



MANUAL DE REG

**Guia pràctica per al reg de les zones
verdes de Barcelona**

**Medi Ambient i Serveis Urbans
Ajuntament de Barcelona
setembre 2013**

MANUAL DE REG

Guia pràctica per al reg de les zones verdes de Barcelona

Medi Ambient i Serveis Urbans
Ajuntament de Barcelona
C/ Tarragona 173, 08014 Barcelona
C/ Torrent de l'Olla 218-220, 08012 Barcelona
www.bcn.cat/parcsijardins
parcsijardins@bcn.cat

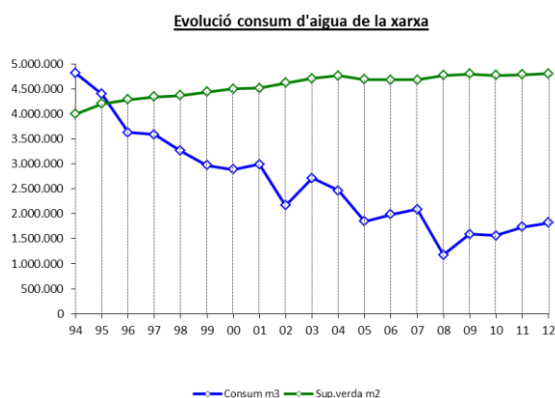
1994. Redacció **MANUAL DE REG. Les instal·lacions de reg dels parcs i jardins públics de Barcelona. Descripció, normes d'ús i manteniment.** Ajuntament de Barcelona. Institut Municipal de Parcs i Jardins
- Gener 2007. Redacció **MANUAL DE REG de parcs i jardins.** Contingut tècnic: Antonio García, Francesc Hernández, Pedro Nolasco, Jordi Santiago. Col·laboració: Kim Llorente, Ignasi Pujol. Coordinació i redacció: Coloma Rull
- Maig 2008. 1a Revisió. **MANUAL DE REG de parcs i jardins.** Antonio García, Francesc Hernández, Pedro Nolasco, Coloma Rull i Jordi Santiago
- Gener 2011. 2a Revisió. **MANUAL DE REG. Guia pràctica per al reg de les zones verdes de Barcelona.** Lourdes Carreras, Antonio García, Vicenç González, Francesc Hernández, Izaskun Martí, Joan Antoni Molero, Esther Murillo i Coloma Rull. Col·laboració: Carme Biel (IRTA)
- Setembre 2013. 3a Revisió. **MANUAL DE REG. Guia pràctica per al reg de les zones verdes de Barcelona.** Antonio García, Joan Antoni Molero, Esther Murillo i Coloma Rull

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	4
1.- PRINCIPI DEL REG I CÀLCUL DE LES NECESSITATS.....	5
1.1. L'evapotranspiració	6
1.2. Necessitats hídriques	8
2.- PROGRAMACIÓ DEL REG	9
2.1. Què cal conèixer per programar el reg?	9
2.2. Necessitats hídriques del jardí	9
2.2.1. Coeficient d'espècie (Ks)	9
2.2.2. Coeficient de densitat (Kd).....	10
2.2.3. Coeficient de microclima (km)	10
2.3. Pluviometria de la instal·lació de reg	11
2.3.1. Determinació de la uniformitat de reg	11
2.4. Dosi útil del reg.....	13
2.4.1. Aigua disponible.....	13
2.4.2. Capacitat de retenció d'aigua de diferents tipus de sòl	14
2.5. Càlcul teòric de la durada del reg.....	15
2.6. Càlcul de les necessitats hídriques	15
2.7. Freqüència o dies de reg	15
2.8. Horari de reg	16
3.- PROGRAMA ANUAL DE REG - Aplicació pràctica.....	17
3.1. Algunes observacions.....	19
4.- LA INSTAL·LACIÓ DE REG	20
4.1. La instal·lació de reg	22
4.1.1. Reg per aspersió.....	23
4.1.2. Reg per difusió o broquet giratori.....	25
4.1.3. Reg per degoteig	28
4.1.4. Automatització de la xarxa de reg.....	30
4.1.5. Instal·lacions amb aigües del freàtic	30
4.2. El reg manual.....	31
4.2.1. Boques de reg	31
4.2.2. Mànega	31
4.2.3. Reg amb tona	31
4.3. Tasques per al correcte funcionament de les instal·lacions de reg.....	32
4.3.1. Verificació del consum d'aigua per sectors.....	32
4.4. Manteniment general de les instal·lacions de reg	32
4.4.1. Feines periòdiques	32
4.4.2. Manteniment d'aspersors.....	33
4.4.3. Manteniment de difusors i broquets giratoris	33
4.4.4. Manteniment de sistemes de degoteig	34
4.4.5. Manteniment del sistema de programació.....	34
4.4.6. Manteniment del reg amb mànega	34
4.5. Normes d'ús	34
4.6. Com actuar davant avaries.....	35
4.6.1. Avaries greus.....	36
4.6.2. Avaries lleus	36
5.- MESURES DE CONTROL	36
REFERÈNCIES	38

INTRODUCCIÓ

L'increment i conservació dels espais verds contribueix a la millora de la qualitat de vida, sent una fita important dins els objectius de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona. Aquest augment del verd, però, comporta un augment en l'ús d'aigua. D'acord als criteris i objectius establerts a l'A21 de la ciutat, i el Pla del Verd i la Biodiversitat de Barcelona, en el moment de dissenyar i mantenir els espais verds és important incorporar mesures que ajudin a fer un ús racional de l'aigua, com són, entre d'altres, la gradual introducció de plantes de baix consum hídric, la instal·lació de noves tecnologies en el reg, o les mesures implantades per al control del consum d'aigua. Des de l'any 1994, l'Ajuntament de Barcelona aplica diverses estratègies en aquest sentit, evidenciant la relació entre l'augment de les zones verdes i l'optimització del volum d'aigua consumit.



L'any 1994, *Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal*, en endavant PIJBIM, publicava el llibre "Manual de reg. Les instal·lacions de reg dels parcs i jardins públics de Barcelona.



Descripció, normes d'ús i manteniment ", un manual adreçat a tots els jardineros i jardineras que treballen als parcs i jardins públics de la ciutat de Barcelona.

El Manual de Reg mostrava la importància d'una bona gestió del consum d'aigua i proposava tot un seguit de mesures per tal de millorar l'eficàcia en els regs.

L'any 2007 es va presentar una versió actualitzada i més completa del Manual de Reg on es justificava quines són i com es calculen les necessitats hídriques de les plantes, què s'ha de tenir en compte alhora de programar un reg, i quina és la programació anual del reg dels parcs i jardins.

D'ençà l'actualització, s'ha anat revisant el contingut del Manual periòdicament fins a arribar a aquesta tercera edició.

El document fa un petit repàs de la composició de les instal·lacions de reg. Cal dir que en els darrers anys Parcs i Jardins ha incorporat noves tecnologies d'obligat compliment que es recullen en el "Plec de Condicions Tècniques de les Instal·lacions de reg" i que es poden consultar al web:

<http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient>

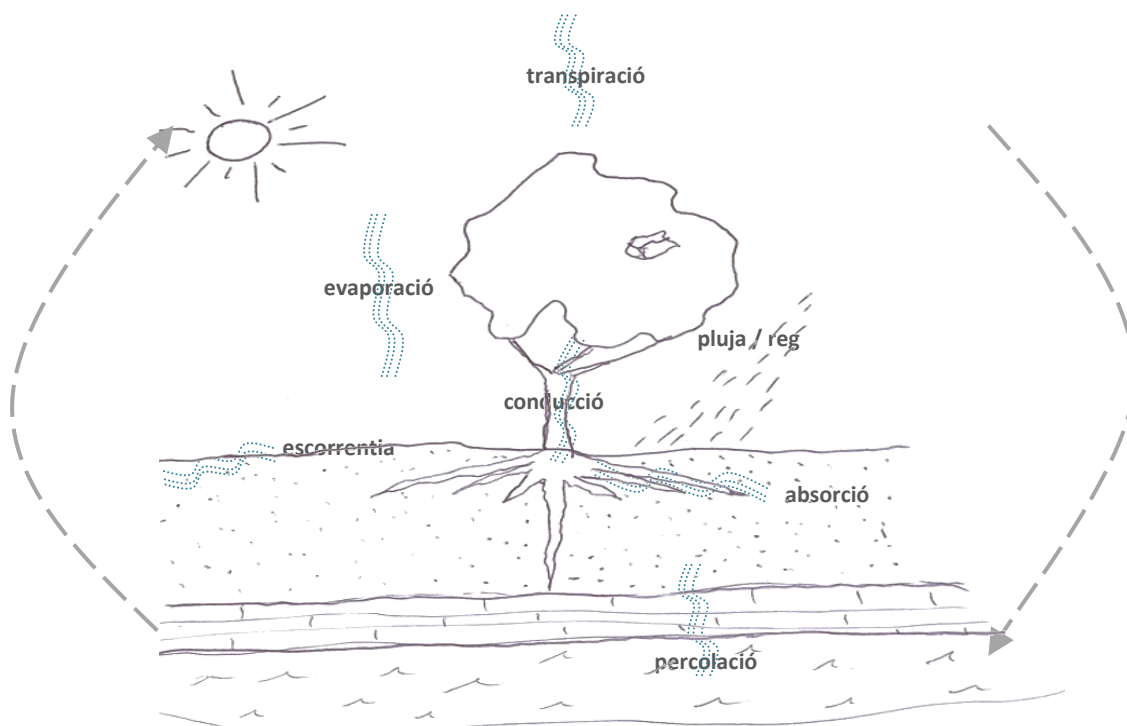
1.- PRINCIPI DEL REG I CàLCUL DE LES NECESSITATS

L'aigua intervé de forma essencial en el desenvolupament de les plantes, ja que és un element necessari per créixer, realitzar les seves funcions vitals i transportar els nutrients del sòl a les tiges i a les fulles. L'aigua s'absorbeix per les arrels, i a través de la transpiració s'evapora des de les fulles i passa a l'atmosfera. La pèrdua d'aigua per transpiració és la conseqüència de la necessària obertura dels estomes per realitzar l'intercanvi de gasos per fer la fotosíntesi. La transpiració és per tant el motor principal de la circulació de l'aigua des del sòl cap a les parts superiors de la planta formant un continu sòl-arrel-tija-fulles-atmosfera. Així doncs, el consum d'aigua per les plantes depèn de la taxa d'evaporació i de les condicions ambientals que l'afavoreixen.

La disponibilitat i reserva d'aigua en el sòl o substrat que exploren les arrels de les plantes ha de ser suficient per compensar les pèrdues

per transpiració. Si hi ha un desequilibri i la sortida d'aigua és superior a l'entrada, les plantes pateixen els efectes de la manca d'aigua o estrès hídric. Per tant, l'aigua que es perd per evaporació és la que s'ha de reposar amb el reg perquè puguin realitzar les seves funcions vitals de nutrició i desenvolupament.

Per mesurar aquesta quantitat d'aigua que les plantes transmeten a l'atmosfera els experts s'han posat d'acord en tenir una mesura de referència, anomenada evapotranspiració de referència (E_t_0) i que equival a l'aigua que evapora un mantell uniforme de gespa de 10 cm d'alçària, en creixement actiu, que ombrreja totalment el sòl i que no té manca d'aigua (calculada segons la metodologia Penman-Monteith). A Catalunya la XAC -Xarxa d'estacions Agrometeorològiques gestionat per el Servei Meteorològic de Catalunya- ofereix aquesta dada.



1.1. L'evapotranspiració

L'evapotranspiració és la quantitat d'aigua transpirada per la vegetació i evaporada des de la superfície del sòl on s'assenta la plantació. Hi ha dues formes d'evapotranspiració:

- Evapotranspiració potencial o màxima: és la quantitat d'aigua consumida, durant un temps determinat, en un sòl cobert de vegetació homogènia, densa, en plena activitat vegetativa i amb un bon subministrament d'aigua.
- Evapotranspiració real: és la quantitat d'aigua realment consumida per un determinat cultiu durant el període de temps considerat.

El rendiment del cultiu és màxim quan la transpiració és màxima, i això succeeix quan la vegetació es desenvolupa en les millors condicions possibles. En aquest cas l'evapotranspiració real coincideix amb l'evapotranspiració màxima.

Per a calcular l'evapotranspiració d'un cultiu qualsevol es valora abans l'evapotranspiració d'un cultiu de referència, relacionant-se ambdós mitjançant un coeficient obtingut experimentalment.

$$Et_{(\text{cultiu})} = Et_o \times K_c$$

on:

$Et_{(\text{cultiu})}$ = evapotranspiració d'un cultiu determinat, expressat en mm / dia

Et_o = evapotranspiració del cultiu de referència, expressat en mm / dia

K_c = coeficient de cultiu, variable amb el propi cultiu i el moment vegetatiu

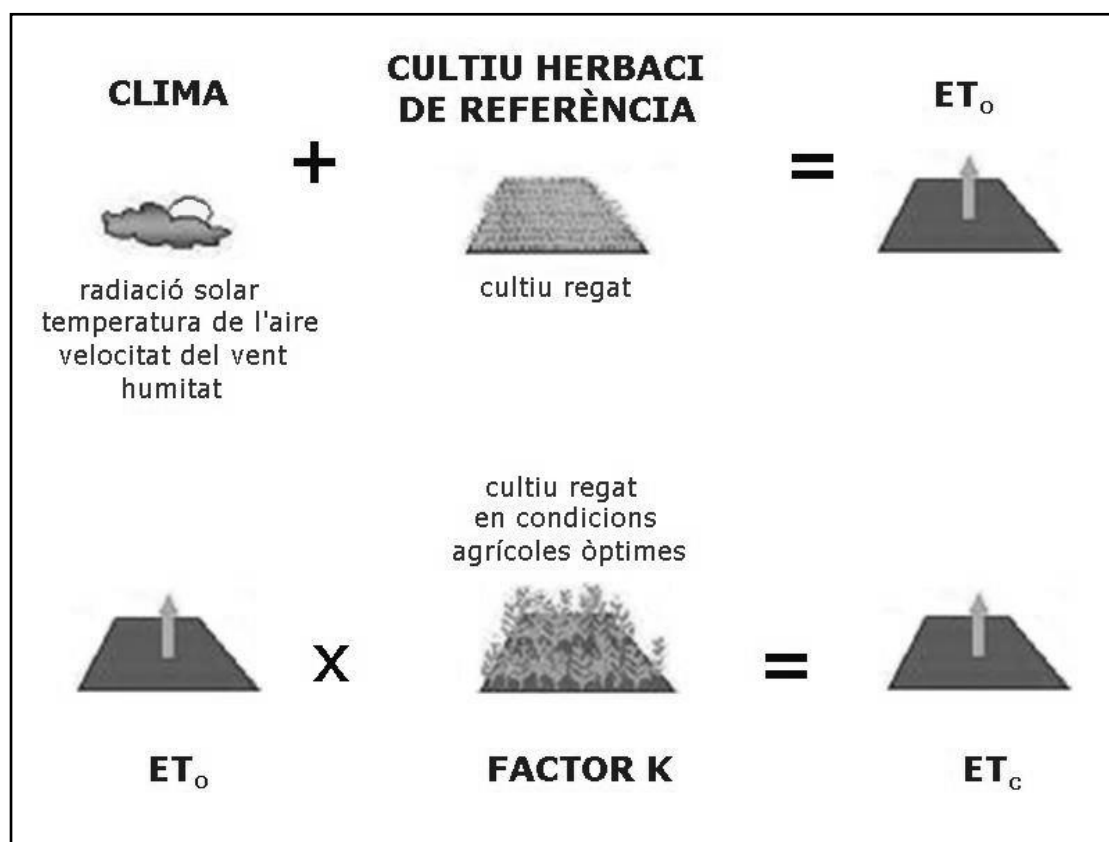
Els factors que condicionen l'evapotranspiració es poden agrupar de la següent manera:

- *Factors concurrents del sòl*, com la capacitat de retenció de l'aigua, la capacitat d'escalfament, exposició als raigs solars, etc.
- *Naturalesa de la vegetació*, especialment els òrgans encarregats de l'absorció i la transpiració de l'aigua
- *La fase vegetativa* en què es troba el cultiu. L'evapotranspiració varia al llarg del cicle vegetatiu (brotada, floració, fructificació...). La transpiració és màxima quan la planta arriba al màxim desenvolupament foliar
- *Condicions meteorològiques* que afavoreixen o atenuen l'evaporació, com la intensitat de la radiació solar, vents, humitat atmosfèrica, etc

En jardineria, el factor de correcció (K_c) que ajusta l'aigua que requereixen les plantes s'anomena coeficient de jardineria (en alguna bibliografia consultada s'abreua com K_j). En un jardí conviuen plantes amb diferents característiques o sigui diferent coeficient de jardineria. Per altra banda la majoria de les plantacions del jardí requereixen una dosi de manteniment, no de producció. Altes dosis d'aigua signifiquen més consum de nutrients, més producció i per tant més manteniment.

Els valors de K_c van de 0 a 1,0 segons l'espècie i l'època de l'any: a la primavera i a la tardor és bastant coincident, a l'estiu augmenta i a l'hivern és més baix.

L' Et_o pot ser diari, setmanal o mensual.



K_c orientatiu:

cultiu	hivern	primavera i tardor	estiu
gespa de clima humit ^{*1}	0,2	0,3 - 0,6	1
gespa de clima càlid ^{*2}	0	0,25	0,5
flor de temporada	0,2	0,4	0,6
entapissants	0,2	0,4	0,6
arbustos	0,2	0,4	0,6
arbres	0,2	0,4	0,6

^{*1} ray-gras, poas, festuca, agrostis...

^{*2} cynodon, stenotaphrum, pennisetum,...

1.2. Necessitats hídriques

En les zones verdes hi ha una gran riquesa d'espècies vegetals d'origens geogràfics i característiques diferents. Les autòctones i pròpies de la nostra zona són les protagonistes principals en els espais naturalitzats. En els espais verds urbans s'hi troben gespes, plantes anuals, vivaces, entapissants, arbusts i arbres en diferents estats de desenvolupament amb necessitats hídriques diferents i capacitats de proveir-se d'aigua diverses.

El clima de Barcelona, mediterrani marítim, es caracteritza per un regim de pluges molt variable, al llarg de les estacions i entre els diferents anys, amb períodes de sequera més o menys prolongats, principalment a l'estiu. Al coincidir amb les temperatures elevades pròpies d'aquesta estació s'afavoreix l'evaporació de l'aigua i la transpiració de les plantes i provoca l'esgotament ràpid de les reserves d'aigua del sòl.

Les característiques ambientals de Barcelona, per tant, fan necessari el reg dels espais verds per garantir la supervivència de les plantes.

Les plantacions es reguen utilitzant sistemes, dosis i freqüències de reg d'acord amb les característiques de cada grup de plantes i les necessitats hídriques en les diferents èpoques de l'any.

Tanmateix, per optimitzar les necessitats hídriques i el consum d'aigua, alhora de dissenyar i mantenir els espais verds cal tenir en compte una sèrie de recomanacions que es detallen a continuació:

- una correcta selecció d'espècies, adequades al clima mediterrani i adequades a l'espai que ocuparan: sol o ombra, el tipus de sòl,...
- agrupar les espècies segons necessitats d'aigua similars
- usar elements que redueixin l'evaporació de l'aigua del sòl com l'encoixinament o bé plantes que cobreixin el màxim de superfície de sòl
- realitzar periòdicament tasques de descompactació del sòl
- aportar esmenes orgàniques
- evitar rentats i lixiviats

Regar és subministrar aigua a les arrels de les plantes per tal de satisfer les necessitats que no són cobertes per la pluja. Per a calcular aquesta **necessitat d'aigua** en un mes concret es tenen en compte les següents dades mensuals:

- Pluviometria
- Evapotranspiració de referència d'aquell cultiu (E_t)
- Coeficient de cultiu de la planta (K_c)

2.- PROGRAMACIÓ DEL REG

2.1. Què cal conèixer per programar el reg?

Per programar un reg cal conèixer:

- les necessitats hídriques del jardí, que depenen de la climatologia i el tipus de vegetació
- la pluviometria de la instal·lació de reg, que depèn del tipus d'emissors, la distribució, etc.
- la dosi útil o quantitat d'aigua que s'ha d'aportar en cada reg per aconseguir la fondària humida desitjada. Això dependrà de la textura del sòl i del sistema radicular de les plantes
- la durada del reg de cada sector
- els dies de reg (freqüència)
- l'horari de reg

2.2. Necessitats hídriques del jardí

En agricultura l'aigua s'aplica tractant d'obtenir la màxima productivitat del cultiu, buscant una major quantitat i mida dels fruits, el que s'aconsegueix augmentant les dosi de reg i de fertilització. Però en jardineria, on només es pretén un creixement adequat i una aparença saludable de les plantes, hi ha prou amb quantitats d'aigua inferiors a les aplicades per el reg de cultius.

Per determinar les necessitats hídriques d'un espai verd en comptes d'utilitzar el coeficient de cultiu es fa servir el coeficient de jardí K_j .

Amb el coeficient de cultiu és difícil fer els càlculs correctament doncs en un jardí es donen unes condicions distintes a les presents en un camp de cultiu:

- els espais verds estan en la seva majoria configurats amb més d'una espècie, cadascuna amb les seves necessitats específiques de reg
- la densitat de vegetació no és igual en tots els llocs de l'espai. A major densitat de vegetació hi ha més transpiració foliar i per tant més pèrdues d'aigua.
- Dins el jardí existeixen diferents microclimes originats per l'exposició, ombrejat, situació respecte els edificis, àrees pavimentades, etc.

En funció d'aquests condicionants, és encertat introduir uns factors de correcció per a cadascun d'ells que es converteixen en coeficients de càlcul:

coeficient d'espècie k_s

coeficient de densitat k_d

coeficient de microclima k_m

per al càlcul del coeficient de jardí:

$$K_j = k_s + k_d + k_m$$

Per al càlcul del coeficient de jardí ens cal l'evapotranspiració de referència E_{t_0} , que ens servirà per al càlcul de les necessitat d'aigua per a que les plantes tinguin una aparença i un creixement adequat.

2.2.1. Coeficient d'espècie (K_s)

Aquest coeficient s'utilitza per al càlcul de l'aigua segons necessitats particulars de cada espècie botànica prenent com a base les definides en el manual WUCOLS i adaptant-les a les característiques pròpies de cada regió o lloc de plantació.

Les situacions que es poden trobar per a determinar el coeficient d'espècie són:

- Espais verds amb espècies agrupades amb un K_c de 0,2 sense cap requeriment de reg que determinen un K_s de < 0,1.
- Espais verds amb una única espècie on s'aplica el K_s corresponent a l'espècie.
- Espais verds amb varies espècies i totes elles amb una mateixa K_c en el que seria la situació ideal. La K_s és idèntica a la K_c de les espècies.
- Espais verds amb varies espècies i diferents necessitats d'aigua (K_c) on s'aplica com a coeficient d'espècie el de la major requeriment.

tipus	valor
molt baix	< 0,1
baix	0,1 - 0,3
moderat	0,4 - 0,6
alt	0,7 - 0,9

2.2.2. Coeficient de densitat (K_d)

Es fa servir per introduir el factor d'intensitat d'agrupament de plantació en el càlcul de les necessitats d'aigua. Una major densitat de massa vegetal proporciona una major taxa d'evaporació. El coeficient varia de 0,5 a 1,3.

Per a fixar el valor d'aquest coeficient es consideren dos factors: l'àrea ombrejada, que es aquella que està coberta per plantes, que en el cas dels arbres s'estima com la superfície que cobreix l'ombra projectada de la capçada i els nivells de vegetació dividits en tres: arbori, arbustiu i herbaci.

En base a aquests factors es presenten tres tipus:

tipus		valor
baix	un únic nivell d'arbres amb una cobertura inferior al 70%.	0,5 - 0,9
	un nivell d'arbusts o entapissants amb una cobertura inferior al 90%	
	espai verd amb més d'un nivell amb una molt baixa densitat	
mig	un únic nivell d'arbres amb una cobertura entre el 70 i el 100%	1,0
	un nivell d'arbusts o entapissants amb una cobertura entre el 90% i el 100%	
	espai verd amb més d'un nivell de densitat mitja	
alt	espai verd amb més d'un nivell de densitat alta	1,1 - 1,3

2.2.3. Coeficient de microclima (k_m)

El microclima afecta a les pèrdues d'aigua i cal considerar-lo en els càlculs.

Per a determinar aquest coeficient, que es cil·la entre 0,5 i 1,4, es consideren els següents rangs:

tipus	valor	
baix	jardins ombrívols i els protegits dels vents dominants	0,5 - 0,9
mig	en condicions de camps obert sense vents forts ni fonts de calor externes	1,0
	es pot donar en parcs amb zones pavimentades	
alt	espais sotmesos a fonts externes de calor (vehicles, edificis, paviments) com mitjanes o espais verds pavimentats	1,1 - 1,4

2.3. Pluviometria de la instal·lació de reg

Per aplicar la quantitat d'aigua desitjada, cal saber quants minuts de reg s'ha de programar. Per tant, una dada imprescindible és la pluviometria o litres d'aigua que s'aporta en un metre quadrat de jardí si es rega durant una hora.

La pluviometria que ens proporciona una instal·lació depèn de molts aspectes: el sistema de reg, el diàmetre de les toveres, la separació dels emissors, la pressió de funcionament, etc.

La correcta transcripció a minuts de l'aigua a aportar, juntament amb la detecció i reparació de fuites, són la base per a iniciar un estalvi d'aigua.

Per aconseguir informació i actualització de rendiments (pressió, cabal, abast i pluviometries) d'alguns models d'emissors comercials es poden consultar els web o sol·licitar els catàlegs tècnics als fabricants.

Cal indicar que les pluviometries que donen són orientatives i només es poden considerar en instal·lacions amb aspersors o difusors en quadrat o en triangle perfectes, separats la distància del seu abast (o radi) teòric, per a cada tovera en concret i regant a la pressió en la base de l'aspersor que indiquen les taules.

Dividint el cabal de cada sector entre la seva superfície obtindrem la pluviometria real que proporciona el sistema, que serà una de les dades fonamentals per a la programació del reg. Les dades s'expressen indistintament en litres/metre quadrat/hora o mm/hora (que són la mateixa unitat).

Cal recordar que com a pluviometries orientatives es considera:

element	pluviometria
aspersors	8 a 20 mm/h
difusors	40 a 50 mm/h

Degoters arbrat viari	2 a 8 mm/h
Degoters parterre (11 per m ²)	25 mm/h
Tovera giratòria	12 a 18 mm/h

Malgrat les dades orientatives cal disposar de les dades reals de cada sector de reg, ja que no es pot programar la durada del reg suposant pluviometries entre 8 i 20 mm/h, cal saber la quantitat exacte per exemple 15 mm/h.

2.3.1. Determinació de la uniformitat de reg

Un sistema de reg ben dissenyat i ben instal·lat, ha de permetre la màxima uniformitat per a una cobertura del 100%. Si la uniformitat no és correcta, sempre hi haurà zones regades de més o de menys. Això farà que s'hagi de regar més per mantenir la zona més desfavorida i per tant un consum excessiu d'aigua important. En cas de restricció d'aigua la falta d'uniformitat farà que les zones desfavorides no aguantin el dèficit.

Es proposa un mètode senzill que permet determinar de forma ràpida la uniformitat de reg d'un sector en un parc o jardí mitjançant el qual es pot avaluar cada sector de reg, o el conjunt de dos o més sectors si reguen de forma solapada la mateixa zona, de la següent manera en el que s'entén com a coeficient de Christiansen:

- Repartirem un total de dotze pluviòmetres per la superfície regada procurant que quedin ben repartits
- Posarem en marxa el reg de forma seqüencial de totes les vàlvules que afectin la zona a avaluar durant 10 minuts
- Mesurarem la pluja, en mm o l/m², de cada pluviòmetre per separat

A continuació es resol un cas pràctic per a calcular el coeficient de Christiansen:

Es col·loquen dotze cubetes de 0,0225 m², repartides aleatòriament en el sector de reg, i s'anoten les següents mesures:

Cubetes 0,0225 m ²	lectures(z) cc/10 min	z-m	z-m	pluviometria l/m ² /h
1	56	4,6	4,6	15
2	58	6,6	6,6	15
3	64	12,6	12,6	17
4	59	7,6	7,6	16
5	64	12,6	12,6	17
6	64	12,6	12,6	17
7	58	6,6	6,6	15
8	34	-17,4	17,4	9
9	42	-9,4	9,4	11
10	44	-7,4	7,4	12
11	44	-7,4	7,4	12
12	30	-21,4	21,4	8
suma	617		126,2	
mitja (m)	51,4			
pluviometria mitja en l/m ² /h				14

- Anotarem els resultats fent una mica de croquis de la posició dels recipients i la dels aspersors o difusors que han regat. També anotarem altres dades com dia, hora, si feia vent, de quina direcció, obstacles, tipus d'aspersor i tovera, etc. Si la superfície a valorar és molt gran es pot repetir la prova varis cops canviant la ubicació dels pluviòmetres
- Entrarem els resultats en un full de càlcul que ens determinarà la pluviometria mitja i el coeficient d'uniformitat segons la fórmula:

$$CU = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^{i=n} |Z_i - m|}{n \cdot m} \right) \cdot 100$$

on:

CU	= coeficient d'uniformitat de Christiansen en tant per cent
M	= precipitació mitja en els punts de control (mitja de les lectures)
N	= nombre de punts de control
Z _i	= lectures dels diferents pluviòmetres
Σ z-m	= suma de les desviacions (en valor absolut) en els punts de control, respecte a m

$$CU = 1 - \frac{(\sum |Z - m|)}{n \times m} = \frac{(126,2)}{12 \times 51,4} \times 100 = 80$$

És important conèixer la uniformitat dels diferents sectors de reg. Si els sectors són uniformes es pot ajustar molt el reg (estalvi d'aigua); si no ho són s'ha de regar en excés per evitar l'aparició de rodals o clapes seques.

El percentatge de manca d'uniformitat de reg serà el percentatge de temps de reg que hauré d'incrementar el programador.

Recordem que habitualment es consideren les següents uniformitats:

element	uniformitat
degoters	100%
aspersors	80%
difusors	70%

però són dades orientatives, ja que poden variar molt en funció de la correcta distribució i solapament dels emissors, l'elecció correcta de les toveres, la influència del vent, l'ajust o desgast dels emissors, l'obturació total o parcial d'alguns emissors, els obstacles, etc. La manera de saber si estem regant de forma acceptable és fent-ne la valoració.

2.4. Dosi útil del reg

La dosi o durada de reg útil és la quantitat d'aigua que s'ha d'aportar per reg per a que aquest sigui efectiu.

La dosi útil de reg depèn de la fondària de les arrels de la vegetació i del tipus de sòl i la seva textura. Normalment es parla de profunditat de:

cultiu	fondària
entapissants i gespes	20-25 cm
arbustos	50 cm
arbres	100 cm

La textura del sòl determina la quantitat d'aigua que aquest pot emmagatzemar.

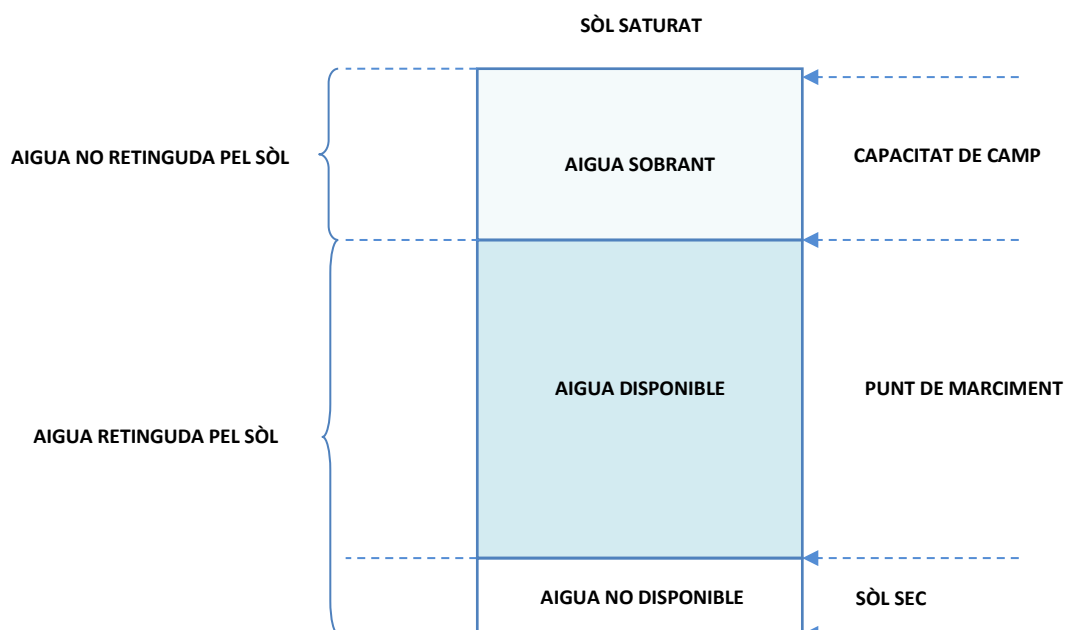
2.4.1. Aigua disponible

Un sòl està *saturat* quan tots els porus estan plens d'aigua. Aquesta situació es presenta després d'una pluja forta o d'un reg abundant. Quan es deixa drenar un sòl saturat, l'aigua sobrant passa al subsòl per efecte de la gravetat. Un sòl està a *capacitat de camp* quan deixa de perdre aigua per gravetat. Un sòl arriba al *punt de marciment* permanent quan l'aigua

està retinguda a un potencial matricial tan negatiu que les plantes ja no poden absorbir aigua i es marceixen.

L'aigua disponible es defineix com l'aigua que pot retenir el sòl entre la capacitat de camp i el punt de marciment permanent. Aquesta aigua disponible es veurà afectada pel grau de compactació del sòl (disminució de l'espai porós), el contingut de matèria orgànica, la salinitat, etc.

Una altra definició pot ser imaginar que s'omple de terra un cub d'1m x 1m x 1m (1 m³). Si s'omple d'aigua s'ha de descomptar el volum que ocupen totes les partícules sòlides, i per tant només hi cabrà aigua en l'espai porós. Al cap d'una estona de regar els porus grans no poden retenir l'aigua i aquesta es perd per gravetat, quedant el sòl en el que s'anomena capacitat de camp. Si deixem de regar i la planta consumeix aigua del sòl degut a la transpiració, l'aigua quedarà retinguda en els porus més petits i la planta no podrà absorbir-la. Aquest tipus d'aigua s'anomena "*aigua difícilment assimilable*". Al restar la quantitat d'aigua a capacitat de camp menys la difícilment assimilable tindrem l'*aigua disponible*.



L' aigua sobrant és la que surt lliurement del sòl per l'acció de la gravetat. No pot ser utilitzada per les plantes perquè passa a una part del sòl no accessible a les arrels.

L' aigua *disponible* és la que pot ser absorbida per les arrels suficientment ràpid per compensar les pèrdues per transpiració.

L' aigua *no disponible* és la retinguda pel sòl amb tanta força que les plantes no poden absorbir-la amb suficient rapidesa per compensar la pèrdua per transpiració.

2.4.2. Capacitat de retenció d'aigua de diferents tipus de sòl

La taula següent ens dona una idea de la quantitat d'aigua que pot acumular un sòl diferenciant l'aigua disponible per a les plantes i la que està per sota del punt de marcim permanent i no la poden aprofitar.

Capacitat de retenció en litres d'aigua/m ³			
Textura	total	disponible	no disponible
sorrenca	50-150	33-83	17-67
francosorrenca	150-225	75-108	75-117
franca	225-330	108-167	117-168
francollimosa	330-392	167-192	168-200
francoargilosa	350-410	150-185	200-225
argilosa	375-410	150-160	225-250

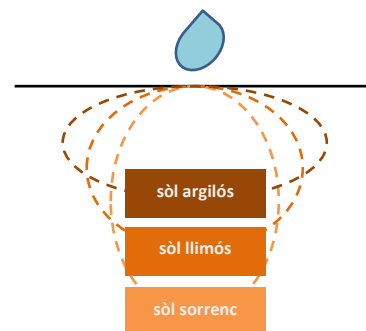
A continuació s'indiquen uns valors mitjos orientatius de l'aigua disponible per m² de jardí, segons diferents fondàries explorades per les arrels i diferents textures de sòl:

Normalment es recomana regar quan s'ha esgotat el 40-50% de l'aigua disponible. Un altre manera d'estimar la dosi de reg útil es comprovar fins a quina profunditat baixa la humitat a l'anar donant diferents quantitats d'aigua fins arribar a la profunditat desitjada.

Això és relativament senzill de fer en una gespa, on es poden anar extraient daus o cilindres de terra i anar comprovant com va baixant la humitat, ja que ens movem en poca profunditat, 20-25 cm, i després podem tornar a tapar els forats amb els mateixos daus o cilindres de terra sense que es noti res.

Si s'aplica una dosi de 25 l/m²/h (o mm/h) s'observa:

- en un sòl sorrenc pot baixar uns 40 cm
- en un sòl llimós pot enfondir uns 20 cm
- en un sòl argilós només baixarà uns 12 cm



En el càlcul de la dosi de reg útil poden influir també altres factors com la uniformitat del reg, la pendent del terreny, la conductivitat de l'aigua de reg, la salinitat del sòl, etc.

Litres d'aigua disponible/m ² a diferents fondàries				
Textura	100 cm	50 cm	25 cm	20 cm
sorrenca	60	30	15	12
francosorrenca	90	45	22	18
franca	140	70	35	28
francollimosa	180	90	45	36
francoargilosa	170	85	42	34
argilosa	155	80	40	31

2.5. Càlcul teòric de la durada del reg

Per a calcular la durada teòrica del reg, usarem les dades de necessitats hídriques de les plantes, i les dades de la instal·lació de reg i en concret de la pluviometria del sistema instal·lat.

Les necessitats en mm/dia dividides entre la pluviometria del sector en mm/hora proporciona els minuts que s'ha de regar cada dia.

Per exemple, si calen 4 mm/dia ($4 \text{ l/m}^2/\text{dia}$) i el sistema de reg dóna una pluviometria mitja de 20 mm/h ($20 \text{ l/m}^2/\text{h}$), la durada del reg es calcula segons:

Pluviometria del sistema de reg:

20 l/m^2 en 60 minuts

Necessitats hídriques:

4 l/m^2 en x minuts

Durada del reg:

$$\frac{60 \text{ minuts} \times 4 \text{ l/m}^2}{20 \text{ l/m}^2} = 12 \text{ minuts}$$

Normalment no cal regar cada dia, i cada cop que es rega s'ha d'aplicar una quantitat d'aigua que depèn de la profunditat de sòl que es vol humitejar i de les característiques del terreny ja sigui tipus sorrenc o argilós. És a dir s'ha d'estimar una dosi útil de reg (o temps útil de reg) per aconseguir la màxima eficàcia de l'aigua.

2.6. Càlcul de les necessitats hídriques

Per a calcular el temps de reg es tenen en compte 4 tipus d'instal·lacions: aspersors, difusors, toveres giratòries i/o degoter. Per a cada un d'ells, la pluviometria orientativa és:

Element	Pluviometria orientativa
aspersors	de 8 a 20 mm/h (per al càlcul s'ha usat $14 \text{ l/m}^2/\text{h}$)
difusors	de 40 a 50 mm/h (per al càlcul s'ha usat $50 \text{ l/m}^2/\text{h}$)
degoters	de 2 a 8 mm/h per degoters de 2 l/h (d'1 a 4 per m^2) o de 25 mm/h si es tracta d'arbrat viari (11 per m^2) (per al càlcul s'ha usat $12 \text{ l/m}^2/\text{h}$)
broquet giratori	de 12 a 18 mm/h (per al càlcul s'ha usat $12 \text{ l/m}^2/\text{h}$)

A continuació es detallen les precipitacions mitges usades per al càlcul dels minuts de reg. **Si s'usen elements de diferent pluviometria, caldrà refer els càlculs.**

Element	Precipitació mitjana
aspersors	cabal per element = 900 l/h (referència: tovera estàndard núm 8) marc 8x8 m
difusors	cabal per element = 800 l/h (referència: tovera sèrie núm 15, 360°) marc 4x4 m
degoters	cabal per element = 2 l/h marc dels degoters en flors, entapissants i arbusts 0,5x0,5 m precipitació $8 \text{ l/m}^2/\text{h}$
broquet giratori	cabal per element = 161 l/h (referència: MP1000, MP1000, 360°) marc 4x4 m

En cas de pluja i a partir d'una pluviometria de 10 mm, s'anul·larà el reg.

2.7. Freqüència o dies de reg

La freqüència de reg es determina dividint les necessitats hídriques setmanals o mensuals, entre la dosi útil.

Actualment els programadors permeten treballar "a la carta". Permeten seleccionar entre els 7 dies de la setmana els dies que es vol regar. Potser caldrà retocar una mica la dosi

de reg si alhora de fer els càlculs surt alguna dada de freqüència amb decimals. Per exemple: si s'ha de regar cada 2,5 dies, això voldria dir 2,8 dies a la setmana, per tant s'ajustarà a 3 dies a la setmana i es reduirà proporcionalment la dosi de reg. Si cal regar cada 3 dies, vol dir 2,33 regs a la setmana, es regarà 2 dies a la setmana i s'augmentarà la dosi de reg.

2.8. Horari de reg

Preferiblement és millor regar quan no hi hagi insolació per a disminuir les pèrdues d'aigua per evaporació. S'hauria de iniciar el reg a una hora que permeti tenir-ho tot regat al voltant de les 7:00 del matí, al menys els sectors d'aspersió o de difusors. Això vol dir que l'hora d'inici dependrà de la durada total del reg.

Malgrat això, cada parc o jardí té una franja horària òptima que pot dependre del subministrament d'aigua, de caigudes de pressió a la xarxa, del vandalisme, del tipus d'ús que es faci del parc, etc.

Per a programar un reg cal conèixer:

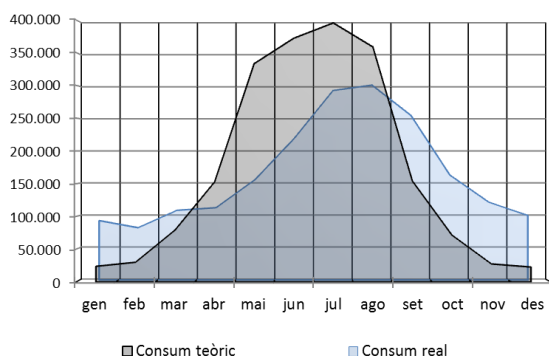
- Les necessitats hídriques de les plantes
- La pluviometria que proporciona la instal·lació de reg
- La dosi útil d'aigua per aconseguir la fondària humida necessària, que depèn de la textura del sòl
- La durada del reg de cada sector
- Quins dies volem regar
- L'horari en el que volem regar

3.- PROGRAMA ANUAL DE REG - Aplicació pràctica

D'ençà la publicació del Manual de Reg l'any 2007 es fa un seguiment per avaluar la seva aplicació.

Per a calcular de forma genèrica la dosi d'aigua diària o mensual necessària per la vegetació, es multiplica l'evapotranspiració (diària o mensual) per el coeficient de cultiu (K_c) corresponent. Les dades de l'evapotranspiració corresponen al promig obtingut durant els darrers anys.

Agrupant els mesos amb necessitats hídriques semblants, s'obtenen les programacions anuals. Per al càlcul de la dosi d'aigua es té en compte el mes de major necessitat hídrica. A aquest consum l'anomenen **consum teòric**. Ara bé, si tenim en compte el **consum real**, basat en la lectura dels comptadors que es realitza mensualment a Parcs i Jardins (que inclou aigua potable i freàtica), s'observen algunes diferències, tal com s'observa en el gràfic següent.



Aquestes variacions es poden atribuir tant a les tasques de manteniment sobre els espais verds durant la tardor i l'hivern i en l'ús responsable de l'aigua durant l'estiu, com a la divergència que pot haver en les K_c tipus que

no s'adapten del tot a les necessitats hídriques dels elements vegetals dels nostres jardins i que poden divergir del model estàndard de clima mediterrani que adopta unes característiques especials a Barcelona.

L'any 2013, sis anys després de la primera publicació del primer Programa de Reg, aquest s'ha calculat i adaptat a la realitat a partir de l'experiència dels jardineros en la seva aplicació.

El quadre de programacions que es presenta a continuació pretén aproximar el consum teòric al consum pràctic, que s'intueix com una correcta aplicació del reg programat. En ell s'han incrementat els temps de reg en dos minuts (temps calculat per a la càrrega d'una instal·lació tipus), i s'ha determinat un promig dels minuts entre els mesos que componen cadascuna de les programacions de reg.

S'han agrupat els períodes o temporades de reg reduint-les a tres, tardor-hivern amb un reg setmanal, primavera amb dos regs setmanals i estiu amb tres regs, per a facilitar la gestió de les brigades de manteniment, sobre tot per aquells comptadors que encara no són telegestionats.

Per el càlcul de la dosi d'aigua d'un espai verd concret, farem servir com a coeficient de referència el coeficient de jardí segons s'explica en el punt 2.2 d'aquest mateix Manual.

PROGRAMACIONS DE REG PER A LA CIUTAT DE BARCELONA

		minuts per dia de reg											
		gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
gespa humit	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	20	20	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20
	difusor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	rotator	20	20	20	20	20	30	30	30	30	30	20	20
	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5
	difusor	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
	rotator	4	4	10	10	10	15	15	15	15	15	4	4
gespa càlid	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5
	difusor	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
	rotator	4	4	10	10	10	15	15	15	15	15	4	4
	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
grups de flor	difusor	10	10	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10
	rotator	20	20	15	15	15	10	10	10	10	10	20	20
	goteig	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30
	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
	difusor	10	10	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10
arbustos i entapissants	rotator	20	20	15	15	15	10	10	10	10	10	20	20
	goteig	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30
	dies/setmana	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	aspersor	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
	difusor	10	10	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10
	rotator	20	20	15	15	15	10	10	10	10	10	20	20
arbrat 1-2 anys	dies/setmana	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
	goteig	90	90	90	90	120	120	120	120	120	90	90	90
arbrat 3-4 anys	dies/setmana	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2
	goteig	60	60	60	60	90	90	90	90	90	60	60	60

REG D'ARBRAT AMB TONA													
arbrat 1er any (Campanya de plantació)													
dies/mes	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
dosi (litres)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
arbrat 2on, 3er i 4rt any													
dies/mes	1	1	2	2	2	3	4	4	3	2	2	1	1
dosi (litres)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

3.1. Algunes observacions

- Quan un grup de flor es localitzi dins un parterre de gespa de clima humit, tot l'espai es regarà d'acord a les necessitats hídriques de la gespa.

- Algunes entapissants i les aromàtiques en general (Gazania, Verbena, Santolina,...) és recomanable regar-les amb degoter per tal de no mullar la planta.

- En cas de reposar un arbre en una alineació amb reg per degoter, es tornarà a programar el reg de nova implantació per a tota l'alineació. A l'hivern, en cas de pluja es tancarà el comptador.

- En el reg d'arbres amb tona, quan es disposi dels recursos necessaris, la freqüència de reg s'incrementarà, igualant la del reg automàtic d'arbrat i assegurant el reg de certes espècies: *Platanus sp.*, *Populus sp.*, *Tília sp.*...

- Els regs d'implantació requereixen especial dedicació ja que és un moment delicat per la planta i el sòl s'ha de mantenir humit i sense entollar.

- En el moment de la plantació es farà un primer reg amb mànega (amb tona en el cas d'arbres).

- En la reposició de falles d'arbrat viari, s'usa un tutor pintat de diferent color cada any per a senyalitzar els arbres que han de regar les tones.

- En talussos, quan s'hagi de regar amb aspersors, toveres giratòries o difusors durant més de 8 min. caldrà fraccionar el reg com a mínim en dos cops.

- Quan es regui tres dies per setmana, i per facilitar la gestió, preferentment serà dilluns, dimecres i divendres. Quan es regui dos dies per setmana, s'optarà per dilluns i divendres o dilluns i dijous.

- A l'hivern, després de forts vents es farà un reg extraordinari.



El programa anual de reg permet programar els minuts i els dies de reg, segon la tipologia de vegetació, el sistema de reg emprat i el moment de l'any.

4.- LA INSTAL·LACIÓ DE REG

L'any 2013, un 61% de la superfície que es rega a la ciutat de Barcelona disposa de reg automatitzat amb sistemes de distribució específics per a cada tipus de plantació. Per un major aprofitament de l'aigua, l'objectiu és arribar en el futur a automatitzar el 100% del reg dels espais verds.

Els aspersors i difusors distribueixen l'aigua uniformement en superfícies de plantacions de port baix com gespes, prades i entapissants. En arbrat viari, jardineres, i en els parterres que ho requereixin, s'empra el reg localitzat com el degoteig. La programació del reg automatitzat permet regar en hores nocturnes i millorar l'aprofitament de l'aigua.

Un projecte de reg requereix la realització d'un estudi del tipus de vegetació (consulta agronòmica) que determinarà el sistema de distribució de l'aigua (disseny hidràulic). El disseny hidràulic estableix quins han de ser els elements de conducció, repartiment i control (dimensionat) de la xarxa, per aconseguir que l'aigua es reparteixi d'acord amb les necessitats del medi.

Les primeres instal·lacions de reg dels parcs i jardins de Barcelona eren manuals i disposa-

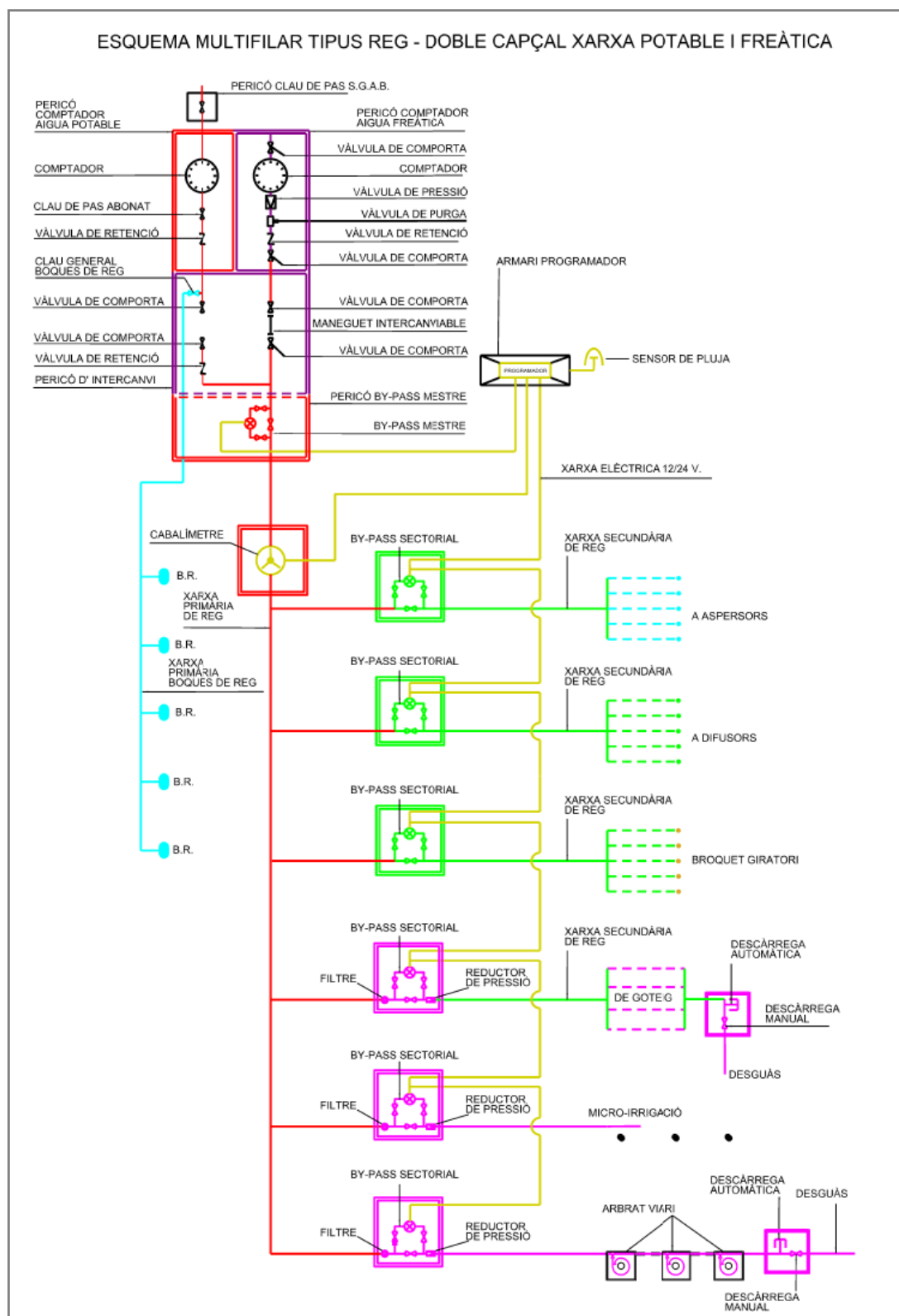
ven d'una única xarxa primària a la qual estaven connectades les boques de reg. Més endavant a aquesta xarxa es van connectar els sectors de reg automatitzat per aspersió, difusió i degoteig. En alguns casos l'obertura era manual i en altres comandats per programador.

L'any 1999 es va redactar el **Plec de Condicions Tècniques per al disseny i l'execució de les instal·lacions de reg**, que definia les característiques que havien de complir les noves instal·lacions de reg dels parcs i jardins públics de la ciutat de Barcelona. Com a novetat més important va destacar que "totes les noves instal·lacions han de disposar de dues xarxes primàries, una per al reg automatitzat i l'altra per a les boques de reg".

La darrera versió del Plec de Condicions Tècniques per a les instal·lacions de reg, es pot consultar a la pàgina web

<http://w110.bcn.cat/portal/site/MediAmbient>

A continuació es resumeixen les característiques més importants d'una instal·lació de reg.



4.1. La instal·lació de reg

Les instal·lacions de reg dels parcs i jardins públics tenen dues parts:

Una part, propietat de la companyia subministradora formada pel comptador i una clau de pas. Aquesta clau és de quadradet i està en una petita arqueta abans del comptador. Les dimensions d'aquests pericons les determina la companyia d'aigües.

El manteniment de l'arqueta del comptador és responsabilitat de PIJBIM que s'encarrega de conservar-la neta i en condicions per a facilitar les lectures. Qualsevol fuga o anomalia dins d'aquesta arqueta s'ha de notificar a la companyia subministradora.

La clau de pas anterior és d'ús exclusiu de la companyia subministradora i no s'ha d'usar en cap cas tret d'una emergència i prèvia comunicació al departament de Consums de la Direcció de Serveis del Cicle de l'Aigua de Medi Ambient i Serveis Urbans.

L'altra part de les instal·lacions està formada per la xarxa de reg pròpiament dita. És propietat de l'Ajuntament de Barcelona i és gestionada per PIJBIM.



La instal·lació elèctrica del sistema de reg automàtic està formada per un programador que controla automàticament l'hora de posada en marxa, els dies de reg, i el temps de reg dels sectors. La instal·lació elèctrica, de cable de mànega de protecció 1000v, connecta el programador amb les electrovàlvules.

Els pluviòmetres o sensors de pluja eviten el funcionament del sistema automàtic en cas de pluja. No modifiquen el programa de reg; el programador acostuma a seguir funcionant igual però el corrent elèctric a 24v no arriba a les electrovàlvules. Actualment, el sensor de pluja és indispensable per a qualsevol instal·lació.



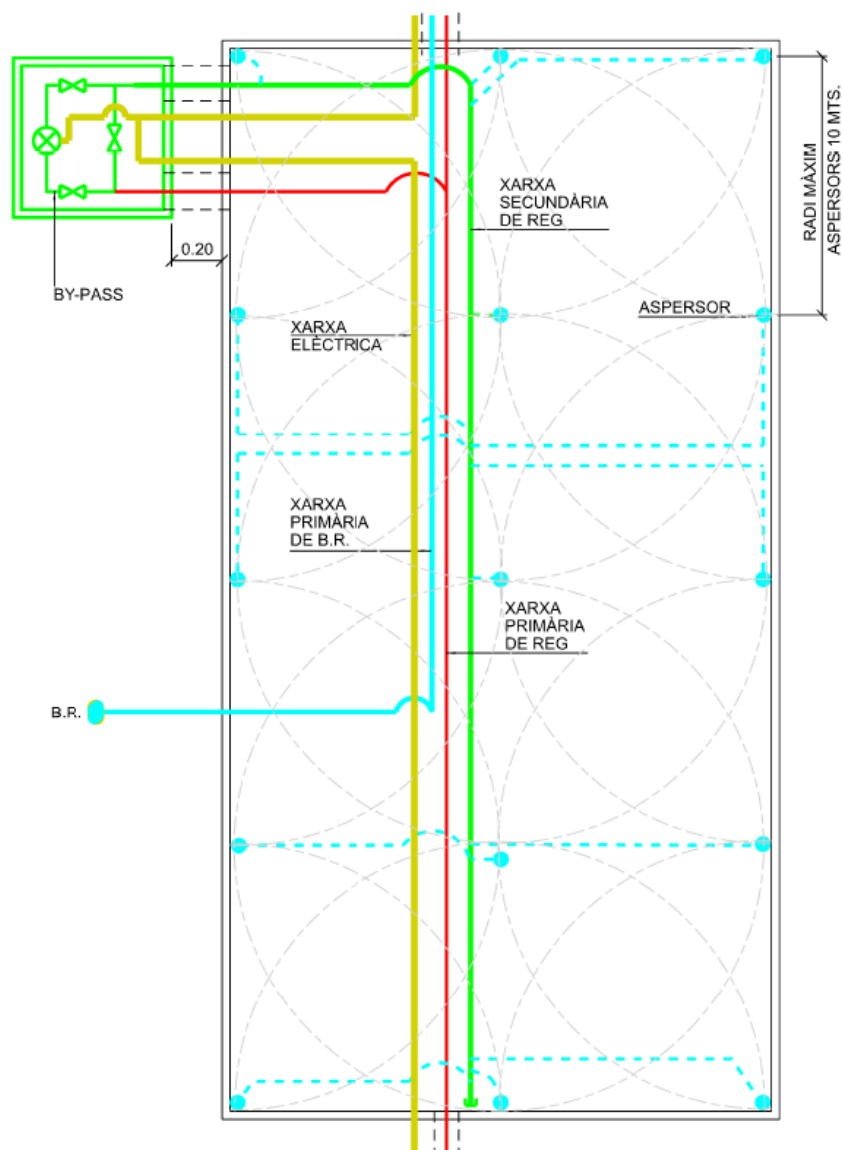
4.1.1. Reg per aspersió

El reg amb aspersor és un sistema destinat al repartiment d'aigua d'acord amb una pluviometria prefixada, idoni principalment per a superfícies geomètricament bastant regulars i amb una amplitud considerable.

Aquest tipus de reg sempre ha d'estar automatitzat amb programadors, i el càlcul hidràulic d'un sector de reg s'ha de fer tenint en compte que ha de ser pròxim al cabal subministrat pel comptador. Els aspersors són de turbina amb vàlvula anti-drenatge tipus i compatibles, segons els criteris aprovats per PIJBIM en el Plec de Condicions Tècniques per a les instal·lacions de reg.



ESQUEMA GRÀFIC INSTAL·LACIÓ DE REG PER ASPERSIÓ (AMB COBERTURA 100%)



LLEGENDA D'INSTAL·LACIÓ:

-  Pericó 60x60 cm. amb by-pass sectorial de 1.1/2" (senzill)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (boca reg)
-  Instal·lació elèctrica cable mànega de 1000 v.
-  Xarxa secundària P.E. 50 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa secundària P.E. 25 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (difusors/broquets giratoris)
-  Tubulars de doble o interior que el de les instal·lacions d'aigua en zones pavimentades
-  Aspersor de turbina emergent estàndard
-  Boca de reg "Parcs i Jardins"

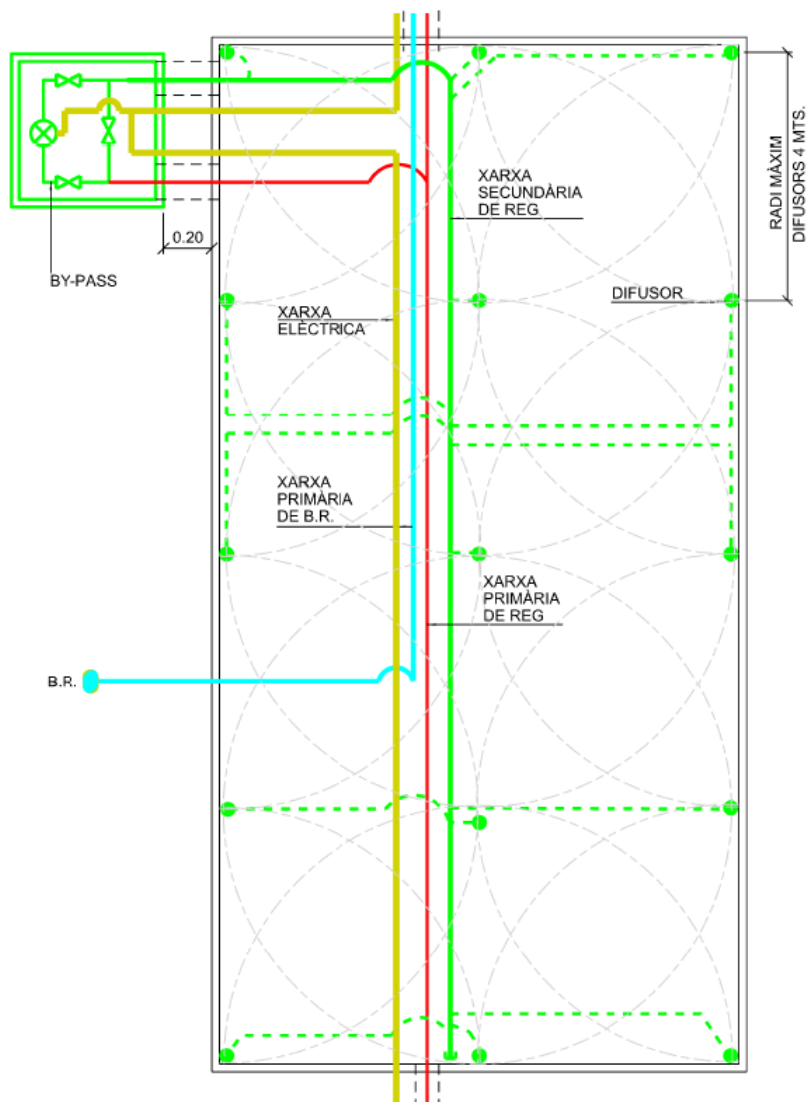
4.1.2. Reg per difusió o broquet giratori

El reg amb difusors és un sistema de reg destinat a repartir l'aigua d'acord amb una pluviometria prefixada. És idoni per a superfícies geomètricament regulars i de dimensions reduïdes. Aquest tipus de reg ha de ser automatitzat amb programadors i el càlcul hidràulic d'un sector de reg es farà tenint en compte que ha de ser pròxim al cabal subministrat pel comptador. S'utilitzen difusors emergents amb vàlvula anti-drenatge, tipus i compatibles amb pas de rosca de toveres "boquilles" i carcassa, segons els criteris aprovats per PiJBIM en el Plec de Condicions Tècniques per a les instal·lacions de reg.

El reg amb difusors amb broquet giratori és un sistema de reg destinat a repartir l'aigua d'acord amb una pluviometria prefixada. És recomanable per parterres amb superfícies irregulars, fortes pendents (>33%), emplaçaments on es treballa amb baixa pressió, i com alternativa a zones on no sigui possible la instal·lació de reg per degoteig. D'altra banda no està indicat en instal·lacions on un únic comptador subministri aigua a molts sectors de reg, ja que la durada del reg s'allarga molt en el temps i només es disposa d'una franja horària per a realitzar tots els programes.



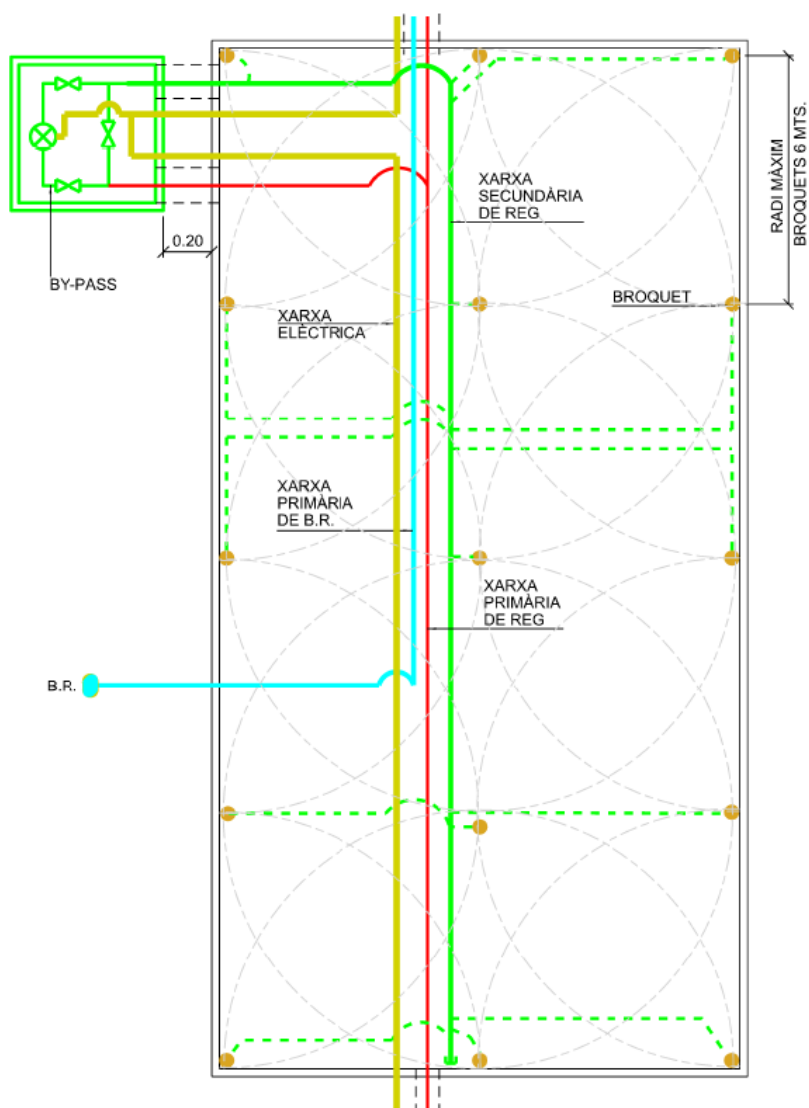
ESQUEMA GRÀFIC INSTAL·LACIÓ DE REG PER DIFUSIÓ (AMB COBERTURA 100%)



LLEGENDA D'INSTAL·LACIÓ:

-  Pericó 60x60 cm. amb by-pass sectorial de 1.1/2" (senzill)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (boca reg)
-  Instal·lació elèctrica cable mànega de 1000 v.
-  Xarxa secundària P.E. 50 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa secundària P.E. 20 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (difusors/broquets giratoris)
-  Tubulars de doble o interior que el de les instal·lacions d'aigua en zones pavimentades
-  Difusor emergent 10 cm. estàndard
-  Boca de reg "Parcs i Jardins"

ESQUEMA GRÀFIC INSTAL·LACIÓ DE REG PER BROQUET GIRATORI (AMB COBERTURA 100%)



LLEENDA D'INSTAL·LACIÓ:

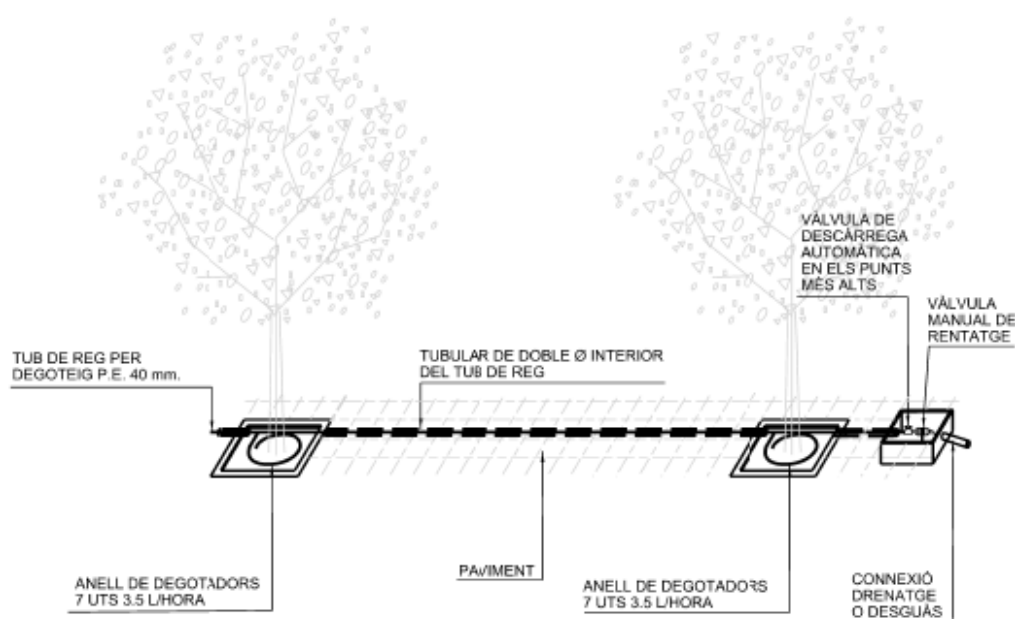
-  Pericó 60x60 cm. amb by-pass sectorial de 1.1/2" (senzill)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa primària P.E. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (boca reg)
-  Instal·lació elèctrica cable mànega de 1000 v.
-  Xarxa secundària P.E. 50 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (reg)
-  Xarxa secundària P.E. 20 mm. Ø 10 atm. baixa densitat alimentària (difusors/broquets giratoris)
-  Tubulars de doble o interior que el de les instal·lacions d'aigua en zones pavimentades
-  Broquet giratori emergent 10 cm. estàndard
-  Boca de reg "Parcs i Jardins"

4.1.3. Reg per degoteig

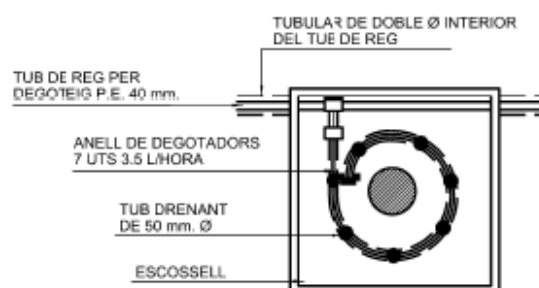
El sistema de reg per degoteig consisteix en una canonada de polietilè amb degoters auto-compensants inserits a distàncies variables. Aquest tipus de reg és automatitzat amb programadors i està destinat **obligatòriament a l'arbrat viari, a les jardineres** i aquells parterres que ho requereixin tant pel tipus de vegetació com les característiques del terreny.

La seva connexió a la xarxa secundària es fa amb els accessoris específics per a cada producte, col·locant vàlvules (de ventosa, drenant, etc.,) i altres accessoris corresponents segons el producte, tal i com s'especifica a l'actual plec de condicions tècniques d'instal·lacions de reg.

CROQUIS DETALLS DE REG PER DEGOTEIG EN ARBRES D'ALINEACIÓ I DETALL DE TUBULARS EN PAVIMENTS

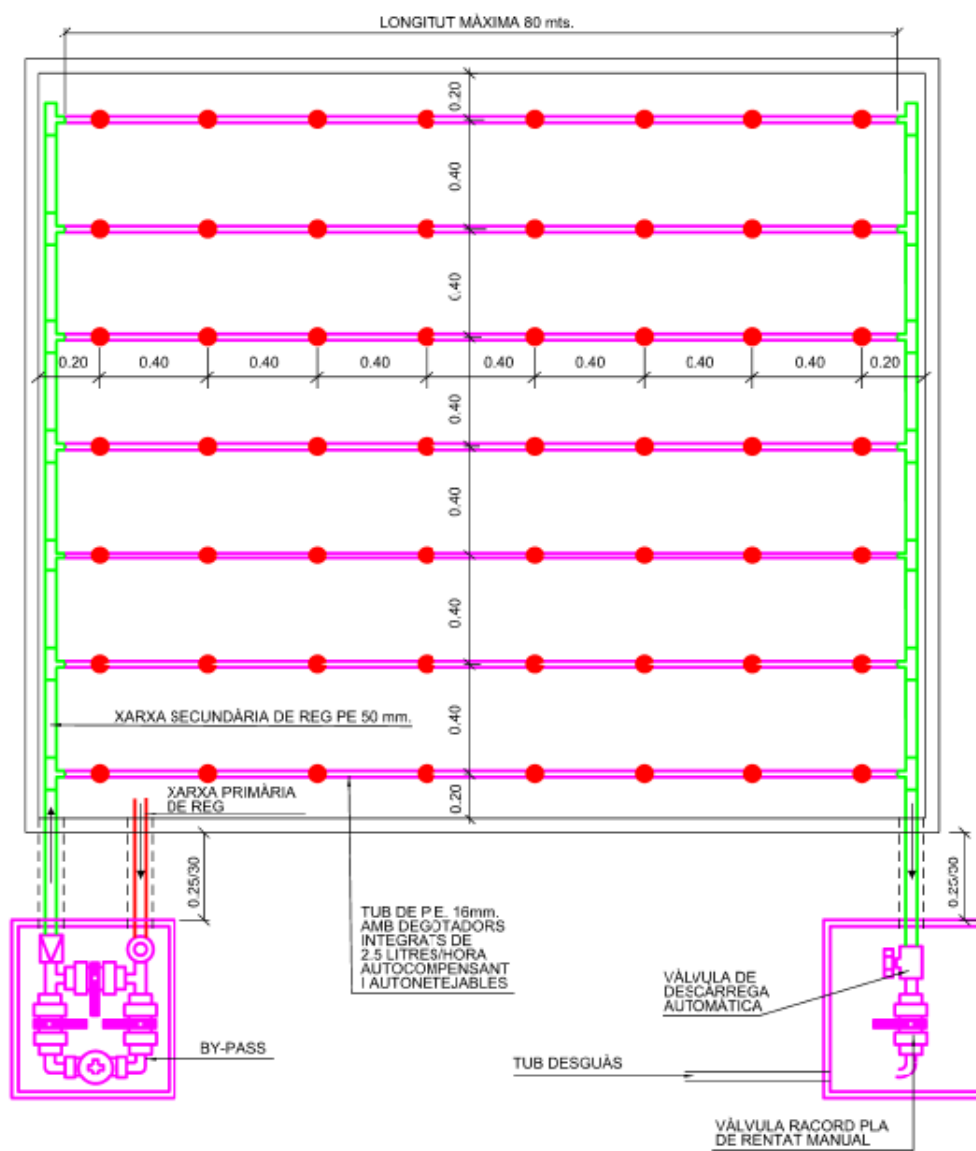


DETALL REG PER DEGOTEIG



DETALL PLANTA

ESQUEMA REPRESENTATIU DE REG PER DEGOTEIG ALS PARTERRES



DETALL N° 17

4.1.4. Automatització de la xarxa de reg

El bypass és un conjunt d'elements que consta d'electrovàlvula, 3 vàlvules de ràcord pla, dos colzes mascle i femella de llautó, dues T de llautó i dos enllaços mixtos amb rosca mascle.



És la part automàtica i manual de posta en funcionament d'un sector de reg, i en el cas de reg per degoteig i micro irrigació s'ha de dotar de reductor de pressió i filtre.

Programadors

Totes les instal·lacions de reg s'han d'automatitzar i han de ser telegestionades amb programadors electrònics modulars ampliables, de tipus professional i homologats per PIJBIM en el Plec de Condicions Tècniques per a les instal·lacions de reg.

4.1.5. Instal·lacions amb aigües del freàtic

Des de l'any 2000, i seguint els criteris sostenibles de la gestió del verd i l'aprofitament de recursos naturals, s'ha introduït l'ús d'aigua

freàtica per al reg d'arbrat i zones verdes. Això implica un tractament diferenciat de les instal·lacions de reg. Aquesta consta de dues escomeses d'aigua, una provinent del freàtic i l'altra provinent de la xarxa potable. La xarxa d'aigua freàtica subministra aigua a la xarxa de reg, mentre que la xarxa d'aigua potable alimenta a més de la xarxa de reg, les boques de reg.

Quan una instal·lació disposa de dos comptadors, un d'aigua potable i un d'aigua freàtica, hi ha un carret intercanviable (maniguet retràctil) que, al connectar-se al comptador d'aigua freàtica només dóna servei a la xarxa de reg automàtica. En aquest cas les boques de reg queden connectades a l'aigua potable.



La xarxa d'aigües freàtiques està en procés d'ampliació i consolidació a Barcelona.

Les instal·lacions hidràuliques per a reg amb aigües provinents del freàtic tenen les mateixes característiques que les instal·lacions de reg amb aigua potable. Per a diferenciar-les, tots els elements de les instal·lacions que utilitzin o puguin utilitzar aigua freàtica (electrovàlvules, canonades, aspersors, difusors, degoters, etc.) han de portar un distintiu de color violeta (pantone 2577u-ral 4001).

4.2. El reg manual

El reg manual és el més tradicional de la història de la jardineria. Tot i que la tendència és automatitzar els regs, en alguns casos bé sigui per dificultats en l'aplicació de la nova tecnologia, per la dispersió dels espais, o en la reposició de falles de l'arbrat viari, és encara freqüent en les zones verdes de la ciutat.

Està constituït bàsicament per boques de reg i mànegues, i per tones o cubes.

D'altra banda, en el moment de la plantació de qualsevol vegetal, sempre es recomana un reg manual en profunditat fet amb mànega o tona.

4.2.1. Boques de reg



Les boques de reg han d'estar separades entre elles com a màxim a 50 m. de distància, cobrint tota la zona on s'instal·len amb una mànega de 25 m. L'esmentada distància no és computable, en zones amb dificultats o obstacles, escales i en creuament de

calçada per on circulin vehicles. L'alimentació hidràulica s'efectua de la xarxa primària amb una canonada de 50 mm de diàmetre. Per qüestions de seguretat es connectaran únicament a la xarxa d'aigua potable.

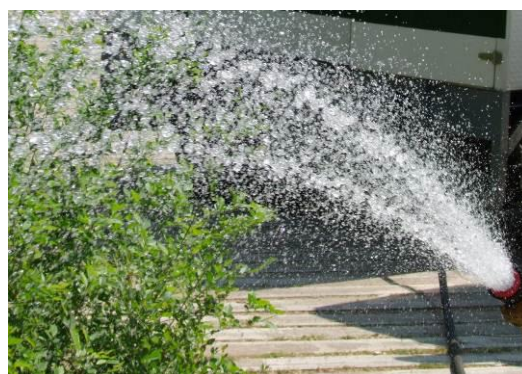
Les boques de reg han d'estar ubicades preferentment fora dels parterres i el més a prop possible d'aquests, i han d'especificar a la tapa "Reg Parcs i Jardins".

4.2.2. Mànega

La mànega és l'element que s'utilitza per al transport de l'aigua des de la boca de reg fins

a la superfície a regar. Consta de tres parts principals:

- la coberta, normalment de goma estriada, de color negre i resistent a l'abrasió per fregament i als agents atmosfèrics,
- el tub interior per on circula l'aigua, normalment de goma sintètica llisa de color negre
- el reforç, constituït per una intersecció de teixits de fibra sintètica entre la coberta i el tub interior.



4.2.3. Reg amb tona

En totes les plantacions d'arbrat viari d'obra nova és obligatòria la instal·lació de reg per degoteig. En les reposicions de falles, el reg es fa amb tones, usant sempre aigua freàtica. En ambdós casos, el primer reg es fa amb tona i molt abundant.

Tal com s'especifica en el punt 3.1., en la

reposició de falles d'arbrat viari, s'usa un tutor pintat de diferent color cada any per a senyalitzar els arbres que han de regar les tones



4.3. Tasques per al correcte funcionament de les instal·lacions de reg

El responsable de manteniment de la zona ha de disposar, sempre que sigui possible, d'un plànol de la instal·lació de reg on han d'estar ubicats i especificats tots els elements a mantenir. En el plànol també s'ha de indicar les característiques del programador: marca, model, número de sectors, i el dibuix de la delimitació dels sectors de reg amb una breu descripció de cadascun d'ells a la llegenda. Per exemple:

ubicació:		
Marca:		Model:
Estacions:		
Estacions connectades:		
Sector 1	12 aspersors	Gespa zona entrada
Sector 2	15 aspersors	Gespa parterres palmeres
Sector 3	23 difusors	Planta temporada parterre central
Sector 4	300 m degot. a 0,30	Tanca Xiprers

També cal tenir una còpia del manual d'instruccions del programador.

4.3.1. Verificació del consum d'aigua per sectors

Per saber el cabal consumit per cada sector de reg podem utilitzar 2 sistemes:

- Obrir els diferents sectors de reg i anotar les voltes que donen les agulles del comptador durant 1 minut
- Comptar el número d'emissors que reguen junts en cada sector, anotar el número de cada tovera i mesurar la pressió a prop del primer i últim emissor. Buscar les dades de rendiment dels emissors als manuals tècnics.

En el cas de degoters integrats cal estimar els metres lineals de canonada, la separació dels

degoters, el funcionament autocompensant o no, la pressió de treball real, i el cabal dels degoters. (Per ex.: un anell de 2,0 metres al voltant d'un arbre, amb degoters a 0,30 m, suposa 7 degoters; si són de 3,5 l/h autocompensants i autonetejables, consumiran un cabal de 24,5 l/h si la pressió de reg mesurada a l'anell està compresa entre 1 i 3,5 atm.)

4.4. Manteniment general de les instal·lacions de reg

A continuació s'ofereix un recull de les tasques més importants que cal realitzar per mantenir la instal·lació de reg en perfecte estat. Per a completar la informació cal consultar el procediment de formació interna de PiJIMB, PFI/04.00 "Metodologia de treball per al manteniment d'instal·lacions de reg".

Les instal·lacions de reg amb aigua freàtica hauran de seguir les tasques de control referides en el document IMA/10.01 Control legi- nel·la en xarxes de reg.

4.4.1. Feines periòdiques

Es realitzaran les següents tasques de manteniment amb la freqüència necessària per cada cas:

- Mantenir netes les arquetes
- Supervisar el bon estat de les connexions elèctriques i la valvuleria
- Mantenir nets els armaris dels programadors
- Regular o comprovar els reductors de pressió en zones on la pressió màxima és excessiva, (si la pressió màxima pot superar la pressió nominal de la canonada i no hi ha regulador cal instal·lar-ne)
- Periòdicament, fer cicles de reg manual de poca durada i revisar el funcionament de cada sector

- És molt important un bon purgat de les canonades durant la instal·lació i després d'una reparació



- Si hi ha risc de glaçada buidar la instal·lació deixant obertes les vàlvules d'esfera, filtres, grups de pressió, etc.
- Quan s'observi que l'aigua surt nebulitzada s'ajustarà el regulador de cabal de l'electrovàlvula fins que l'emissió d'aigua sigui en "gotes"
- Tractament de desinfecció per a la prevenció i control de legionel·losi en les instal·lacions d'aigua freàtica

4.4.2. Manteniment d'aspersors

Per al bon funcionament dels aspersors, es tindran en compte les següents recomanacions:

- Controlar la pressió de l'aspersor més proper a l'electrovàlvula i la del més allunyat. La variació de pressió entre ells no ha de superar el 20%. Si és superior cal cercar solucions: sistemes autocompensants, reduir cabals, reordenar sectors de reg, substituir canonada, tancar circuits, etc.
- Ajustar la pressió de cada sector amb el regulador de cabdal o instal·lar un regula-

dor. (La pressió recomanada per la majoria d'aspersors comercials és de 3 atmosferes)

- Evitar el drenatge del sector pels aspersors més baixos revisant o posant aspersors amb vàlvula antidrenatge
- Si la pressió és massa baixa reduir la mida de les toveres per tal de baixar el cabal, i així aconseguir una pujada de pressió
- Substituir aspersors defectuosos per aspersors de les mateixes característiques i toveres del mateix cabal
- Disposar de les claus o eines necessàries per graduar correctament els aspersors
- Cal regular l'angle i l'abast dels aspersors periòdicament



4.4.3. Manteniment de difusors i broquets giratoris

Per al bon funcionament dels difusors, es tindran en compte les següents recomanacions:

- Adequar el tipus de tovera a l'amplada del parterre (el número que porten indica l'abast en peus, i un peu equival a uns 30 cm.). Per a mitjanes molt estretes utilitzar toveres de franja lateral
- L'abast màxim d'una tovera no s'ha de retallar més d'un 25% perquè faci un bon vano. (Recordar que per poder retallar l'abast d'una tovera ha de portar el filtre)
- Netejar i/o canviar periòdicament els filtres dels difusors
- Netejar periòdicament les toveres

- Comprovar periòdicament el bon estat de les tapes dels difusors. Si no s'ajusten bé, l'aigua perd pressió i pot causar embassaments
- Cal regular l'angle i l'abast dels difusors periòdicament
- Cal netejar periòdicament els filtres dels aspersors

4.4.4. Manteniment de sistemes de degoteig

Per al bon funcionament d'un sistema de degoteig, es tindran en compte les següents recomanacions:

- Comprovar periòdicament la variació de pressió des del dia de la posada en marxa de la instal·lació (això ens avisarà de possibles fuites o embús dels emissors)
- Netejar filtres periòdicament
- Evitar pressions superiors a 2 atm, ja que distorsionen el funcionament de la instal·lació
- Revisar el funcionament de ventoses o vàlvules anti-sifó i les vàlvules de rentat
- És interessant dur a sobre una bossa de maniguets per reparar possibles talls sobre la marxa. Aprofitar si s'han de fer feines de neteja d'herbes, fer-les amb el reg en marxa perquè es reconguin a l'instant les possibles fuites i es reparin
- Netejar tot el sistema cada sis mesos

4.4.5. Manteniment del sistema de programació

Per al bon funcionament del programador, cada vegada que es faci el canvi de programació es tindran en compte les següents recomanacions:

- Revisar que l'hora sigui la correcta
- Revisar que el programa sigui l'adequat a l'època de l'any

- Revisar que estigui en posició AUTO
- Provar de fer un cicle manual curt de tots els sectors, (per ex. 2 minuts per sector)
- Si no es rep informació de la pantalla verificar que el cablejat estigui correcte. Si no és així, comunicar-ho al servei
- Comprovar el correcte funcionament del sensor de pluja
- Comprovar la tensió d'arribada al solenoide (revisar connexions i empalmes)
- Comprovar si el solenoide s'activa. Si no és així, substituir el solenoide i usar connexions estanques
- Comprovar que el regulador de cabal no estigui tancat
- Anualment revisar les piles del sistema, i canviar-les quan sigui necessari

4.4.6. Manteniment del reg amb mànega

- Cal substituir periòdicament les juntes de la giratòria i les juntes de les connexions de les mànegues

4.5. Normes d'ús

Hi ha un seguit de normes d'ús comunes a tots els sistemes de reg:

- Cal conèixer la ubicació exacta de totes les arquetes, programadors, sondes, dipòsits, comptador i de totes les vàlvules que formen part de la instal·lació
- Cal conèixer, en la mesura que es pugui, les instal·lacions subterrànies que transcorrin paral·leles a les instal·lacions de reg, com per exemple canalitzacions d'aigua, de gas, d'enllumenat públic, semàfors, etc.
- Cal tenir una cura especial en les instal·lacions de reg que es trobin situades sobre el metro, aparcaments, soterranis d'edificis, transformadors d'alta tensió, etc.
- Cal tenir cura de les instal·lacions de reg programat en els dies de pluja. Amb una pluviometria (quantitat de pluja) de 10 l/m² s'anul·larà la programació de reg o es tancarà el comptador.

- En regs programats a hores nocturnes cal realitzar una arrencada dins de l'horari laboral per tal de verificar el bon funcionament de tots els elements de la instal·lació, cada 15 dies
- Cal mantenir tapades les arquetes de reg abans, durant i després de cada reg. Així s'evita el risc d'accidents (algú podria caure-hi) i d'avaries
- Les vàlvules esfèriques, conegudes també com a vàlvules "de bola", sempre s'han d'obrir en tot el seu recorregut per evitar que es perforin
- Cal recordar que per tancar qualsevol vàlvula, la clau gira cap a la dreta, és a dir, en el sentit de les agulles del rellotge; per obrir-la, la clau gira cap a l'esquerra, és a dir, en sentit contrari al de les agulles del rellotge

En les instal·lacions de reg per aspersió i difusió,

- No s'accionarà mai el sistema de reg mitjançant l'obertura manual de l'electrovàlvula. Sempre es farà des de la vàlvula de by-pass
- En tots els casos cal emprar sempre les toveres adequades

En les instal·lacions de reg per degoteig

- Mai no es manipularà la vàlvula reductora de pressió, ja que les canonades suporten una pressió específica i qualsevol canvi pot produir fuites o un mal funcionament del sistema. En aquestes instal·lacions cal tenir present que es troben a una profunditat de 10 cm aproximadament. Per això és molt important, abans d'entrecavar, accionar la xarxa de reg i observar el recorregut de la línia d'humitat. Així s'evitarà fer malbé la xarxa

En el reg amb mànega

- Mai s'ha d'obrir una boca de reg sense la giratòria col·locada. Si és imprescindible

fer-ho, apartarem els ulls de sobre de la boca de reg, ja que el sauló o altres sòlids que poden trobar-hi s'hi poden causar ferides greus en sortir projectats per la pressió de l'aigua

- Al tancar les boques de reg, mai no s'ha de forçar-les
- Cal emprar sempre que sigui possible les claus de "T" i no claus angleses
- No s'ha de deixar la boca de reg destapada mentre es recull la mànega
- Al col·locar la giratòria, s'ha d'estrènyer amb força a la boca de reg
- Mai no es recolliran les mànegues amb aigua al seu interior
- No s'ha d'arrossegat mai per terra les connexions de la mànega

4.6. Com actuar davant avaries

Algunes normes que s'han de tenir en compte quan es produeixen avaries són:

- Quan es tracta d'avaries produïdes per treballs específics al terreny, cal observar la profunditat, la trajectòria, les dimensions i el material de les canalitzacions amb molta atenció. Aquestes dades són útils per procedir a la reparació i a més ajuden a prevenir possibles avaries en el futur
- Si a causa de treballs específics de jardineria se secciona totalment o parcialment una canalització, cal obturar immediatament els dos extrems de la mateixa amb paper, mai amb draps o amb plàstics, ja que aquests dos últims materials poden embussar la canonada
- Quan es realitzen escocells per a la plantació d'arbres o arbusts, tant si es fa amb mitjans manuals com mecànics, cal parar atenció als senyals que podem trobar com cintes plàstiques, maons, o zones formigonades. Aquests senyals adverteixen de la presència de diverses instal·lacions com xarxes elèctriques d'alta o baixa tensió, canonades de gas, canonades d'aigua, cables telefònics, etc.

- Al tancar un comptador sempre es deixarà oberta la boca de reg o el sector de reg que estigui més elevat respecte al comptador. Així, quan es torni a obrir el comptador, la instal·lació es purgarà, deixant sortir l'aire que pogués haver-hi a les canonades. D'aquesta manera s'evita el risc de que a l'estar totes les sortides tancades la instal·lació pateixi un augment excessiu de pressió que la podria fer malbé

4.6.1. Avaries greus

Són aquelles que es produeixen a les xarxes primàries i que comporten una fallida de tot el conjunt de la instal·lació, com ruptures o fuites al comptador, a les boques de reg o a les canonades de la xarxa primària

Normes a seguir:

- Tallar el subministrament d'aigua des de la vàlvula intermèdia corresponent. Si no n'hi ha, es talla des del comptador
- Verificar que els rellotges del comptador no es moguin, per confirmar que s'ha tancat el comptador corresponent
- Buidar la instal·lació obrint la boca de reg o el sector de reg situat en el punt més baix de la mateixa. D'aquesta manera s'evita el risc de fuga i embassament d'aigua, que podria produir un esllavissament del terreny

- Revisar el lloc on s'ha produït l'avaria i confirmar que està controlada
- Si la zona presenta algun tipus de perill, senyalitzar-lo convenientment
- Estendre el comunicat d'avaria corresponent amb totes les dades: situació, profunditat, material, color i diàmetre de la conducció, així com el tipus de paviment
- Informar a la resta de la brigada de la situació, especificant quina vàlvula o comptador està tancat. Així s'evitarà que per manca d'informació un company l'obri i empitjori la situació

4.6.2. Avaries lleus

Són totes aquelles avaries que es produeixen a les xarxes secundàries i que comporten la fallida d'un sector molt localitzat de la instal·lació, com electrovàlvules, aspersors, vàlvules by-pass, canonades de xarxes secundàries, etc.

Normes a seguir:

- Tancar la vàlvula intermèdia o la de by-pass
- Revisar el lloc on s'ha produït l'avaria i confirmar que està controlada
- Estendre el comunicat d'avaria corresponent amb totes les dades: situació, profunditat, material, color i diàmetre de la conducció, així com el tipus de paviment

5.- MESURES DE CONTROL

En la construcció de nous espais verds i en la plantació d'arbrat viari, Parcs i Jardins participa assessorant tècnicament respecte a la selecció d'espècies, les mides de plantació, les instal·lacions de reg... I ho fa des de l'inici del procés, revisant els projectes, fins a la recepció definitiva de l'obra executada. En el cas de les instal·lacions de reg, supervisa els materials, cabals, diàmetres de canonada, càlculs hidràulics, instal·lació de bypass de seguretat als comptadors,...fa el seguiment de la instal·lació segons el Plec de Condicions Tècniques de Reg, i verifica el seu funcionament per a la recepció definitiva.

En el manteniment dels espais verds i per a la gestió del reg, s'aplica el Programa anual de reg d'aquest Manual. D'ençà del 2006 el personal de PJiBIM realitza lectures mensuals dels comptadors, les quals donen una dada de consum real, independentment de les realitzades per la companyia subministradora d'aigua.

S'ha dissenyat un mètode informàtic que contempla la presa de les dades mensuals, i que permet visualitzar qualsevol desviació detectada en els sistemes de reg o altres irregularitats que són trameses al responsable per a la seva esmena.

Els sistemes telegestionats proporcionen dades relatives al reg. Aquestes dades s'avaluen i a partir de les incidències produïdes s'actua d'una manera o una altra. En la gestió del reg telegestionat, es treballa, com a base pels càlculs, amb les dades meteorològiques proporcionades per la xarxa d'estacions pluviomètriques de Clabsa, i el Servei Meteorològic i la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya corresponents al dia anterior i previsió per al dia actual que marcaran les condicions del reg. Quan les condicions ho requereixen (previsió de pluja o pluja) es desactiven els programes de reg i es comunica als interessats (responsables del reg). Les dades meteorològiques, juntament amb les dades derivades de les lectures dels comptadors, són analitzades en conjunt aconseguint així, la dada d'aportació hídrica.

Medi Ambient i Serveis Urbans compta amb diferents mesures de control del consum d'aigua per al reg dels espais verds:

- Assessorament tècnic en la redacció dels projectes
- Control en l'execució de la instal·lació
- Control del consum d'aigua dels espais verds a través de telegestió
- A través de la implantació del Sistema de Gestió Ambiental ISO 14001

REFERÈNCIES

Manual de Reg. *Les instal·lacions de reg dels parcs i jardins públics de Barcelona. Descripció, normes d'ús i manteniment.*

Ajuntament de Barcelona, Parcs i Jardins Institut Municipal. 1994

Plec de condicions tècniques per al disseny i l'execució de les instal·lacions de reg

Parcs i Jardins de Barcelona, Institut Municipal. 2a Revisió: Gener 2002. Última revisió: juny 2011

Técnicas de riego. 4ª edición

José Luis Fuentes Yagüe

Ediciones Mundi Prensa. 2003

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Manual de Riego de Jardinería

Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía. 2006

XAC. Xarxa d'estacions Agrometeorològica de Catalunya

<http://www.ruralcat.net/web/guest/agrometeo.estacions>

Servei meteorològic de Catalunya

www.meteocat.com

Agència catalana de l'aigua (Consulta de dades de l'aigua i el medi)

http://mediambient.gencat.net/aca/ca/xarxes_de_control.jsp

"Nueva web de la Agencia Estatal de Meteorología"

<http://www.aemet.es/es/nuevaweb>

Informació pluviomètrica en temps real

<http://www.clabsa.es/Catala/Meteorologia/Continguts%20privats/Continguts%20privats.htm>

La comunitat virtual agroalimentària i del món rural

www.ruralcat.net

wucols (Water use classification of landscape species)

NTJ: Normes Tecnològiques de Jardineria i paisatge

Normes editades pel Col·legi d'Enginyers Tècnics Agrícoles de Catalunya, posteriorment Fundació de l'Enginyeria Agrícola Catalana i actualment Fundació de la jardineria i el paisatge.