

TECHNIK

MANUAL TEHNIC MUFLE DRAIN

Sistemul MufleDrain	pag.	251
Drenajul punctual si drenajul liniar	pag.	251
Resistenta la substante chimice a PE-HD	pag.	252
Elemente de hidrologie.....	pag.	254
Premize	pag.	254
Ciclul de apa sau ciclul hidrologic	pag.	254
Precipitatiile si masuratori pluviometrice	pag.	255
Elaborarea datelor pluviometrice	pag.	256
Calculul debitelor	pag.	262
Calculul debitului maxim de scurgere	pag.	262
Calculul capacitatii de preluare a gratarelor si evacuarea in canalizare	pag.	267
Debitul tuburilor circulare din PVC	pag.	267
Punerea in opera.....	pag.	268
Premize	pag.	268
Stratul de baza si ranforsarea	pag.	268
Betonul	pag.	268

Preluarea si evacuarea apelor superficiale rezultate in urma precipitatiilor meteorice sau provenite de la activitati industriale si agricole a fost intotdeauna o prioritate a activitatii omului.

Aceasta preocupare, mai ales in ultimii ani, a crescut in mod considerabil din cauza schimberilor climatice si morfologice din teritoriu.

Sistemul de drenaj MufleDrain este solutia ideala deoarece combina caracteristicile tehnice cerute de arhitectii cu simplitatea si economicitatea punerii in opera cerute de constructori.

Prezentul manual tehnic isi propune sa furnizeze un ajutor arhitectilor pentru realizarea unui sistem de drenaj eficace si versatil.

In acest scop sunt indicate caracteristicile generale de proiectare referitoare la calculul debitelor de apa si de realizare de terasamente din beton necesare pentru instalarea rigolelor de drenaj.

Drenajul punctual si drenajul liniar

Pentru a permite preluarea apelor superficiale (generate de evenimente meteorologice sau de activitati urbane si/sau industriale) de pe o suprafata impermeabila sau de pe terenuri lipsite de drenaj, este necesar a proiecta si realiza un sistem potrivit de preluare si evacuare, pentru a permite conducerea lichidelor catre receptorul final.

Solutiile utilizate in prezent sunt de doua tipuri:

1. Drenajul punctual

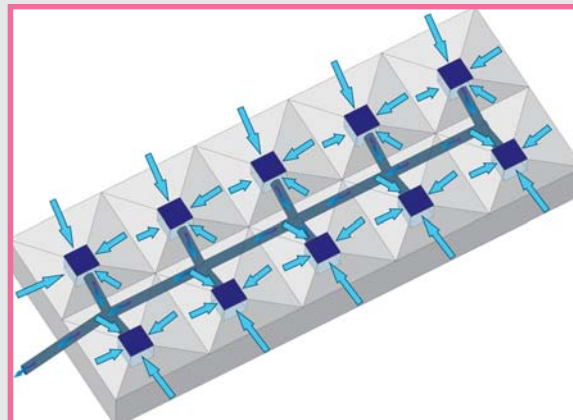
2. Drenajul liniar

DRENAJUL PUNCTUAL

Prevede instalarea, in puncte prestabilite pe suprafata in cauza, de camine de preluare prevazute cu gratare. In acest mod aria de drenaj considerata este impartita in mai multe sectoare, fiecare dintre acestea avand ca punct de evacuare gratarele respective. Toate aceste sectoare trebuiesc prevazute cu 4 canale cu panta pentru conducerea apei catre punctul de preluare. Caminele pot fi legate intre ele printr-o retea interna de tuburi care conduc fluidul catre receptorul final.

Acest tip de sistem de drenaj prezinta urmatoarele dezavantaje:

- dificultati la proiectare cauzate de complexitatea impartirii suprafetei in suprafete mai mici, iar la fiecare trebuiesc prevazute canale cu panta adecvata.
- dificultati la realizarea pantelor corecte;
- dificultati la realizarea retelei de tuburi si costuri mari cu realizarea ei;
- executarea de sapaturi adanci pentru pozarea caminelor;
- dificultati la intretinere din cauza lipsei accesului la tuburile de evacuare, care daca sunt obturate de materii solide fac inutil intregul sistem;
- devieri de la nivel (zona este caracterizata de numeroase denivelari);
- din cauza multitudinii de camine cu gratare suprafata poate deveni inestetica din punct de vedere estetic si arhitectural.



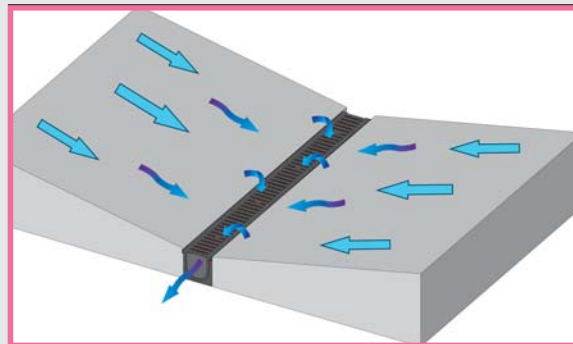
DRENAJUL LINIAR

Se utilizeaza rigole de drenaj prefabricate si cu acestea se pot realiza tronsoane continue care se pot intinde pe sute de metri. Sistemul este prevazut cu gratare de acoperire adecvate.

Se face conducerea apelor de ploaie catre canalizare, care sunt captate cu gratare, si indrumate catre receptorul final, legarea facandu-se cu ajutorul punctelor de evacuare prezente pe corpul rigolei printr-un tub cu diametru corespunzator. Pozitionarea sistemului de drenaj poate fi ales in functie de panta naturala a terenului sau in absenta ei, dand o panta suprafetei de drenare.

Avantajele acestui sistem sunt multiple:

- simplitate marita la proiectare;
- simplitate marita la executie;
- este economic;
- functionare fara probleme datorita numarului redus de tuburi interne (se micsoareaza riscul de obturare);
- intretinere si curatare foarte usoara si simpla;
- compatibilitate estetice cu orice tip de suprafata sau mediu de montaj.



REZISTENTA LA SUBSTANTE CHIMICE A PE-HD

DESCRIERE	%	DESCRIERE	%	DESCRIERE	%
Acetat de amid		Acid picric	1% apos	Bere	
Acetat de amoniu		Acid propionic		Bisulfat de sodiu	
Acetat de butil	pur	Acid prusic	50%	Bisulfid de sodiu	10%
Acetat de metil	pur	Acid sulfuric		Bor	
Acetat de plumb		Acid sulfuric		Borat de potasiu	
Acetat de sodiu		Acid sulfuric apos		Bromat de potasiu	10% apos
Otet (de vin)		Acid sulfuric apos	80% apos	Bromat de sodiu	saturat, rece
Acetona		Acid sulfuros	40%	Bromura de potasiu	apos
Acizi grasi	pur	Acid stearic		Bromura de sodiu	
Acizi pentru bai	700 mg.	Acid succinic	pur	Butadiena	pur
Acid acetic	50%	Acid tanic		Butandiol	10%
Acid acetic bivalent	50%	Acid tartaric apos		Butanol apos	
Acid acetic trivalent	50%	Acid tricloracetice		Carbonat de amoniu	50%
Acid adipos		Apa minerala		Carbonat de sodiu	
Acid arsenic	80%	Apa oxigenata		Cianura	
Acid benzoic		Apa potabila clorata	10%	Cianura de potasiu	
Acid boric apos		Acrilonitril		Ciclohexan	
Acid bromhidric	50%	Alcool alilic		Ciclohexanol	
Acid butiric	pur	Alcool amilic	96%	Ciclohexanina	pur
Acid cianhidric		Alcool benzilic		Clorat de potasiu	
Acid citric	10%	Alcool etilic	pur	Clorat de sodiu	
Acid clorhidric	10% apos	Alcool etilic+acid acetic	96%	Clorit de sodiu	diluat, apos
Acid cloracetice (mono)	50%	Alcool furfurilic		Cloretanol	
Acid cromatic	50% apos	Alcool gras ulei de cocos		Clorhidrat de anilina	saturat, apos
Acid dicloracetice	50%	Alcool metilic	pur	Clorura de aluminiu	10%
Acid dicloracetice	puro	Alcool propargilic		Clorura de amoniu	10%
Acid diglicolic	30%	Aldehida acetice	7%	Clorura de antimoni	90%
Acid florhidric	40% apos	Aldehida crotonica	pur	Clorura de var	
Acid florilic	32%	Piatra acra	pur	Clorura de calciu	
Acid formic		Amidon apos		Clorura de magnaziu	
Acid fosforic apos	85%	Amoniac		Clorura de potasiu	
Acid fosforic apos	30%	Anhidrida acetice		Clorura de cupru	
Acid ftalic		Anhidrida amonice	pur	Clorura de sodiu	
Acid glicolic	37%	Anhidrida sulfurice		Clorura de staniu	
Acid lactic	10%	Antigel, lichid auto		Clorura de zinc	
Acid maleic		Fixativi de baie		Clorura de fier	
Acid malic	1%	Benzaldehida	normal	Cresolo, apos	90% apos
Acid nitric	6.3%	Benzina		Cromat de potasiu	apos, saturat, rece
Acid oleic	pur	Benzoat de sodiu		Cromat de sodiu	diluat apos
Acid oleic		Bicarbonat de sodiu		Dextrina apoasa	
Acid osalic apos		Bicromat de potasiu		Detergenti sintetici	5% apos
Acid pentru acumulatori	80% apos	Bioxid de carbon		Dexobutilcetona	pur
Acid percloric apos	70% apos	Bioxid de sulf		Dimetilamina, lichida	

Substantele de mai sus nu au influenta asupra PE-HD la temperatura de 60°, in orice caz este indicata concentratia maxima. Pentru alte substante si/sau temperaturi si concentratii consultati Departamentul Tehnic.

REZISTENTA LA SUBSTANTE CHIMICE A PE-HD

DESCRIERE	%	DESCRIERE	%	DESCRIERE	%
Dimetilfomamida		Isoottano		Peroxid de hidrogen	90% acvoso
Dioxina		Izopropanol	apos	Persolfat de potasiu, sodiu	
Produse distilate		Lanolina		Titei	puro
Vin distilat	pur	Lapte		Piridina	
Emulsie de parafina	pur	Drojdie	pur	Pirosolfit de sodiu	acvoso
Emulsii fotografice		Lichior		Soda	saturu freddo 90%
Extrasii tanici vegetali		Marmelada			acvoso
Eter de titei		Melasa		Soda caustica	50%
Etilamina	pur	Mercur		Propan	puro, liquido
Etilester de acid acetic	700 mg.	Metilamina		Developeri fotografici	normale
Monoclorat	50%	Metilester d acid acetic		Sare de bucatarie	
Fenol	50%	Diclorat		Saruri de argint, beriliu	
Fiercianura de potasiu	50%	Metilester de acid acetic		magneziu, mercur, nichel,	
Ingrasaminte (saruri)		Monoclorat	32% apos	cupru, zinc	
Florura de amoniu	80%	Metiletichetona		Sirop de amidon	
Florura de cupru		Amestec sulfosforic		Sirop de zahar	
Florura de sodiu	50%	Morfolina		Sebacato de butil	puro
Formaldehida	pur	Must din melasa		Cidru	
Formamida		Must fermentat	pur	Silicat de sodiu	
Fosfat de amoniu	10%	Movilit d	30%	Soda	
Fosfat de potasiu	10% apos	Naftalina		Soda caustica	10%
Fosfat de sodiu	50%	Nitrat de amoniu		Sulfat de aluminiu	
Fosfat tributil	50% apos	Nitrat de argint		Sulfat de aluminiu si potasiu	50%
Fosfor clorurat	50%	Nitrat de calciu, potasiu	normal	Sulfat de amoniu	10%
Gazolina	puro	Nitrat de cupru, sodiu	pur	Sulfat de hidroxilamina	
Glicerina	30%	Nitrat de sodiu	saturat apos	Sulfat de potasiu	
Glicol	40% apos	Nitrobenzen	50%	Sulfat de sodiu	
Glicol butilenic	32%	Nitrotoluen		Sulfid de sodiu	
Glicol etilenic		N-propanol	apos	Sulfura de amoniu	
Glicol propilenic	85%	Uleiuri si grasimi veretala	saturat rece	Sulfura de sodiu	
Glicina	30%	Lubrifianti	puro	Solutie de sapun	
Glucosa		Uleiuri minerale	puro	Sucuri de fructe	
Hidrat de clor	37%	Ulei de cocos, in, porumb		Tensioactivi	
Hidrat de idrazina	10%	Ulei de masline		Tetraetil de plumb	puro
Hidrogen		Ulei de palmier		Tiosulfat de sodiu	
Hidrosulfid de sodiu	1%	Ulei de parafina		Tricresilfosfat	
Hidroxid de amoniu	6.3%	Ulei siliconic		Trietanolamina	
Hidroxid de bariu	pur	Urina		Uree	30%
Hidroxid de calciu		Oxalat de sodiu		Viniuri albe si rosii	
Iodura de potasiu		Oxid propilenic		Zahar din struguri	
Iodura de sodiu	80% apos	Pentoxid de fosfor			
Hipoclorit de calciu	70% apos	Perclorat de potasiu	acvoso		
I-propanol	1% apos	Permanganat de potasiu	saturu freddo		

Substantele de mai sus nu au influenta asupra PE-HD la temperatura de 60°, in orice caz este indicata concentratia maxima. Pentru alte substante si/sau temperaturi si concentratii consultati Departamentul Tehnic.

Premize

Prezentul isi propune de a furniza un ghid simplu si practic si deasemenea un suport tehnic valid celor care se confrunta cu problematici conexe proiectarii si punerii in opera a sistemului de drenaj de suprafata.

Sistemul de drenaj de suprafata este o lucrare care permite recoltarea, conducerea si evacuarea tuturor apelor care se acumuleaza pe o suprafata determinata. Apele in cauza pot fi: meteorice, precipitatii atmosferice, rezultate in urma activitatilor gospodaresti si industriale, agricole, edilitare.

In desfasurarea operatiunilor de proiectare a unei retele de drenaj de suprafata, este necesar a face diferenta intre suprafetele deschise si suprafetele inchise.

Suprafetele deschise cuprind: strazi, pietre, gradini etc., si cer cunoasterea si analiza datelor referitoare la precipitatiile atmosferice; suprafetele inchise cuprind ariile supuse activitatilor industriale. In acest ultim caz drenajul va evacua efluentii rezultati in urma activitatii industriale si care sunt agresivi chimic.

Proiectarea unei retele de drenaj, in functie de datele generale ale suprafetei de drenat (tip, natura si dimensiuni), inseamna specificarea (indicarea) debitelor de fluide care trebuiesc evacuate.

In cazul suprafetelor acoperite, cum ar fi hale industriale, cantitatea si natura lichidelor de evacuat depind de activitatile industriale care se desfasoara, din acest motiv debitul trebuie furnizat de catre beneficiarul lucrarii.

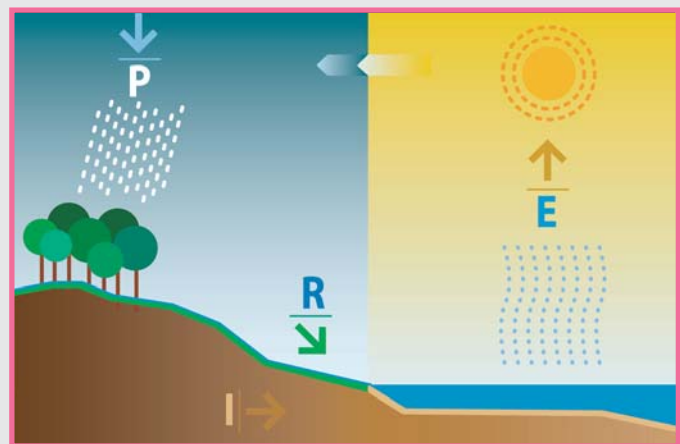
Pentru suprafetele descoperite debitul apei de evacuat se determina studiind debitele precipitatiilor meteorice. Pentru acest motiv, in continuare, sunt prezentate cateva notiuni simple de hidrologie care trateaza precipitatiile, datele istorice si calculul lor statistic.

Circuitul apei si circuitul hidrologic

Prin circuit hidrologic se intelege parcursul apei din oceane traversand atmosfera si pamantul si intorcandu-se apoi tot in oceane. Cu toate ca acest ciclu, generat de energia solara, este destul de complex, putem prezenta procesul de circulatie al apei in felul urmat: (1):

- apa se evapora de pe suprafata oceanelor formandu-se norii;
- norii, deplasati de vanturi pe distante mari, produc precipitatii sub forma de ploaie, ninsoare si grindina;
- o mare parte din aceste precipitatii cad in mare, iar restul pe suprafata terestra;
- dintre acestea o mare parte se evapora direct, o alta parte este retinuta de vegetatie si apoi restituita in atmosfera prin intermediul evaporarii si transpiratiei plantelor, o alta parte ajunge pe sol si se scurge pe suprafata catre mare, iar ultima parte se infiltreaza in sol si prin intermediul panzei freatice subterane si se intoarce in mare.

1. CIRCUITUL HIDROLOGIC



P reprezinta precipitatiile atmosferice;
E este apa evaporata de pe sol, de pe vegetatie etc.;
R- paraiaise superficiale;
I -apa care se infiltreza in sol.
Bilantul hidrologic se poate exprima cu relatia:

$$P = E + R + I$$

Precipitatiile si masurile pluviometrice

Cantitatea de precipitatii P este masurata prin varful de ploaie si este exprimata in mm. Se masoara si inaltimea stratului de ploaie care se opreste pe sol presupunand ca nu se produce evaporarea, scurgerea sub forma de firicele de apa si evaporarea prin transpiratie (evapotranspiratia). Este exprimata prin volumul de apa cazuta pe o suprafata orizontala din aria in cauza; un milimetru de ploaie semnifica ca un metru patrat de suprafata este acoperita cu un strat de apa de grosime de 1 mm cu un volum de 1 litru. In fapt:

$$P \text{ (mm)} = \frac{\text{Volume}}{\text{Area}} = \frac{1 \text{ litro}}{1 \text{ m}^2} = \frac{1}{1000} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} = \frac{1}{1000} \text{ m} = 1 \text{ mm}$$

raportul dintre cantitatea de precipitatii P si durata precipitatiilor t defineste intensitatea medie de precipitatii exprimata in mm/h:

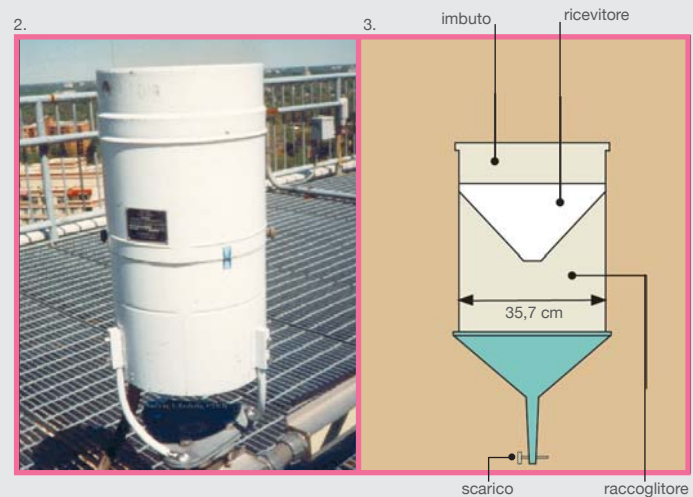
$$I \left[\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right] = \frac{P}{t}$$

Masurarea precipitatiilor se face cu ajutorul unui Pluviometru sau Pluviograf. Pluviometrul este un simplu recipient sub forma unei palnii la care fiecare litru de apa recoltata corespunde la 10 mm de ploaie

$$\text{Superficie} = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot \left[\frac{0,357 \text{ m}}{2} \right]^2 = 0,1 \text{ m}^2$$

$$\implies 1 \text{ lt d'acqua} = 10 \text{ mm di pioggia}$$

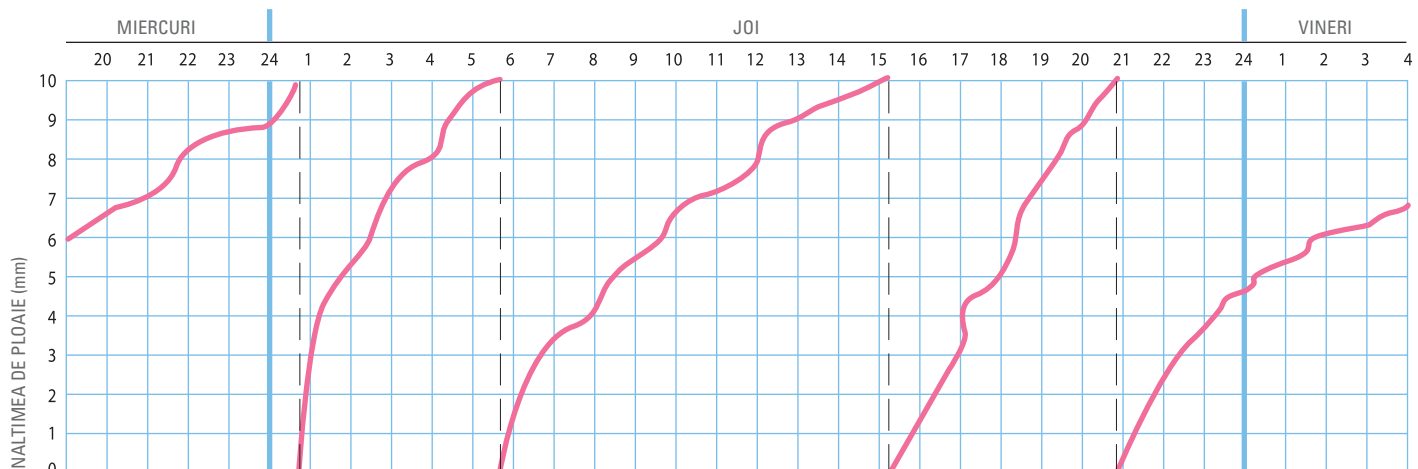
Inaltimea apei este verificata la fiecare 24 ore obtinandu-se astfel inaltimea ploii cazute cu 24 ore inainte. Pluviografurile sunt sisteme mai complexe, furnizeaza direct o diagrama unde este inregistrata inaltimea ploii in orice moment (pluviograma - 4). Statiile dotate cu pluviograf sunt mai complexe si urmaresc sa obtina date pentru intervale mai scurte de 24 ore (2-3).



In prezent in Italia exista o retea de statii de masurare care acopera tot teritoriul si furnizeaza o lista de date pluviometrice (varful de ploaie,, intensitatea medie a precipitatiilor, ziua ploioasa etc.). Aceste date sunt culese si publicate anual de Serviciul Hidrologic sau de alte institutii de STAT.

4.

Exemplu de pluviograma



Prelucrarea datelor pluviometrice

Timpul de parcurgere t_c

Este clar ca debitul de apa care trebuie evacuat nu depinde numai de precipitatii, ci si de durata lor. Pentru precipitatii cu inaltimea P si durata t (cu intensitatea medie P/t), extins la toata suprafata de drenare, debitul maxim ajunge la maxim atunci cand in sectiunea de scurgere se aduna toate debitele de pe toate suprafetele care compun aria care se dreneaza.

Acest interval de timp este definit prin timpul de parcurgere t_c care reprezinta timpul in care picaturile de apa mai indepartate ajung la suprafata de inchidere (la gratarul) sistemului de drenaj.

In baza celor de mai sus, in prelucrarea datelor pluviometrice, pentru determinarea debitului maxim, trebuie sa luam in considerare precipitatiile cu durata masurata de timpul de parcurgere.

De exemplu pentru sistemele de drenaj corespunzatoare suprafetelor mici, timpul de parcurgere va fi de la cateva minute pana la zeci de minute; analizand precipitatii scurte si intense cu durata de 1 ora.

Ecuatii de probabilitate pluviometrica

Prelucrarea datelor furnizate de o statie de masurare consta in a cauta relatia matematica care exista intre inaltimea precipitatiilor P si durata lor t :

$$P = P(t)$$

Este evident ca din punct de vedere statistic prelucrarea este corecta, daca avem la dispozitie un numar mare de date, pentru obtinerea lor fiind necesara o perioada mare de timp. S-a constatat ca o perioada de observare de 30/35 ani poate furniza date statistice suficient de corecte, chiar daca suntem obligati, in unele cazuri, sa utilizam date a caror vechime nu este mai mare de 10 ani.

Multumita numeroaselor date avute la dispozitie se constata ca ploaia, odata cu trecerea timpului, scade in intensitate, deci relatia cautata este de tip exponential si se poate exprima astfel:

$$P = a t^n$$

unde P si t se exprima in mm si ore. Parametrii "n" adimensionali si sunt ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-n}$) caracteristici curbei, determinati de la caz la caz in functie de caracteristicile pluviometrice ale zonei in care este plasata statia de masurare. Exponentul "n" este subunitar.

Aceste relatii sunt denumite ecuatii de probabilitate pluviometrica si definesc curbele in plan cartezian (P, t) denumite curbe de indicare a posibilitatii pluviometrice.

Timpul de revenire T_r este probabilitatea de a nu depasi evenimentul considerat.

Daca se doreste determinarea legaturilor functionale intre inaltimea precipitatiei, durata ei si frecventa se poate utiliza urmatoarea relatie

$$P(T_r) = a(T_r) t^{n(T_r)}$$

unde T_r este timpul de intoarcere dupa intervalul de timp in care evenimetrul meteorologic se linisteste sau inceteaza si defineste probabilitatea de a nu inceta evenimentul considerat; aceasta probabilitate urmareste distributia lui Gumbel.

In general pentru dimensionarea sistemelor de drenaj al apelor meteorice se utilizeaza baze de date ale timpului de intoarcere ($2 \div 10$ ani).

Analize statistice ale precipitatiilor

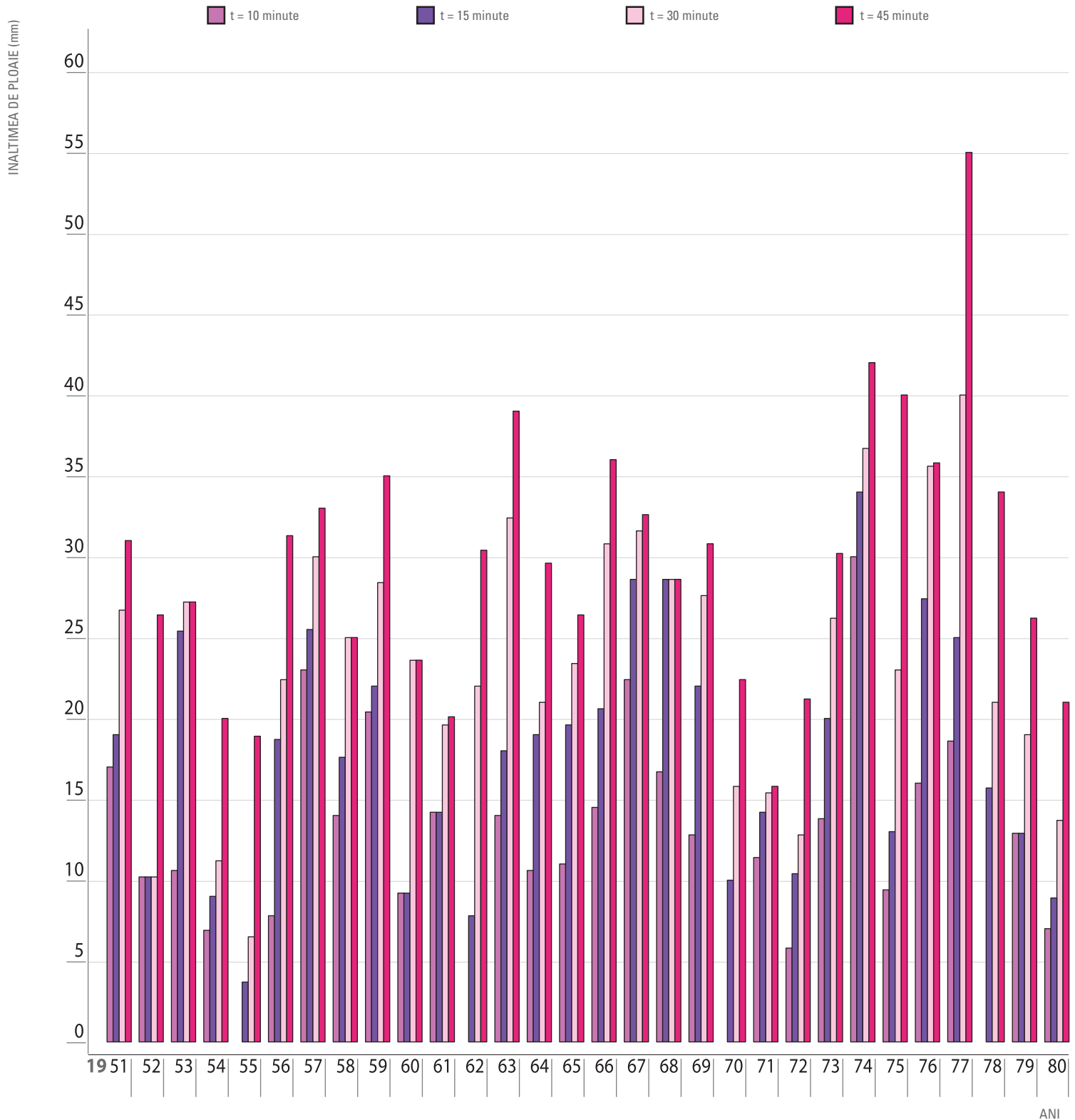
Presupunem ca avem la dispozitie valorile maxime ale precipitatiilor slabe si intense, inregistrate de o statie pluviometrica ipotetica X pentru un numar de ani Y.

Ordonand aceste date se obtine un tabel cu un numar de randuri egal cu numarul de ani de observatie Y si un numar de coloane pentru duratele de observatie (10, 15, 30 si 45 minute).

Precipitatii slabe si intense inregistrate de o statie pluviografica ipotetica

DURATA	t = 10 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 45 min
ANI DE OBSERVATIE	Inaltimea de ploaie P (mm)			
1951	17	19	26.7	31
1952	10.2	10.2	10.2	26.4
1953	10.6	25.4	27.2	27.2
1954	6.9	9	11.2	20
1955	0	3.7	6.5	18.9
1956	7.8	18.7	22.4	31.3
1957	23	25.5	30	33
1958	14	17.6	25	25
1959	20.4	21	28.4	35
1960	9.2	8.2	23.6	23.6
1961	14.2	14.2	19.6	20.1
1962	0	7.8	22	30.4
1963	14	18	32.4	39
1964	10.6	19	21	29.6
1965	11	19.6	23.4	26.4
1966	14.5	20.6	30.8	36
1967	22.4	28.6	31.6	32.6
1968	16.7	28.6	28.6	28.6
1969	12.8	22	27.6	30.8
1970	0	10	15.8	22.4
1971	11.4	14.2	15.4	15.8
1972	5.8	10.4	12.8	21.2
1973	13.8	20	26.2	30.2
1974	30	34	36.7	42
1975	9.4	13	23	40
1976	16	27.4	35.6	35.8
1977	18.6	25	40	55
1978	0	15.7	21	34
1979	12.9	12.9	19	26.2
1980	7	8.9	13.7	21

Histograma de ploaie



Referitor la aceste intervale de timp se calculeaza media m_t si la alegere media patratica σ_t a valorilor inregistrate:

PARAMETRII	DURATA			
	t = 10 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 45 min
	t = 0,167 ore	t = 0,25 ore	t = 0,5 ore	t = 0,75 ore
Media m_t	12,60	18,21	24,21	29,90
S.Q.M. σ_t	7,018	7,535	8,234	8,375

In acest punct, pentru prelucrarea statistica, se face referire la distributia probabilistica a lui Gumbel:

$$G(P_t) = e^{-e^{-y}}$$

unde y denumita variabila redusa este data de:

$$y = \frac{P_t - M_t}{S_t}$$

cu:

$$M_t = m_t - 0,577 \sigma_t$$

media variabilelor reduse

$$S_t = 0,779 \sigma_t$$

media patratica a variabilelor reduse.
Atunci se obtine:

PARAMETRII	DURATA			
	t = 10 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 45 min
	t = 0,167 ore	t = 0,25 ore	t = 0,5 ore	t = 0,75 ore
Media M_t	5,47	5,86	6,48	6,52
S.Q.M. S_t	8,55	13,87	19,41	25,07

Stiind ca probabilitatea de neincetare a evenimentului este exprimata in functie de timpul de revenire:

$$G(P_t) = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

si prelucrand expresia lui Gumbel se obtine:

$$P_t(Tr) = M_t - S_t \ln \left[\ln \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right) \right]$$

In acest fel, fixand o perioada de revenire Tr , este posibil sa stabilim pentru fiecare durata t valoarea precipitatiei maxime corespunzatoare P.

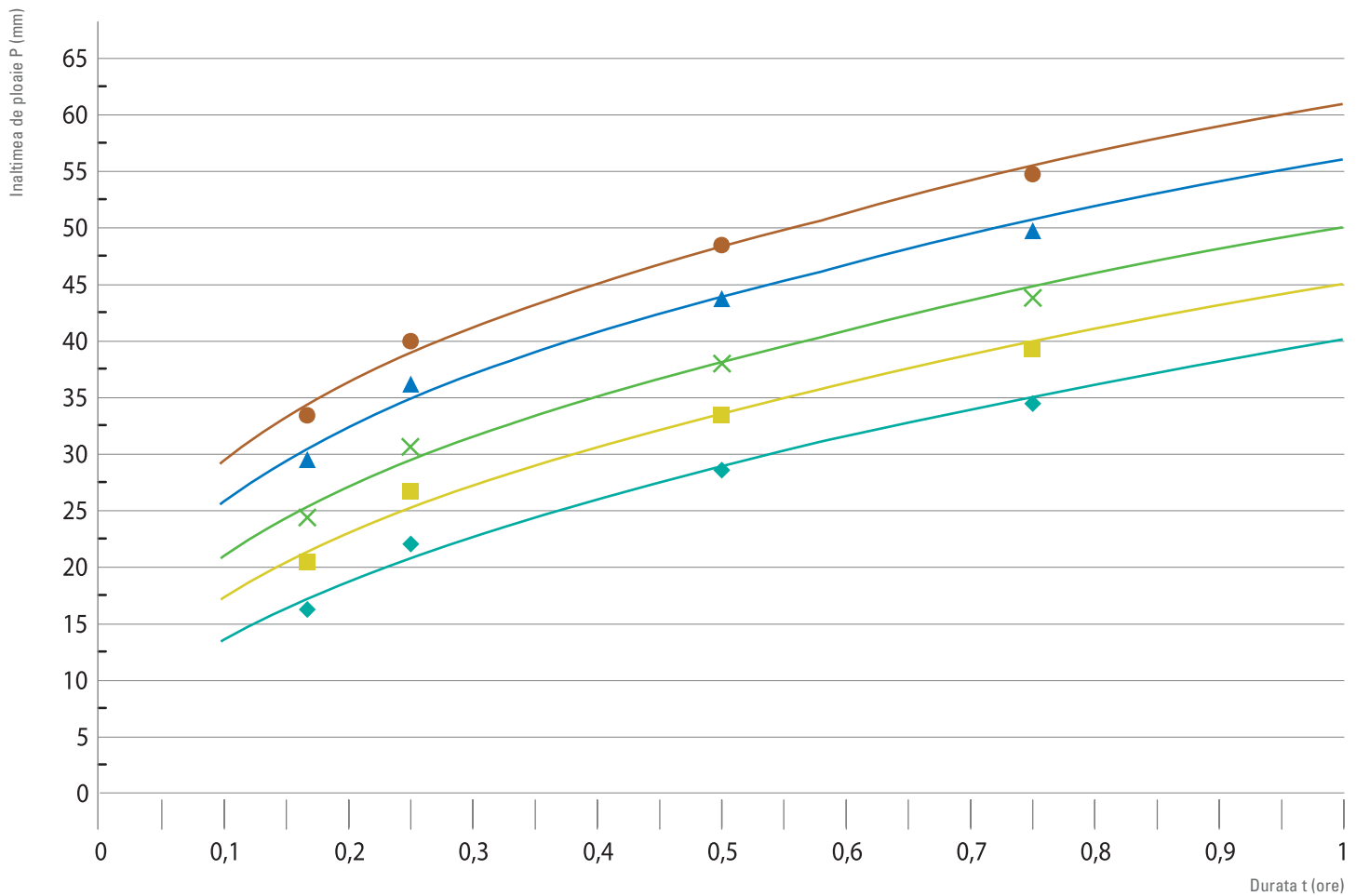
TIMP DE REVENIRE	DURATA			
	t = 10 min	t = 15 min	t = 30 min	t = 45 min
	t = 0,167 ore	t = 0,25 ore	t = 0,5 ore	t = 0,75 ore
5 ani	16,75	22,66	29,13	34,85
10 ani	20,86	27,06	34,00	39,75
20 ani	24,79	31,28	38,67	44,45
50 ani	29,89	36,74	44,71	50,52
100 ani	33,70	40,84	49,24	55,08

Aducand in plan (P,t) valorile obtinute pentru fiecare perioada de revenire Tr , putem determina curbele de regresie ale ecuatiei

$$P(Tr) = a (Tr)^{n(Tr)}$$

care reprezinta curbele de probabilitate pluviometrica

Curbe de posibilitate pluviometrica (durata t < 1 ora)



Timp de Revenire
Tr = 5 ani

Timp d Revenire
Tr = 10 ani

Timp de Revenire
Tr = 20 ani

Timp de Revenire
Tr = 50 ani

Timp de Revenire
Tr = 100 anni

$$P_5(5) = 40,417t^{0,4652}$$

$$R^2 = 0,9775$$

$$P_5(10) = 45,325t^{0,4113}$$

$$R^2 = 0,9803$$

$$P_5(20) = 50,111t^{0,3737}$$

$$R^2 = 0,9820$$

$$P_5(50) = 56,370t^{0,3375}$$

$$R^2 = 0,9834$$

$$P_5(100) = 61,091t^{0,3166}$$

$$R^2 = 0,9841$$

Valorile coeficientilor a si n, obtinuti la varierea timpului de revenire Tr si pentru intervale de precipitatii mai mici de o ora, sunt trecute in tabelul alaturat.

In ultima coloana sunt indicati si coeficientii de corelare R² ale regresiiilor efectuate

Timpul de revenire Tr	a (mm·h ⁻ⁿ)	n	Coefficienti de corelare R ²
5 ani	40,717	0,4652	0,9775
10 ani	45,325	0,4113	0,9803
20 ani	50,111	0,3737	0,9820
50 ani	56,370	0,3375	0,9834
100 ani	61,091	0,3166	0,9841

Intensitatea medie a precipitatiei I

In afara de obtinerea inaltimei de precipitatie care revine, in medie, la fiecare "Tr" ani pentru fiecare durata de ploaie "t", din ecuatiile de posibilitate pluviometrica este posibil sa aflam si intensitatea medie a precipitatiei corespunzatoare.

In fapt :

$$I = \left(\frac{\text{mm}}{h} \right) = \frac{P}{t} = \frac{at^n}{t} = at^{(n-1)}$$

Ecuatii de posibilitate pluviometrica de valabilitate nationala

Este evident ca procedura de mai sus este in cale afara de complexa si elaborioasa; suntem convinsi ca este dificil de a obtine suficiente date pluviometrice in legatura cu zona in care se vrea executarea unui sistem de drenaj. Din aceste motive s-a incercat a se obtine niste ecuatii de probabilitate pluviometrica care pot avea o aplicabilitate generala si care pot fi folosite in orice zona de pe teritoriul Italiei. Studiul a inceput de la repartitia geografica a datelor pluviometrice avute la dispozitie, apoi a fost facuta o analiza a precipitatiilor distribuite pe zone care din pinct de vedere istoric prezinta o certa omogenitate: Nordul Italiei; Centrul Italiei versantul tirenic; Centrul Italiei versantul adriatic; Sudul Italiei; Sardinia.

Calculul statistic au permis determinarea urmatoarelor relatii pentru un timp $t < 1$ ora.

Ecuatii de probabilitate pluviometrica	
P (Tr = 5)	= 37,23 t ^{0,423}
P (Tr = 10)	= 42,84 t ^{0,405}
P (Tr = 20)	= 49,13 t ^{0,396}
P (Tr = 50)	= 56,81 t ^{0,383}
P (Tr = 100)	= 64,57 t ^{0,375}

Timp de revenire Tr	a (mm·h ⁻ⁿ)	n
5 ani	37,23	0,423
10 ani	42,84	0,405
20 ani	49,13	0,396
50 ani	56,81	0,383
100 ani	64,57	0,375

Aplicarea acestor ecuatii maresta viteza operatiilor de calcul, dar permite un grad de aproximare de circa 10%. Asadar pentru proiecte individuale, unde se cere o precizie ridicata, va sfatuim sa utilizati ecuatiile de probabilitate pluviometrica locale.

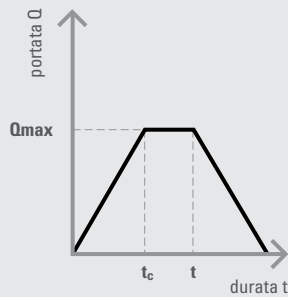
Calculul debitelor maxime de scurgere

Metoda cea mai utilizata pentru calculul unui debit corespunzator unei precipitatii, este metoda cinematica denumita si metoda rationala.

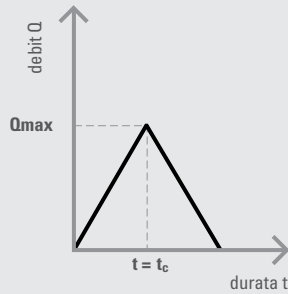
Este aplicabila, in special, suprafetelor de scurgere de dimensiuni nu prea mari si potrivite pentru proiectarea liniilor de drenaj.

Diagrame de flux conform metodei cinematice

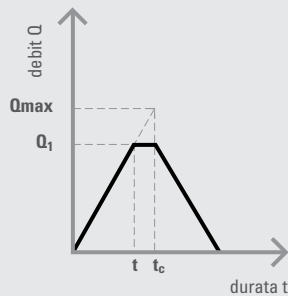
Cazo A ($t > t_c$)



Cazul B ($t = t_c$)



Cazul C ($t < t_c$)



Conform acestei metode conditiile de debit maxim se indeplinesc atunci cand precipitatia are o durata cel puțin egala cu cea a unei ploii critice peste timpul de parcurgere:

$$t(Q_{max}) = t_c \text{ durata critica}$$

$$I(t(Q_{max})) = I_{cr} \text{ intensitate critica}$$

Relatia de calcul denumita si formula cinematica este:

$$Q_{max} = \phi A I_{cr}$$

unde:

A - este aria suprafetei de scurgere;

I_{cr} - este intensitatea critica;

ϕ - este coeficient de scurgere

Stiind ca :

$$I_{cr} = \frac{P}{t_c} = \frac{at_c^n}{t_c} = at_c^{(n-1)}$$

Rezulta ca:

$$Q_{max} = \phi A at_c^{(n-1)}$$

Coeficientul de scurgere ϕ

Este necesar sa precizam ca nu toata apa din precipitatii care se scurge pe o suprafata contribuie la calculul debitului. O parte din aceasta apa este absorbita de teren si aceasta cantitate este cu atat mai mare cu cat suprafata de drenat este mai permeabila.

Pavimentarile din asfalt sau beton sunt mult mai putin permeabile decat gradinile, astfel incat de pe aceste suprafete trebuie evacuat o cantitate mai mare.

In definitiv fractia de apa care contribuie la calculul debitelor de scurgere, care este preluata de reseaua de drenaj, este data de coeficientul de scurgere ϕ , care depinde de suprafata de scurgere.

Valori ale coeficientului de scurgere ϕ

Tipuri de suprafete	coeficient de scurgere ϕ
Acoperisuri si Teras	0,90 - 0,95
Pavimentari din beton	0,90
Pavimentari asfaltice	0,85 - 0,90
Pavimentatari din piatra sau pavele betonate	0,80
Pavimentari din piatra sau pavele nebetonate	0,60
Gradini, pajisti, paduri	0,40
Sector de oras complet construit	0,70 - 0,90
Sector de oras in curs de construire	0,50 - 0,70
Sector de oras la inceput de construire	0,40 - 0,50

In realitate este posibil sa intalnim situatii in care suprafata de scurgere este compusa din sectoare de suprafata diferite, cu diversi coeficienti de scurgere; in acest caz este suficient a face o medie ponderata intre valorile coeficientilor de scurgere ai sectoarelor respective.

Exemplu

A₁ Suprafata din caramida
zona = A₁
coeficient de scurgere = ϕ_1

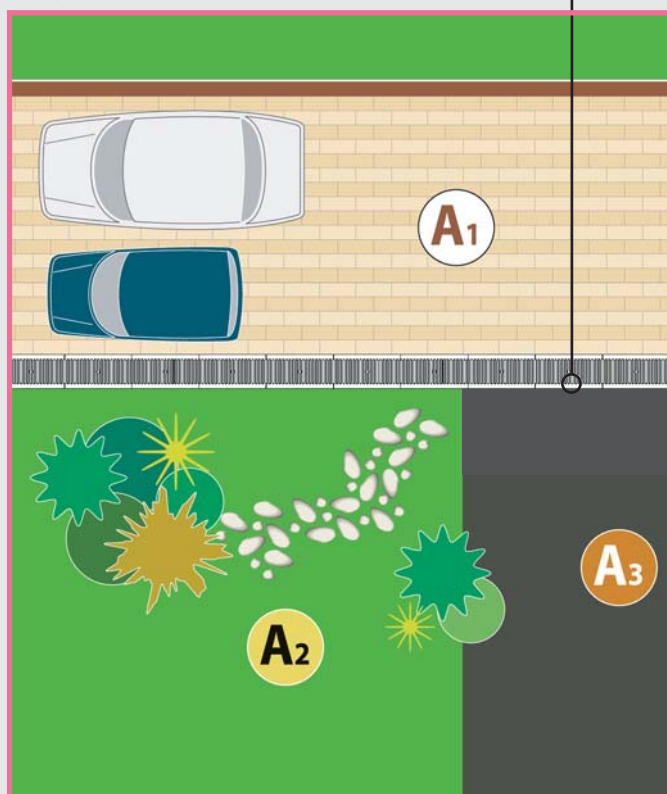
A₂ Suprafata ierboasa
zona = A₂
coeficient de scurgere = ϕ_2

A₃ Suprafata asfaltata
zona = A₃
coeficient de scurgere = ϕ_3

$$\phi = \frac{\sum A_i \phi_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 \phi_1 + A_2 \phi_2 + A_3 \phi_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

A₁, A₂, A₃

Retea de drenaj



Estimarea (Stima) timpului de parcurgere (corrivazione) t_c

Timpul de parcurgere (corrivazione), definit mai sus, depinde de panta medie, de tipul si de dimensiunile suprafetei in cauza. Determinarea valorii sale nu este o sarcina usoara.

Exista in literatura de specialitate numeroase formule empirice, bazate pe experienta, care nu au o valabilitate generala si care conduc, in unele cazuri, la rezultate incorecte. Estimarea (Una stima) timpului de parcurgere (corrivazione) al unei suprafete de scurgere, utilizata in constructiile de strazi, corespunzatoare cazurilor care ne intereseaza, este calculata cu ajutorul urmatoarei expresii:

$$t_c \text{ (sec)} = \left[\frac{26^n \left(\frac{L}{K} \right)^{0,6}}{i^{0,3} a^{0,4}} \right] \left(\frac{1}{0,6 + 0,4n} \right)$$

unde:

L (m) este latimea suprafetei (perpendicular pe linia de drenaj);

i (%) este panta medie a suprafetei;

a (mh⁻¹) si **n** sunt parametrii ecuatiei de posibilitate pluviometrica pentru un timp de revenire desemnat;

K (m^{1/3}/s) este un coeficient care depinde de tipul suprafetei;

Suprafata	K
Asfalt	50 - 75
Pavele	20 - 30
larba	2 - 2,5

Valoarea timpului de parcurgere pentru suprafete foarte mici este de ordinul catorva minute si nu se raporteaza la durata efectiva a unei ploii slabe sau intense. Acceptarea acestor valori semnifica supraestimarea debitelor, acest lucru fiind impiedicat daca se utilizeaza ecuatiile de probabilitate pluviometrica de valabilitate generala.

Datorita dificultatii de estimare, cu certa precizie, a timpului de parcurgere, va propunem o metoda de calcul directa a debitelor, simpla si rapid de aplicat la proiectare. Metoda, bazata pe experientele facute de Mufle in diverse zone ale teritoriului italian si in situatii diferite, a condus la definirea debitului maxim unitar, pentru un metru linear de sistem de drenaj, cu timp de revenire definit, calculat cu urmatoarea formula:

$$q \left(\frac{m^3}{h} \right) = FL^P$$

unde

L (m) este latimea suprafetei (perpendicular pe linia de drenaj);
F si **P** sunt doi parametri care depind de coeficientul de scurgere, de panta medie a suprafetei, si de coeficientii **a** si **n** pentru un timp de revenire dat. Aceste valori pot fi extrase din tabellele de la paginile 263 si 264, valabile pentru timpi de revenire de 5 si 10 ani.

Va sfatuim sa alegeți timpul de revenire T_r dupa urmatoarele criterii:

5 ani	Zone pietonale, terase, pietre, zone verzi si parcuri auto
10 ani	Drenaje stradale, intrari in parcuri auto, zone industriale si aeroportuare

Tr = 5 ani

PARAMETRUL F

PANTA i	COEFICIENT DE SCURGERE											
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,1%	0,0138	0,0289	0,0458	0,0645	0,0852	0,108	0,1332	0,1608	0,1912	0,2246	0,2611	0,301
0,5%	0,0181	0,0377	0,0589	0,0818	0,1067	0,1335	0,1625	0,1938	0,2274	0,2636	0,3026	0,3444
1,0%	0,0204	0,0422	0,0656	0,0907	0,1175	0,1463	0,1771	0,21	0,2451	0,2825	0,3224	0,3649
1,5%	0,0219	0,0451	0,0699	0,0963	0,1244	0,1543	0,1862	0,22	0,256	0,2941	0,3346	0,3775
2,0%	0,023	0,0473	0,0731	0,1004	0,1295	0,1603	0,1929	0,2275	0,264	0,3027	0,3435	0,3867
2,5%	0,0239	0,049	0,0756	0,1038	0,1336	0,1651	0,1983	0,2334	0,2705	0,3095	0,3506	0,394
3,0%	0,0247	0,0505	0,0778	0,1066	0,137	0,1691	0,2029	0,2384	0,2758	0,3152	0,3566	0,4
3,5%	0,0253	0,0518	0,0797	0,1091	0,14	0,1726	0,2068	0,2427	0,2804	0,3201	0,3616	0,4052
4,0%	0,0259	0,053	0,0814	0,1113	0,1427	0,1756	0,2102	0,2465	0,2845	0,3243	0,3661	0,4098
4,5%	0,0265	0,054	0,0829	0,1132	0,145	0,1784	0,2133	0,2499	0,2881	0,3282	0,3701	0,4138
5,0%	0,0269	0,0549	0,0843	0,115	0,1472	0,1809	0,2161	0,2529	0,2914	0,3316	0,3736	0,4175
5,5%	0,0274	0,0558	0,0855	0,1166	0,1492	0,1831	0,2187	0,2557	0,2944	0,3348	0,3769	0,4208
6,0%	0,0278	0,0566	0,0867	0,1182	0,151	0,1853	0,221	0,2583	0,2972	0,3377	0,3799	0,4239
6,5%	0,0282	0,0573	0,0878	0,1196	0,1527	0,1872	0,2232	0,2607	0,2998	0,3404	0,3827	0,4268
7,0%	0,0285	0,058	0,0888	0,1209	0,1543	0,1891	0,2253	0,263	0,3022	0,3429	0,3853	0,4294
7,5%	0,0289	0,0587	0,0898	0,1221	0,1558	0,1908	0,2272	0,2651	0,3044	0,3453	0,3878	0,4319
8,0%	0,0292	0,0593	0,0907	0,1233	0,1572	0,1924	0,229	0,2671	0,3065	0,3475	0,3901	0,4342
8,5%	0,0295	0,0599	0,0915	0,1244	0,1585	0,194	0,2308	0,2689	0,3086	0,3496	0,3923	0,4364
9,0%	0,0298	0,0605	0,0924	0,1254	0,1598	0,1954	0,2324	0,2707	0,3105	0,3516	0,3943	0,4385
9,5%	0,0301	0,061	0,0931	0,1265	0,161	0,1968	0,234	0,2724	0,3123	0,3535	0,3963	0,4405
10,0%	0,0303	0,0615	0,0939	0,1274	0,1622	0,1982	0,2354	0,274	0,314	0,3554	0,3981	0,4424

Tr = 5 ani

PARAMETRUL P

PANTA i	COEFICIENT DE SCURGERE											
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,1%	0,7134	0,709	0,7046	0,7002	0,6959	0,6915	0,6872	0,6829	0,6787	0,6745	0,6703	0,6661
0,5%	0,7589	0,755	0,7511	0,7472	0,7433	0,7395	0,7357	0,7319	0,7281	0,7243	0,7206	0,7168
1,0%	0,7793	0,7757	0,772	0,7684	0,7648	0,7612	0,7576	0,754	0,7505	0,7469	0,7434	0,7399
1,5%	0,7916	0,788	0,7846	0,7811	0,7776	0,7742	0,7707	0,7673	0,7639	0,7605	0,7571	0,7537
2,0%	0,8003	0,7969	0,7936	0,7902	0,7868	0,7835	0,7802	0,7768	0,7735	0,7702	0,7669	0,7637
2,5%	0,8072	0,8039	0,8006	0,7973	0,7941	0,7908	0,7876	0,7843	0,7811	0,7779	0,7747	0,7715
3,0%	0,8129	0,8097	0,8064	0,8032	0,8	0,7968	0,7937	0,7905	0,7873	0,7842	0,7811	0,7779
3,5%	0,8177	0,8146	0,8114	0,8082	0,8051	0,802	0,7989	0,7958	0,7927	0,7896	0,7865	0,7834
4,0%	0,8219	0,8188	0,8157	0,8126	0,8095	0,8065	0,8034	0,8003	0,7973	0,7943	0,7912	0,7882
4,5%	0,8256	0,8226	0,8195	0,8165	0,8135	0,8104	0,8074	0,8044	0,8014	0,7984	0,7954	0,7925
5,0%	0,829	0,826	0,823	0,82	0,817	0,814	0,811	0,8081	0,8051	0,8022	0,7992	0,7963
5,5%	0,832	0,8291	0,8261	0,8231	0,8202	0,8172	0,8143	0,8114	0,8085	0,8055	0,8026	0,7998
6,0%	0,8348	0,8319	0,8289	0,826	0,8231	0,8202	0,8173	0,8144	0,8115	0,8087	0,8058	0,8029
6,5%	0,8374	0,8345	0,8316	0,8287	0,8258	0,8229	0,8201	0,8172	0,8144	0,8115	0,8087	0,8059
7,0%	0,8398	0,8369	0,834	0,8312	0,8283	0,8255	0,8227	0,8198	0,817	0,8142	0,8114	0,8086
7,5%	0,842	0,8392	0,8363	0,8335	0,8307	0,8279	0,8251	0,8223	0,8195	0,8167	0,8139	0,8112
8,0%	0,8441	0,8413	0,8385	0,8357	0,8329	0,8301	0,8273	0,8246	0,8218	0,819	0,8163	0,8135
8,5%	0,846	0,8433	0,8405	0,8377	0,835	0,8322	0,8294	0,8267	0,824	0,8212	0,8185	0,8158
9,0%	0,8479	0,8451	0,8424	0,8397	0,8369	0,8342	0,8315	0,8287	0,826	0,8233	0,8206	0,8179
9,5%	0,8497	0,8469	0,8442	0,8415	0,8388	0,8361	0,8334	0,8307	0,828	0,8253	0,8226	0,82
10,0%	0,8513	0,8486	0,8459	0,8432	0,8405	0,8379	0,8352	0,8325	0,8298	0,8272	0,8245	0,8219

Tr = 10 ani
PARAMETRUL F

PANTA i	COEFICIENT DE SCURGERE											
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,1%	0,0278	0,0396	0,0531	0,0684	0,0857	0,1053	0,1272	0,1519	0,1795	0,2246	0,2451	0,2837
0,5%	0,0432	0,0606	0,0799	0,1011	0,1246	0,1504	0,1787	0,2098	0,2438	0,2636	0,3218	0,3662
1,0%	0,0522	0,0727	0,0952	0,1196	0,1463	0,1753	0,2068	0,2411	0,2782	0,2825	0,3618	0,4088
1,5%	0,0583	0,0809	0,1054	0,132	0,1607	0,1918	0,2253	0,2615	0,3004	0,2941	0,3875	0,4359
2,0%	0,0631	0,0873	0,1134	0,1415	0,1718	0,2044	0,2394	0,277	0,3173	0,3027	0,4068	0,4563
2,5%	0,0671	0,0926	0,12	0,1494	0,181	0,2148	0,251	0,2897	0,3311	0,3095	0,4224	0,4727
3,0%	0,0705	0,0971	0,1256	0,1562	0,1888	0,2236	0,2608	0,3005	0,3428	0,3152	0,4357	0,4866
3,5%	0,0735	0,1012	0,1306	0,1621	0,1957	0,2314	0,2695	0,3099	0,353	0,3201	0,4472	0,4987
4,0%	0,0763	0,1048	0,1351	0,1674	0,2018	0,2384	0,2772	0,3184	0,362	0,3243	0,4574	0,5094
4,5%	0,0788	0,1081	0,1392	0,1723	0,2074	0,2447	0,2841	0,326	0,3702	0,3282	0,4666	0,519
5,0%	0,0811	0,1111	0,143	0,1768	0,2125	0,2504	0,2905	0,3329	0,3777	0,3316	0,475	0,5277
5,5%	0,0832	0,1139	0,1465	0,1809	0,2173	0,2558	0,2964	0,3394	0,3846	0,3348	0,4827	0,5358
6,0%	0,0852	0,1166	0,1497	0,1848	0,2217	0,2608	0,3019	0,3453	0,391	0,3377	0,4899	0,5432
6,5%	0,0871	0,1191	0,1528	0,1884	0,2259	0,2654	0,3071	0,3509	0,397	0,3404	0,4966	0,5501
7,0%	0,0889	0,1214	0,1557	0,1918	0,2298	0,2698	0,3119	0,3562	0,4027	0,3429	0,5028	0,5567
7,5%	0,0906	0,1237	0,1584	0,195	0,2335	0,274	0,3165	0,3611	0,408	0,3453	0,5087	0,5628
8,0%	0,0922	0,1258	0,161	0,1981	0,237	0,2779	0,3208	0,3658	0,413	0,3475	0,5143	0,5686
8,5%	0,0938	0,1278	0,1635	0,201	0,2404	0,2817	0,325	0,3703	0,4178	0,3496	0,5196	0,5741
9,0%	0,0953	0,1297	0,1659	0,2038	0,2436	0,2853	0,3289	0,3746	0,4224	0,3516	0,5247	0,5793
9,5%	0,0967	0,1316	0,1682	0,2065	0,2467	0,2887	0,3327	0,3787	0,4268	0,3535	0,5295	0,5843
10,0%	0,0981	0,1334	0,1704	0,2091	0,2496	0,292	0,3363	0,3826	0,4309	0,3554	0,5341	0,5891

Tr = 10 ani
PARAMETRUL P

PANTA i	COEFICIENT DE SCURGERE											
	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,1%	0,7349	0,7334	0,7318	0,73	0,7281	0,726	0,7237	0,7214	0,7188	0,7162	0,7134	0,7106
0,5%	0,7256	0,7271	0,7284	0,7296	0,7306	0,7314	0,7322	0,7327	0,7331	0,7334	0,7335	0,7335
1,0%	0,7216	0,7243	0,7269	0,7294	0,7317	0,7338	0,7358	0,7377	0,7394	0,7409	0,7424	0,7437
1,5%	0,7193	0,7228	0,7261	0,7293	0,7323	0,7352	0,7379	0,7406	0,743	0,7454	0,7476	0,7497
2,0%	0,7176	0,7216	0,7255	0,7292	0,7328	0,7362	0,7395	0,7426	0,7456	0,7485	0,7513	0,7539
2,5%	0,7164	0,7208	0,725	0,7291	0,7331	0,737	0,7407	0,7442	0,7477	0,751	0,7542	0,7573
3,0%	0,7153	0,72	0,7246	0,7291	0,7334	0,7376	0,7416	0,7456	0,7494	0,753	0,7566	0,76
3,5%	0,7144	0,7194	0,7243	0,729	0,7336	0,7381	0,7425	0,7467	0,7508	0,7547	0,7586	0,7623
4,0%	0,7137	0,7189	0,724	0,729	0,7338	0,7386	0,7432	0,7476	0,752	0,7562	0,7603	0,7643
4,5%	0,713	0,7185	0,7238	0,729	0,734	0,739	0,7438	0,7485	0,7531	0,7575	0,7619	0,7661
5,0%	0,7124	0,7181	0,7236	0,7289	0,7342	0,7393	0,7444	0,7493	0,754	0,7587	0,7633	0,7677
5,5%	0,7119	0,7177	0,7234	0,7289	0,7343	0,7397	0,7449	0,75	0,7549	0,7598	0,7645	0,7692
6,0%	0,7114	0,7173	0,7232	0,7289	0,7345	0,74	0,7453	0,7506	0,7557	0,7608	0,7657	0,7705
6,5%	0,7109	0,717	0,723	0,7289	0,7346	0,7402	0,7458	0,7512	0,7565	0,7617	0,7667	0,7717
7,0%	0,7105	0,7167	0,7229	0,7288	0,7347	0,7405	0,7462	0,7517	0,7572	0,7625	0,7677	0,7728
7,5%	0,7101	0,7165	0,7227	0,7288	0,7348	0,7407	0,7465	0,7522	0,7578	0,7633	0,7686	0,7739
8,0%	0,7098	0,7162	0,7226	0,7288	0,7349	0,741	0,7469	0,7527	0,7584	0,764	0,7695	0,7749
8,5%	0,7094	0,716	0,7224	0,7288	0,735	0,7412	0,7472	0,7531	0,7589	0,7647	0,7703	0,7758
9,0%	0,7091	0,7158	0,7223	0,7288	0,7351	0,7414	0,7475	0,7535	0,7595	0,7653	0,7711	0,7767
9,5%	0,7088	0,7156	0,7222	0,7288	0,7352	0,7416	0,7478	0,7539	0,76	0,7659	0,7718	0,7775
10,0%	0,7085	0,7154	0,7221	0,7287	0,7353	0,7417	0,7481	0,7543	0,7605	0,7665	0,7725	0,7783

Exemple de calcul

Caracteristicile generale ale zonei, asupra careia se face interventia, constituie o baza corecta pentru proiectarea liniei de drenaj si pot fi deduse din desenele de la proiect sau in absenta acestor desene, dintr-o descriere a locului de montaj furnizata de beneficiar. Sunt necesare urmatoarele date:

- tipul terenului (plan, denivelat, in curba, etc.)
- natura lui (zona asfaltata, pavimentari, verde, mixt, etc.)
- dimensiuni (lungimea x latimea, panta)
- particularitati, de exemplu prezenta pavajelor existente de pe care se deverseaza apa in zona de interes, tipul lichidelor care se vor deversa in rigole, eventuale legaturi sau evacuari finale prestabilite continute de zonele in cauza, prezenta sistemelor de epurare, etc.

Deoarece proiectarea nu se finalizeaza cu determinarea debitelor de ploaie si indicarea diametrelor evacuarilor care se leaga la linia de drenaj, care nu fac parte din sistem la alegerea modelului de rigola, tipului de gratar si a clasei de incarcare, este important de a stii care sunt cerintele pe care trebuie sa le indeplineasca sistemul de drenaj:

- destinatia zonei in cauza (parcare, arie portuara, zone pentru activitati industriale, ect).
- Primul lucru care se face, in practica, este acela de a afla daca suprafata care trebuie drenata este acoperita sau descoperita. In primul caz este vorba de zone pentru activitati industriale, la care apa care trebuie evacuată poate fi "contaminată" cu substante chimice periculoase; numai cunoscand tipul de substante chimice si concentratia lor putem stabili compatibilitatea cu PE-HD (in cazul unei compatibilitati scazute va sfatuim sa utilizati rigole de drenaj din otel inox din linia Asvox), tipul de utilaje care traverseaza zona si cantitatea de lichide care trebuiesc deversate pentru a defini dimensiunile rigolelor si numarul de evacuari preinstalate. In cel de-al doilea caz cazuistica este mult prea vasta, motiv pentru care se prezinta un exemplu de calcul.

Parcarea unui centru comercial cu pavimentare in autobloccanti

Aria de drenaj A	5.000 m ²
Tipul terenului	Inclinat
Natura	Pavimentari 80%, spatiu verde 20%
Dimensiuni	L=100m, l=50m
Panta medie i	2,5 %
Particularitati	Parcarea este delimitata pe trei laturi de un zid

Stiind ca terenul este inclinat si avand posibilitatea de a alege pozitionarea liniei de drenaj, se accepta a se pozitiona linia de drenaj pe latime (50 metri) si de a aplica suprafetei o panta medie de 2,5%.

Fiind o parcare auto pentru un centru comercial, alegem ca timp de revenire $T_r = 5$ ani. Utilizand formula de calcul prezentata la pagina 263 si tabelele de la paginile 264-265, introducand valorile $\Phi = 0,55$ (calculat conform celor prezentate la pagina 257) si $i = 2,5 \%$ din tabelul referitor la $T_r = 5$ ani, se obtine:

$$F = 0,1038$$

$$P = 0,8082$$

Debitul unitar de scurgere va fi:

$$q = 0,1038 \cdot 100^{0,8082} = 4,29 \text{ (m}^3/\text{h)} = 1,19 \text{ litri/sec}$$

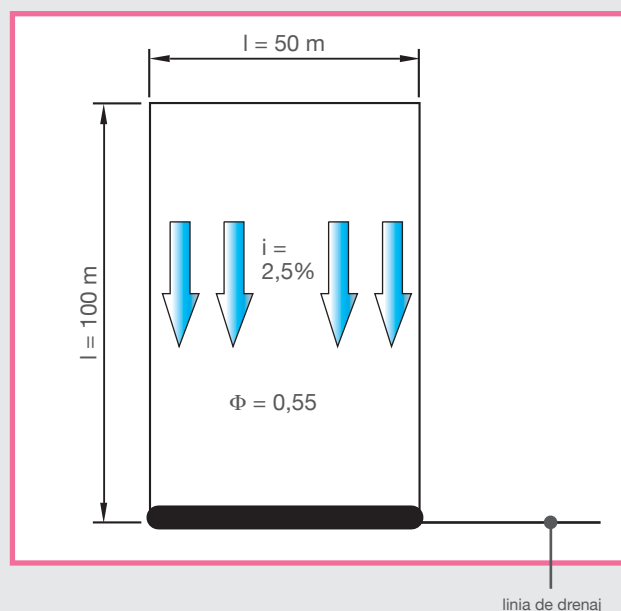
Pentru a obtine debitul total de drenare este suficient sa inmultim valoarea lui "q" cu latimea suprafetei:

$$Q = q \times l = 1,19 \text{ (l/sec} \times \text{m)} \times 50 \text{ (m)} = 59,5 \text{ l/sec}$$

Este necesar a colecta acest debit de apa cu ajutorul unei canalizari perpendiculara pe sensul de scurgere al apei si instalata pe toata latimea parcarii (l), cum a fost stabilit initial.

Presupunand ca linia de drenaj este instalata in spatele unui zid va sfatuim sa utilizati o rigola MufleDrain tip VIP₂₀ 150/160 cu gratar din fonta nodulara tip VIP₂₀ 150 clasa B125 fagure. Aceasta alegere este justificata de panta de scurgere a terenului (de aceea nu exista riscul ca apa cu viteza sa "sara" peste gratar), de faptul ca gratarele nu sunt supuse trecerii autovehiculelor (deoarece este imprejmuita de ziduri), si de faptul ca este vorba de o parcare protejata. Alegerea fagurelui se incadreaza in estetica mediului inconjurator, si neavand limite de inaltime, se prefera utilizarea de rigola mai inalta in asa fel incat sa avem o capacitate marita de preluare si un grad mare de siguranta. Pentru mai multe detalii privind alegerea gratarului consultati tabelul de la pagina urmatoare.

Colectarea apei de ploaie implica a prevedea un numar potrivit de evacuari preinstalate legate intre ele cu ajutorul unor tuburi circulare din PVC de conexiune la reseaua de canalizare. In cazul de fata se pot aplica evacuari laterale preinstalate cu diametru de pana la 110 mm imprimand tubului o panta de 1% si putand evacua circa 9,9 l/sec pe fiecare evacuare; teoretic se pot aplica 6 (cate una la fiecare 8,3 metri circa). Tinand cont de eventuale pierderi de incarcare, infundari ale unor evacuari si alti factori, va sfatuim sa efectuati 8 evacuari (cate una la fiecare 6 metri).



Calculul capacitatii de scurgere a gratarelor si evacuare in canalizare

Dupa ce am determinat volumul de apa de evacuat (cum este aratat in exemplul pagina 266) este esentiala identificarea, dintre gratarele cu care sunt prevazute rigolele MufleDrain, care sunt cele in masura de a satisface caracteristicile de preluare si scurgere cerute. Prima data se verifica rezistenta la incarcarea ceruta a gratarelor (clasa de incarcare). La pagina 17 a catalogului MufleDrain este prezentat un extras din norma EN 1433, care indica clasa de incarcare care se alege pentru toate situatiile de trafic pietonal si vehicular. Identificati tipul si clasa de incarcare utilizate, alegeti rigola necesara a se instala in functie de capacitatea de preluare, pe metru liniar, indicata in tabelul de mai jos, tinand cont de eventualele materiale care pot obstructiona, cum ar fi: folii de plastic, deseuri diverse. Rigolele MufleDrain sunt disponibile in patru latimi interne 100, 150, 200, 300 mm. In cazuri particulare cum ar fi debite mari de scurgere cu viteze scazute sau mari de trecere, este mai indicat de a instala doua linii de drenaj paralele (distanța între ele 50 - 100 cm) fata de o singura linie cu latime mare.

Caracteristicile gratarelor		Absorbția de către gratar in functie de latimea rigolei		
Tipuri de gratare	Clasa incarcare	154	204	254
		(litri pe secunda pe metru linear)		
Gratar stantat pietonal	A15	3,4	4,0	4,6
Gratar fagure	B125 C250	9,0	13,0	17,0
Gratar din fonta nodulara	C250 D400 E600 F900	4,5	7,3	10,0
Gratar din PE-HD	Pietonal carosabil	7,5	10,5	13,5

NOTA: in tabelul de mai sus sunt prezentate, ca exemplu, doar cateva tipuri constructive de gratare din gama Mufle Drain.
Pentru informatii suplimentare contactati Departamentul Tehnic.

Debitele tuburilor circulare din PVC

Inainte de a instala rigola alegeti dimensiunile evacuarilor pentru legarea la linia de drenaj si pentru scurgerea in rețeaua de canalizare. Mai jos sunt indicate debitele tuburilor cu sectiune circulara din PVC utilizate in mod curent in constructii. Debitul variaza in functie de panta; in orice caz pentru a evita pierderile de incarcari si obstructionarea cu eventuale deseuri, este preferabil a se utiliza la evacuare tuburi cu diametre mai mari sau mai multe tuburi. Rigola MufleDrain este dotata cu evacuari preinstalate pentru rapiditatea operatiilor de legare.

Panta	Ø Tub				
	100	110	125	160	200
	(litri/secunda)				
0,5 %	5,0	6,5	9,8	15,9	34,3
1,0 %	7,6	9,9	13,9	22,5	48,5
1,5 %	9,2	11,0	17,0	27,5	59,4
2,0 %	10,7	12,1	19,6	31,7	68,6
3,0 %	13,1	15,8	24,0	38,9	84,1
5,0 %	16,9	20,3	31,0	50,2	108,5
10,0 %	23,9	28,7	43,8	71,1	153,4



NOTA: Tabelul cu evacuarile aplicabile rigolelor si caminelor se poate consulta si in interiorul catalogului.

Premiza

Mufle furnizeaza instructiuni, care trebuiesc respectate, pentru punerea in opera a rigolelor, asa cum prevede norme EN 1433 pentru rigole de tip M; la pozarea acestora se indica dimensiunile H si S a patului de pozare si ranforsare, clasa betonului care trebuie utilizat, detalii despre armatura (daca este cazul) si alte sfaturi pentru a realiza o instalare corecta. Aceste indicatii sunt furnizate, pentru fiecare familie de produse, in interiorul prezentului catalog.

Stratul de baza si ranforsarea

Terenul de baza trebuie sa fie in masura sa absoarba si sa repartizeze solicitarile provenite de la suprafata, fara a suferi surpari sau cedari, care pot compromite functionalitatea sistemului de canalizare al apei (fig. 1). Pentru aceasta trebuie pregatit si compactat, in asa fel incat sa obtinem o capacitate portanta adecvata clasei de incarcare solicitata.

Ca efect al incarcarii aplicate, pavimentarile (stradale, industriale sau aeroportuare) sunt supuse solicitarilor de compresiune si de incovoiere prin tractiune. In fapt, ca efect al actiunii ciclice al actiunii acestor incarcari (tregeri repetate de autovehicule), poate aparea o rupere cauzata de incarcari.

(Fig. 1) • Stratul de baza la instalarea MufleDrain

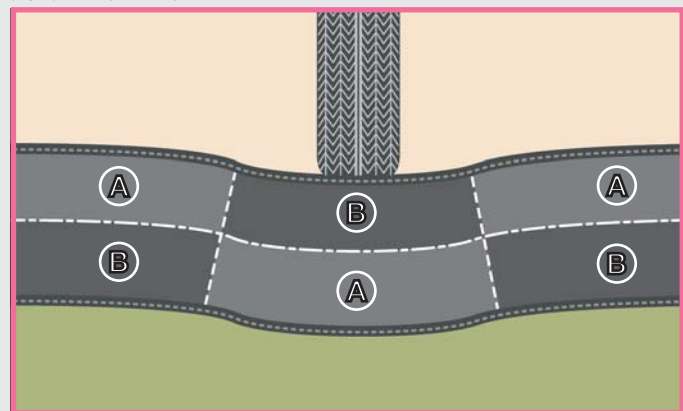


Betonul

Resistenta la compresiune R_{ck}

Betonul utilizat pentru patul de pozare si ranforsare ale rigolelor, trebuie sa aiba o rezistenta adecvata pentru a suporta aceste incarcari care sunt induse suprafetei (fig. 2). Totodata betonul, avand o rezistenta ridicata la compresiune [R_{ck}], are o rezistenta redusa la incovoiere prin tractiune [F_{cfm}] (aproximativ de 10% din R_{ck}): direct proportionala cu R_{ck} si evident ca, daca se vrea combaterea acestor solicitari la tractiune, va sfatuim sa utilizati un beton cu rezistenta la compresiune mai mare. In cazul in care solicitarile de tractiune sunt mai mari (clase de incarcare E600, F900), este necesar sa armati betonul (plasa sudata sau bare de diametru $\varnothing 8$ cu pasul de 15 cm).

(Fig. 2) • Comportarea pavimentului la actiunea incarcarii



A = Zona intinsa
B = Zona comprimata

Clase de consistenta

Forma particulara a zonei externe laterala a rigolei, formata din nervuri antitorsiune si evacuari preinstalate (care imbunatatesc aderenta la beton a polietilenei), prezenta, daca este cazul, a armaturii si a grosimii mici a astratului de pozare si ranforsare, fac dificila punerea in opera.

(Fig. 3) • Fenomene de segregatie



Pentru acest motiv va sfatuim sa utilizati un beton care, in stare proaspata, are o fluiditate marita fara sa induca fenomene de sergare a componentelor. (fig. 3).

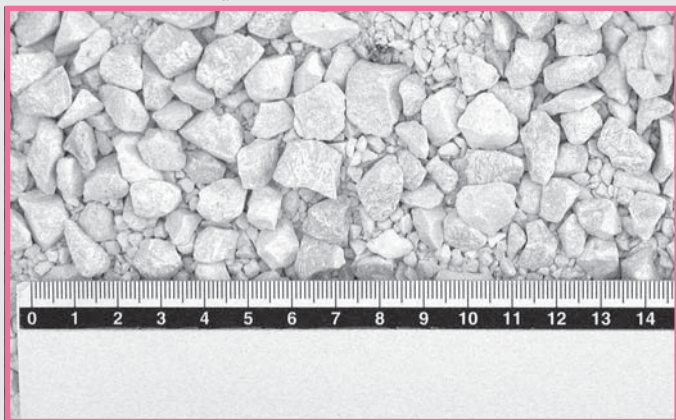
Cu aceste caracteristici betonul are capacitatea de a deplasa foarte usor in interiorul cofragului si de a ajunge in zone putin accesibile. Este imprtant sa obtinem o compactare optima a betonului si o umplere completa a acestor zone, fara dificultati, utilizand scule si utilaje specifice acestor lucrari.

Si recomanda utilizarea unui beton cu o Clasa de Consistenta S4 (fluida) sau S5 (superfluida) (UNI 9858, Linee Guida del Ministero dei LL. PP.), masurata cu ajutorul metodei de coborare cu conul lui Abrams (UNI 9418).

Clasa de Consistenta S5 este necesara acolo unde, pentru incarcari foarte mari, este prevazuta armarea betonului de punere in opera.

Diametrul maxim D_{max} a agregatelor folosite

(Fig. 4) • Diametrul maxim D_{max}



Forma particulara cere o dimensiune adecvata maxima sau un Diametru Maxim al agregatului folosit.

Pentru a permite betonului sa patrunda in zone putin accesibile, va sfatuim sa utilizati agregate potrivite cu un Diametru Maxim D_{max} de pana la 15 mm (fig. 4).

Fluiditatea betonului		
Clase de consistenta	Coborare cu conul (mm)	Denumire
S1	10 ÷ 40	Umed
S2	50 ÷ 90	Plastica
S3	100 ÷ 150	Semifluida
S4	160 ÷ 210	Fluida
S5	>210	Superfluida

Impermeabilitatea

Betonul este un amestec de ciment cu agregate potrivite. Oricare din aceste materiale prezinta micro sau macrocavitati interne, prin urmare nu este corect a percepe betonul ca un material impermeabil in adevaratul inteles al cuvintului. Norma UNI 9858 defineste impermeabilitatea ca fiind rezistenta la actiunea de penetrare a apei. (UNI 7699). Conform acestei norme un amestec este apt pentru a confectiona un beton impermeabil atunci cand valoarea de penetrare este mai mica de 50 mm, cu valori medii mai mici de 20 mm, astfel incat raportul apa/ciment sa nu depaseasca 0,55.

Se observa ca norma UNI 7699, citata de norma UNI 9858 determina numai absorbtia ca fiind permeabilitatea la apa, si nu prevede masurarea permeabilitatii la apa sub presiune.

Daca vrem sa cunoastem aceasta valoare, trebuie sa facem referire la norma ISO 7031 sau DIN 1048. Conform acestor norme, un beton aproape impermeabil, prezinta o permeabilitate, dupa 28 de zile de maturizare de pana la:

$$\text{coeficientul lui Darcy} \rightarrow k=1 \cdot 10^{-11} \text{ [m/s]}$$

totodata trebuie sa aiba o permeabilitate maxima de 20 mm la o presiune maxima de 0,7 bar.

In practica daca se doreste obtinerea unui beton impermeabil este necesar a se reduce numarul de dimensiuni ale cavitatilor interne, precum si legaturile lor cu mediul exterior, toate acestea obtinandu-se cu:

- un raport mic a/c (va sfatuim 0,4 ÷ 0,5);
- un dozaj adecvat de ciment (300 ÷ 400 kg/m³);
- o buna fluiditate si rezistenta la segregatie in asa fel incat sa obtinem o compactitate adecvata a betonului;
- o maturizare corecta si protectie a turnarii.

Impermeabilitatea betonului		
Raportul a/c	Infiltrarea apei	Infiltrarea medie a apei
< 0,55	<50 mm	< 20 mm

Durabilitatea

Viata utila a unui sistem de drenaj depinde si de durabilitatea betonului in care este incastat.

Prin durabilitatea unei structuri din beton se intelege capacitatea de a se mentine in timpul garantat de functionare pentru care structura este proiectata.

Betonul, nu este un material indestructibil, ci este un material care se poate degrada mai greu in timp. Pentru acest motiv, daca se doreste imbunatatirea durabilitatii betonului, este necesar a analiza fenomenele de degradare si cum se manifesta acestea

Principalele cauze degenerative care influenteaza durabilitatea betonului sunt:

- Agresiunea datorata substantelor prezente in mediul ambiant;
- Permeabilitatea conglomeratului.

Cauzele de agresiune si degradare prezente in mediul ambiant se impart in:

- Chimice
- Fizice
- Mecanice

In general aceste agresiuni nu se manifesta in mod singular. Sunt mai multe cauze care concura la deteriorarea materialelor, chiar daca se specifica, intotdeauna, cauza principala care determina Degradarea se manifesta cu intensitate mai mare sau mai mica in functie de permeabilitatea si porozitatea betonului; un material mai poros permite agentilor agresivi sa ajunga in tesutul intern activand si raspandind procesul de degradare mult mai rapid si facil.

Cauze de agresiuni

Chimice	Fizice	Mecanice
Actiunea sulfului	Inghet-Dezghet	Ciocniri
Actiunea anhidridei carbonice	Variatii higrometrice	Erosiune
Actiunea clorurilor	Caldura si hidratare	Abraziune
Actiunea alcalinelor	Incendiu	
Actiunea agenti chimici industriali		

Evident este necesar sa obtinem betoane, capabile a se opune penetrarii agentilor agresivi. La sfarsit, va sfatuim a evalua cu atentie care actiuni de degradare sunt prezente in timpul fazei de executare si utilizare a betonului; pentru a contracara aceste actiuni trebuie sa acordam o mare atentie la confectionarea betonului, la punerea in opera si la maturizarea acestuia.

Normativele de referinta sunt: UNI 9858 "Beton. Prestari, productie, punere in opera si criterii de conformitate", UNI 8981 "Durabilitatea montarii si produse din beton", Normative ale Ministerului de LL.PP., UNI EN 206-1 "Betonul. Specificatii, prestari, productie si conformitate".

Cu titlu de exemplu se pot furniza informatii schematice, care se refera la cele mai intalnite procese degenerative si modul de combatere a acestora.

Sisteme de drenaj utilizate in zona coastei adriatice: reactia la alcaline

Este cunoscut faptul ca in agregatele provenite de pe coasta adriatica pot fi prezente forme particulare de silicati amofi, opal etc., in masura de a reactiona cu alcalinele continute de ciment, dand nastere fenomenelor de dezagregare, care se manifesta prin mici fisuri si cratera superficiale intr-un interval de timp suficient de lung.

Fenomenele de acest tip pot aparea la pavamentele industriale sau stradale unde se folosesc solutii de curatare a carosabilului (solutii saline de dezghetare). Pentru a evita aceste degradari se pot lua urmatoarele masuri:

- Folosirea unor agregate potrivite care nu reactioneaza la alcaline (norma UNI 8520/22);
- Utilizati un ciment eruptiv sau de furnal.



Sisteme de drenaj folosite in zone cu clima inflexibila: cicluri de inghet-dezghet.

Actiunea alternanta a ciclurilor de inghet - dezghet pot provoca fenomene de dezagregare cauzate de patrunderea apei in interior prin intermediul porilor din beton; aceasta, prin inghetare, isi mareste volumul dand nastere unor presiuni interne care pot provoca fisurari si dezagregari. Pentru a evita acest tip de degenerari este necesar:

- Utilizarea unui aditiv de aerare care elibereaza aerul sub forma unor microbule, astfel incat conduce la atenuarea tensiunilor de la inghetare;
- utilizarea de agregate potrivite care nu ingheata (norma UNI 8520/20);
- Reducerea porozitatii la inghetarea betonului.

Sisteme de drenaj utilizate in zone in care sunt prezenti sulfati

Sulfatii, prezenti in ape si in teren, pot reactiona cu pasta de ciment dand nastere unor fenomene de umflare si extindere care provoaca dezagregarea progresiva, in timp, a betonului.

In aceste cazuri, odata cu certificarea prezentei sulfatilor, va sfatuim sa:

- Utilizati un ciment rezistent la actiunea sulfatilor;
- Utilizati, la punerea in opera, un beton cat mai impermeabil .

Rezistenta la oboseala

Rigola din material plastic prinsa intr-un corp de beton, prin efectul actiunii repetate, in timp, a incarcarilor, poate suferi o ruptura datorata ruperii la oboseala a betonului. Mecanismul de baza a acestui tip de rupere este prezentata in urmatoarul mod:

- Posibila prezenta a microfisurilor, defectelor si cavitatilor localizate, in principal, la interfata pasta de ciment - agregate, conduc la slabirea matricii de ciment datorita efectului fenomenului de scurgere interna si prin acumularea de cristale de hidroxid de calciu. Aceste microfisuri se pot mari datorita diferentelor de temperaturi (inghet, dezghet);
- Aplicarea de tensiuni ciclice mai mari cu 50 ÷ 60% fata de tensiunea de rupere determinata prin metoda statica, amplifica si ramifica aceste microfisuri prezente;
- Marirea acestor microfisuri determina distrugerea prin oboseala a matricii betonului si apoi a rigolei.

In baza mecanismului expus putem afirma ca ruperea prin oboseala a betonului se manifesta atunci cand tensiunea indusa este mai mare decat valoarea limita denumita si Limita de Oboseala.

Daca materialul este supus la forte de compresiune cu valori de pana la 60% din valoarea rezistentei, se reduce cu 50% aparitia ruperii prin oboseala cauzata de forte de tractiune prin inflexiune.

Este clar ca nu se poate determina cu precizie numarul de cicluri de incarcare (tregeri de vehicule) inainte de distrugere.

Problema se rezolva prin adoptarea unui factor de siguranta S , de pana la 2, in acest mod, tensiunile maxime de tractiune care actioneaza asupra betonului fiind egale cu limita de oboseala (50% din rezistenta),ruperea prin oboseala nu se mai poate manifesta pentru un numar mare de treceri (traversari).

Pentru o estimare aproximativa, in faza de proiectare, este posibil sa adoptati un factor de siguranta ale carui valori variaza intre 1,4 si 2 in functie de tipul incarcarii.



NOTA

Pentru instructiunile de punere in opera, specifice fiecarei linii de produse, va sfatuim sa consultati fisa de la finalul acestui capitol.