il tempo di rete sarà dato dai tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete alla velocità della corrente, moltiplicato per un coefficiente correttivo pari a 1,5 (Becciu, et alii, 1997) quindi  $t_r = Li / 1,5 * V_i$ .

tempo di accesso alla rete									
Superficie m2	Si	Li (m)	phi	si	a	n	tai		
5700.00	0.57	175.087	0.90	0.003		57.28	0.4	218.08	0.06
tempo di rete									
	v	Li							
	1	175.087						116.72	0.03
							Tc sec	<b>334.81</b>	
							Tc min	<b>5.6</b>	
							Tc fraz ora	<b>0.09</b>	



superficie=	5700.00	mq	
coeff.deflusso=	0.90		
T(h)	H(mm)	J (mm/h)	Qp(l/s)
0.09	17.39	186.95	266.41

La portata massima ammonta a 266,4 l/s, ipotizzando una tubazione in PVC con diametro esterno 500 mm ed interno 475,5 (PVC SN 4), pendenza 0,5 %, riempimento 80 %, la portata garantita da tale tubazione ammonta a 355 l/s > 266 l/s

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpare alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale  
 w  % = Livello percentuale riempimento del canale  
 i  m/m = Pendenza del canale  
 k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

## 2. VERIFICA IMPIANTO SOLLEVAMENTO

Il collettore principale in pressione esistente è costituito da tubazione in acciaio DN150 e presenta una lunghezza complessiva di circa 850 metri. Il dislivello geodetico è di 11 metri

### TUBI ACCIAIO PER CONDOTTE

Ø pollici	DN mm	Ø est. mm	TUBI SALDATI		TUBI SENZA SALDATURA	
			Spessore mm	Ø int. mm	Spessore mm	Ø int. mm
2"	50	60,3	2.9	54.5	2.9	54.5
2" 1/2	60-65	76,1	2.9	70.3	2.9	70.3
3"	80	88,9	2.9	83.1	3.2	82.5
4"	100	114,3	3.2	107.9	3.6	107.1
5"	125	139,7	3.6	132.5	4.0	131.7
6"	150	168,3	4.0	160.3	4.5	159.3
8"	200	219,1	4.5	210.1	6.3	206.5
10"	250	273,0	5.0	263.0	6.3	260.4
12"	300	323,9	5.6	312.7	7.1	309.7
14"	350	355,6	5.6	344.4	8.0	339.6
16"	400	406,4	6.3	393.8	8.8	388.8
18"	450	457,2	6.3	444.6	8.8	439.6
20"	500	508,0	6.3	495.4	8.8	490.4
24"	600	609,6	6.3	597.0	10.0	589.6

La portata di tale tubazione, con le caratteristiche al contorno imposte ammonta a circa 25 l/s

Formula di Hazen-Williams

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpendo alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.



$$\Delta = JL = \frac{10.675 Q^{1.852}}{C^{1.852} D^{4.8704}} L$$

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno  
Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta  
Δ  m = Dislivello piezometrico  
C  = Coefficiente di scabrezza  
L  m = Lunghezza della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

[Tabella coefficienti di scabrezza](#)

Coefficiente di scabrezza:

100 per tubi calcestruzzo  
120 per tubi acciaio  
130 per tubi ghisa rivestita  
140 per tubi rame, inox  
150 per tubi PE, PVC e PRFV

Le perdite di carico, per una portata della pompa assunta pari a 25 l/s e la tubazione di cui sopra possono essere valutate in circa 12,2 m/Km per cui le perdite di carico per 850 metri ammontano a circa 10,4 metri, mentre quelle concentrate possono essere assunte nell'ordine del 20% di quella geodetica per cui la prevalenza sarà pari a circa 24 metri

Formula di Hazen-Williams

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpendo alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D  mm = Diametro interno  
Q  l/s = Portata della condotta  
J  m/km = Perdita di carico  
C  = Coefficiente di scabrezza

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

[Tabella coefficienti di scabrezza](#)

Coefficiente di scabrezza:

100 per tubi calcestruzzo  
120 per tubi acciaio  
130 per tubi ghisa rivestita  
140 per tubi rame, inox  
150 per tubi PE, PVC e PRFV

La pompa sarà quindi di tipo sommerso con portata di 25 l/s con prevalenza pari a 24 metri e dovrà essere installata anche una pompa di riserva con le stesse caratteristiche



### 3. GESTIONE DELLA ACQUE METEORICHE

#### 2.1- Premesse

Per lo studio in oggetto si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua affluito alla sezione di chiusura nella configurazione di progetto e successivamente il volume smaltito ed invasato dai manufatti predisposti in via preliminare.

Si dovrà quindi dimostrare che il volume di pioggia è inferiore al volume d'acqua smaltito tramite pompe e temporaneamente invasato dalla vasca di accumulo cioè  $V_d + V_{vv} \geq V_p$ , quindi  $\Delta V \leq 0$ .

Il sistema determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale ponderata tra le piogge di varia durata) e della portata di deflusso (limitata teoricamente alla somma tra la portata della pompa sommersa 25 l/s ed alla portata dello scolmatore (101 l/s)

- altezza di pioggia di durata oraria con  $T_r=20$  anni
- portata di pioggia ( $Q_p$ ) alla sezione di chiusura calcolata con il metodo cinematico
- portata di deflusso pompa sommersa ( $Q_d$ )
- portata scolmatore ( $Q_{scol}$ )
- volume di pioggia ( $V_p=Q_p \cdot T_{pioggia}$ )
- volume di pioggia defluito mediante pompa sommersa ( $V_d=Q_d \cdot T_{pioggia}$ )
- volume di pioggia defluito mediante scolmatore ( $V_{scol}=Q_{scol} \cdot T_{pioggia}$ )
- volume d'invaso superficiale costituito dal velo idrico che scorre in superficie (1.0 –2.5 mm di velo liquido) per la tipologia di superficie in questione si assume pari a 10 mc/ha e l'acqua invasata dalle caditoie, grondaie, pozzetti, etc che si può assumere pari a 30 mc/ha, per un volume d'invaso superficiale di circa 40 mc/ha ( $V_{isp}$ )
- Volume della vasca di accumulo ( $V_v$ ) = 35 mc
- volume d'invaso temporaneo ( $\Delta V=V_p-V_d-V_{scol}-V_v-V_{isp}$ )

Di seguito è stata indicata la sintesi del calcolo dei volumi d'invaso che utilizzano un tempo di ritorno di 20 anni.

**La verifica riportata a seguire, verifica che il sistema mediante la creazione di un volume d'invaso di almeno 35 mc, l'adozione di pompa sommersa da 25 l/s ed uno scolmatore di almeno 101 l/s è in grado di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche, dell'area considerata per eventi con tempo di ritorno di 20 anni. (Probabilità del 5% per cento che l'evento accada in un anno)**

Lo scolmatore potrà funzionare a gravità ipotizzando una tubazione in PVC con diametro esterno 315 mm ed interno 299 (PVC SN 4), pendenza 0,5 %, riempimento 100 %, la portata garantita da tale tubazione ammonta a 105,7 l/s > 101 l/s

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorparendo alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale  
w  % = Livello percentuale riempimento del canale  
i  m/m = Pendenza del canale  
k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

Tabella diametri interni tubazioni

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

superficie=	5700.00	mq									
coeff.deflusso=	0.90										
T(h)	H(mm)	J (mm/h)	Qp(l/s)	Qd(l/s)	Qscol (l/s)	Vp(mc)	Vd(mc)	Vscolm (mc)	Vv(mc)	Visp(mc)	ΔV(mc)
0.09	17.39	186.95	266.41	25.00	101.00	89.20	8.37	33.82	35.00	22.80	-10.79
0.10	18.32	183.24	261.12	25.00	101.00	94.00	9.00	36.36	35.00	22.80	-9.16
0.15	24.14	160.90	229.29	25.00	101.00	123.81	13.50	54.54	35.00	22.80	-2.03
0.20	28.78	143.92	205.08	25.00	101.00	147.66	18.00	72.72	35.00	22.80	-0.86
0.25	32.63	130.52	186.00	25.00	101.00	167.40	22.50	90.90	35.00	22.80	-3.80
0.30	35.90	119.66	170.52	25.00	101.00	184.16	27.00	109.08	35.00	22.80	-9.72
0.35	38.73	110.66	157.69	25.00	101.00	198.68	31.50	127.26	35.00	22.80	-17.88
0.40	41.22	103.06	146.85	25.00	101.00	211.47	36.00	145.44	35.00	22.80	-27.77
0.45	43.45	96.54	137.58	25.00	101.00	222.87	40.50	163.62	35.00	22.80	-39.05
0.50	45.45	90.90	129.53	25.00	101.00	233.16	45.00	181.80	35.00	22.80	-51.44
0.55	47.27	85.95	122.48	25.00	101.00	242.51	49.50	199.98	35.00	22.80	-64.77
0.60	48.94	81.57	116.24	25.00	101.00	251.09	54.00	218.16	35.00	22.80	-78.87