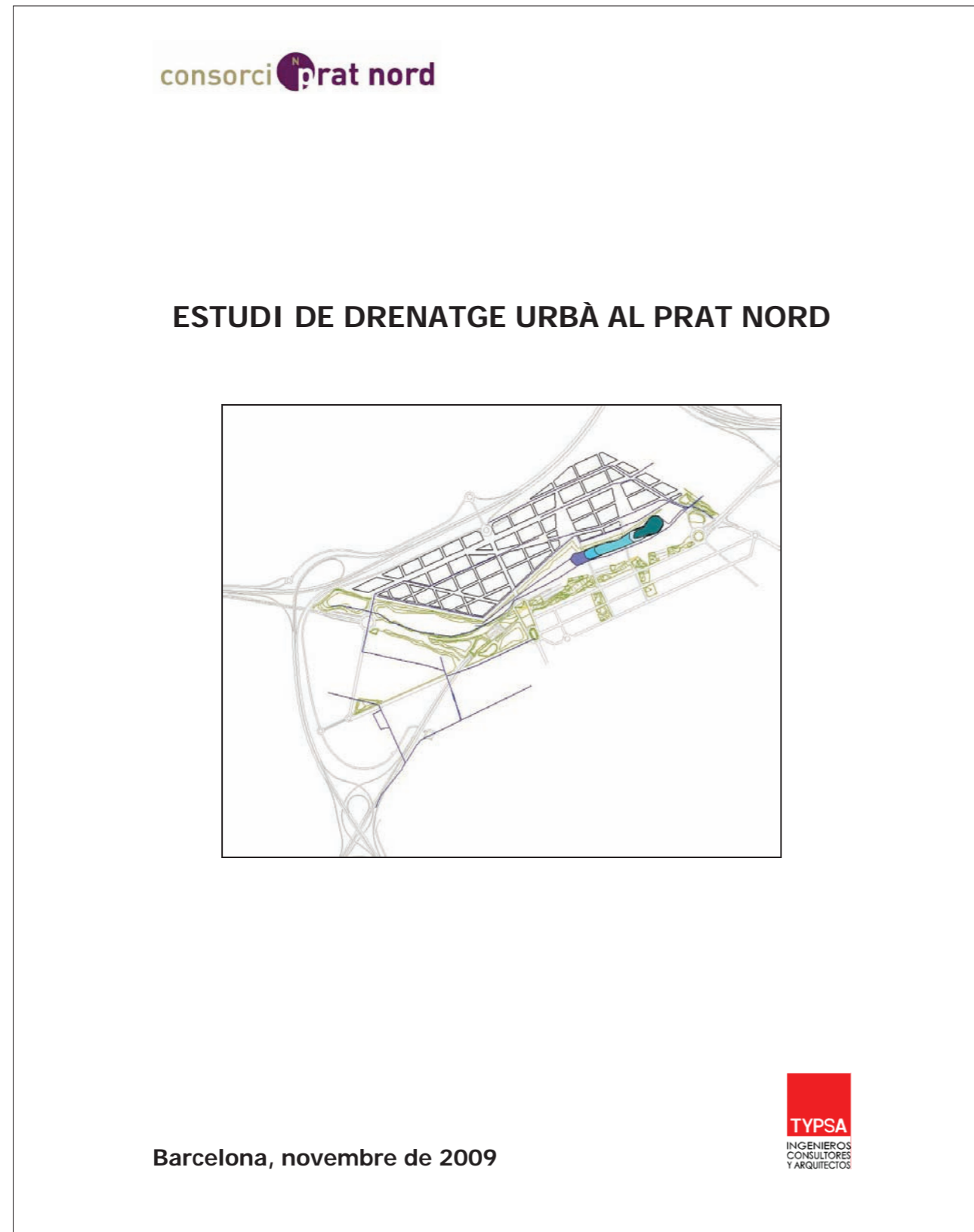


7.1. ESTUDI DE DRENATGE URBÀ AL PRAT NORD.



INDEX

- 1** INTRODUCCIÓ I OBJECTIU
- 2** DADES DE PARTENÇA
- 3** CONDICIONANTS
- 4** CRITERIS ADOPTATS I METODOLOGIA DE CÀCUL
 - 4.1 Pluja màxima en 24 hores
 - 4.2 Mètode racional
 - 4.3 Dimensionament col·lectors
 - 4.4 Dimensionament zones de laminació
- 5** DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE DRENATGE PROPOSAT
 - 5.1 Esquema de Drenatge
 - 5.2 Sistema de drenatge zona A
 - 5.3 Sistema de drenatge zona B
 - 5.3.1 Escenaris de càlcul
 - 5.3.2 Funcionament comporta de control anti-inundació.
- 6** CONCLUSIONS I RECOMANACIONS
- 7** EQUIP REDACTOR

APÈNDIX 1: MÈTODE RACIONAL

APÈNDIX 2: CÀLCULS HIDRÀULICS

APÈNDIX 3: PLÀNOLS

APÈNDIX 4: DADES D'AFORAMENT

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIU

Una vegada resolt el concurs d'idees per a l'ordenació urbanística de l'àmbit del Centre Direccional al Prat de Llobregat, on la proposta guanyadora és la presentada sota el lema Central Parc, es presenta la necessitat de establir unes directrius de drenatge compatibles amb la proposta i que hauran de ser incorporades a la redacció del projecte urbanístic.

Davant la necessitat de definir el sistema de drenatge compatible amb la futura ordenació urbanística al Prat Nord, el Consorci Prat Nord encarrega a TYPSA la redacció d'aquest document que té per objecte establir les directrius més importants per a la solució del drenatge de la zona, entre les que destaquen la necessitat de zones de laminació i la topografia necessària per al correcte drenatge de la zona.

La zona està caracteritzada per ser travessada per una sèrie d'infraestructures i serveis, les quals condicionen el drenatge natural de la zona, així com també les avingudes extraordinàries al riu Llobregat, per la qual cosa es plantegen diferents escenaris en funció dels nivells d'avinguda d'aquell.

L'altra característica important –diferent al Pla Parcial- és la creació d'una zona deprimida que és molt determinant per al drenatge de la zona, i la qual serà inundable en diversos escenaris.

2 DADES DE PARTENÇA

Per al desenvolupament del present document s'ha comptat amb la següent informació:

- Com a base principal per a l'elaboració del present estudi ha estat el "*Estudio Básico de Drenaje del sector "Prat Nord"*", elaborat per TYPSA per a l'ajuntament del Prat de Llobregat l'any 2005, on es desenvolupava una xarxa per a la gestió de l'aigua pluvial i plantejava tots els condicionants adherits a les infraestructures planificades a la zona.

1

- Altre informació de partença ha estat : "Informe aixecament topogràfic Pas 3 col·lectors" de l'any 2007 realitzat per l'ajuntament del Prat de Llobregat.
- Planta d'urbanització del Prat Nord i treballs desenvolupats per l'equip d'arquitectes sobre les cotes d'urbanització actualment en fase de redacció, facilitada pel Consorci Prat Nord.
- "Projecte constructiu de l'estació de bombament a la zona del pas inferior de ronda de Llevant sota la C-31 al Prat de Llobregat". Elaborat per TYPSA per a l'ajuntament del Prat de Llobregat, any 2009.
- Informacions pluviomètriques particulars, encara que provenen d'estacions no oficials el seu grau de fiabilitat és alt.
- Dades d'hidrogrames de l'estació d'aforament de Sant Joan Despí, facilitats per l'Agència Catalana de l'Aigua .

3 CONDICIONANTS

La principal diferència de l'esquema de drenatge, amb respecte a l'estudi bàsic del 2005, radica en que existeix una zona deprimida amb cota 3,5 en la part més baixa, i que donada la seva situació, serà inundable en diversos escenaris.

Aquesta diferència provoca que, el que abans era una conca global que vessava cap al sud mitjançant un col·lector a la Ronda Ponent, ara gairebé la meitat de la zona vessi cap al riu Llobregat.

De l'anterior es desprèn que sigui necessari dividir el sistema de drenatge en dos, en funció del medi receptor. Per una banda està el sistema de les conques que desguassen cap al col·lector de Ronda Ponent (Zona A), i per l'altre, el sistema que desguassa cap al riu Llobregat (Zona B).

2

Les cotes de sortida dels col·lectors de les conques que desguassen cap al riu Llobregat, estan condicionades pels serveis existents als marge dret del riu Llobregat i que són : Interceptor de EMSSA, col·lectors de Salmorres i conducció ATLL.

La resta, estan condicionades per les cotes dels calaixos executats per l'ADIF i per la cota del col·lector de Ronda Ponent respectivament.

Mitjançant l'aixecament topogràfic, realitzat per l'ajuntament del Prat de Llobregat, del "Pas 3" elaborat per l'ADIF i que consisteix en una secció de 4 calaixos de 2,0x1,30 m2 d'acord al citat "Estudio Básico de Drenaje del Sector Prat Nord", s'han actualitzat les cotes de solera de calaix (la cota d'execució ha estat 0,09 m per sobre de la proposada) per obtenir la cota de connexió a la qual connectarà l'eix drenant principal de la conca central del Prat Nord.

Un altre canvi important amb referència a l'estudi del 2005, és que existeix la possibilitat de que la Pluvial 5 canviï de direcció cap al Remolar i no cap a la Bunyola.

4 CRITERIS ADOPTATS I METODOLOGIA DE CÀCUL

La zona estudiada ha estat separada per conques amb la següent nomenclatura:

Conca est
 Conca central
 Conca oest
 Conca perimetral nord
 Conca perimetral sud
 Conca perimetral parc
 Conca parc

3

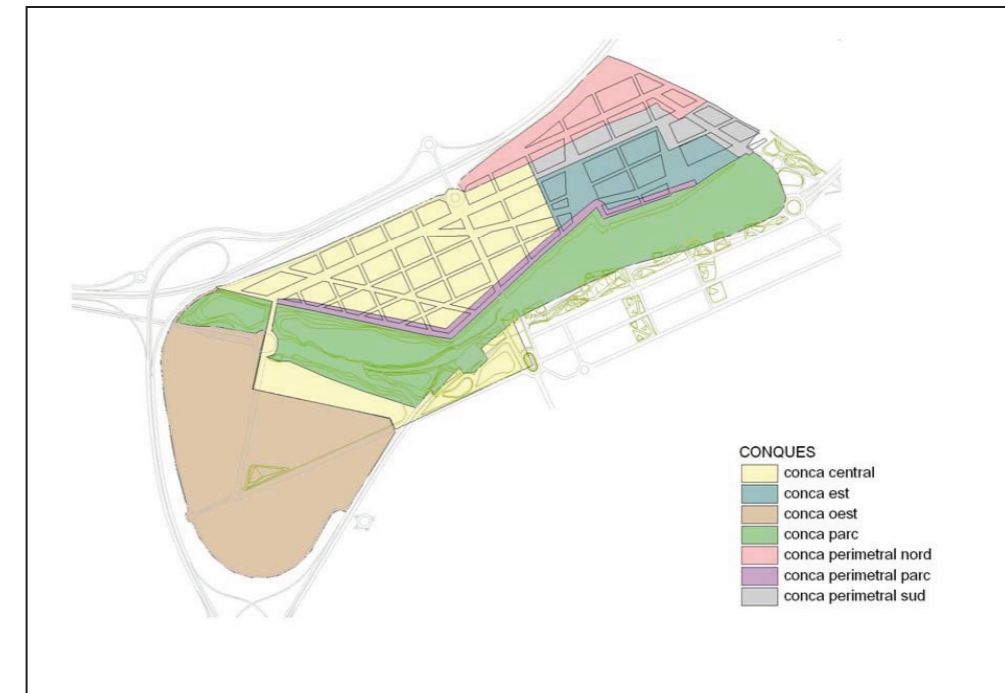


Figura 1. Conques estudiades

Per a cada conca estudiada s'ha aplicat la metodologia que s'explica a continuació.

4.1 Pluja màxima en 24 hores

L'estudi de l'any 2005, considerava la pluja de període retorn de 10 anys i de 3 hores de duració. Tanmateix, en aquest estudi s'ha valorat la utilització de la pluja de duració 24 hores – per a la qual el cabal no canvia encara que si el volum, el qual augmenta– ja que, com es veurà més endavant, bona part de la zona d'estudi vessa cap al riu Llobregat i no a la Bunyola com es proposava anteriorment.

També, aquest criteri es considera correcte ja que la nova urbanització, a diferència del Pla Parcial del qual partia l'estudi bàsic del 2005, presenta una nova característica que condiona

4

completament el drenatge i que és el parc central, zona deprimida que serà inundable i zona de laminació previ abocament al riu Llobregat. Per tant, és important determinar el funcionament del sistema per a un episodi de pluja de duració major.

Així també, és possible que l'ajuntament del Prat de Llobregat restringeixi el cabal de sortida del sector que aboca cap al col·lector de Ronda Ponent atenent a l'estudi de l'Agència Catalana de l'Aigua amb data desembre de 2008, i que es titula "Estudi d'impacte acumulat i d'avaluació d'alternatives sobre la xarxa de drenatge i les zones humides generats per l'execució de les infraestructures del Delta del Llobregat" per a això seria necessari també augmentar el volum del dipòsit de retenció de la "conca oest", la necessitat del qual ja detectava l'estudi bàsic del 2005.

Per tant, l'estudi pluviomètric s'ha realitzat a partir de la publicació "*Máximas lluviás diarias en la España Peninsular*", publicat en 1999 per la *Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento*.

Mitjançant l'aplicació MAXPUWIN, s'han determinat les precipitacions màximes en 24 hores per als següents períodes de retorn:

T (anys)	Pmàx 24 h (mm)
100	218
50	190
25	163
10	129
2	73

Taula 1. Precipitacions màximes 24 h per a cada període de retorn

4.2 Mètode racional

Donat la finalitat de l'estudi i per poder determinar el cabal punta de les conques analitzades s'ha realitzat el mètode racional. Amb aquest cabal punta s'ha trobat la secció hidràulica necessària per als eixos drenants principals de cada conca.

El mètode racional permet determinar el cabal màxim que s'obté al punt de sortida o de desguàs d'una conca com a conseqüència d'una pluja determinada.

Així doncs, la seva expressió és la següent:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

On,

C= coeficient mig d'escorrentiu de la conca o superfície drenada

A= àrea de la conca drenant, (km²)

I= Intensitat mitja de precipitació corresponent al període de retorn considerat i a un interval igual de temps de concentració, (mm/h)

K= coeficient que depèn de les unitats en que s'expressen Q i A, i que és un coeficient de majoració del cabal punta i que depèn del temps de concentració.

L'expressió del temps de concentració de les conques utilitzada és la proposta per Témez per a conques urbanes amb un grau d'urbanització superior al 4%:

$$T_c = \frac{1}{1 + 3 \cdot \sqrt{\mu \cdot (2 - \mu)}} \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76}$$

On,

T_c = temps de concentració expressat en h

L = longitud del curs principal expressada en km

j= pendent mitjà del curs principal expressant en tant per u, m/m

μ = grau d'urbanització de la conca expressat en tant per u, km^2/km^2 .

El resultat de cabals puntes obtinguts per a cada conca es presenten en la següent taula i on la justificació s'annexa a l'apèndix 1 :

CONCA	A (km^2)	K	T= 2 anys			T= 10 anys		
			C	I (mm/h)	Q_p (m^3/seg)	C	I (mm/h)	Q_p (m^3/seg)
Central	0.377	1.028	-	-	-	0.776	91.064	7.60
Oest			-	-	-			
Perimetral parc	0.048	1.025	-	-	-	0.849	95.891	1.11
Parc	0.334	1.031	0.428	48.442	1.98	-	-	-
Perimetral nord	0.102	1.014	-	-	-	0.849	124.189	3.027
Perimetral sud	0.066	1.012	-	-	-	0.849	132.820	2.091
Est	0.146	1.008	-	-	-	0.849	157.466	5.462

Taula 2. Cabals punta de les conques estudiades

4.3 Dimensionament col·lectors

Els col·lectors han estat dimensionats per a un esdeveniment de pluja de període de retorn de 10 anys i duració 24 hores. A excepció del col·lector del Parc, que ha estat dimensionat per a una pluja de període de retorn de 2 anys, ja que no es considera una zona urbana a protegir igual que la ciutat. Encara que el mateix parc és considerat com a medi receptor d'aigua, l'objectiu del seu drenatge és que per a petites pluges no sigui inundat.

La formulació emprada per al càlcul de les seccions hidràuliques necessàries ha estat l'equació de Manning amb l'ajuda del programa FLOWMASTER.

El resultat obtingut per a cada tram de col·lector segons la conca vessant es presenten en la següent taula i on la justificació de la qual s'annexa a l'apèndix 2:

CONCA	Geometria	Secció	Material	Pendent mig
Central	calaix	3,00 x 1,50 m^2	formigó	0,001 m/m
Oest	calaix	2,60 x 1,40 m^2	formigó	0,001 m/m
Perimetral parc	circular	1030 mm	plàstic	0,001 m/m
Parc	circular	1500 mm	plàstic	0,001 m/m
Perimetral nord	circular	1500 mm	plàstic	0,0024 m/m
Perimetral sud	circular	1500 mm	plàstic	0,002 m/m
Est	circular	1501 mm	plàstic	0,0035 m/m

Taula 3. característiques geomètriques dels col·lectors proposats

4.4 Dimensionament zones de laminació

Per al dimensionament d'elements de laminació s'ha seguit una de les recomanacions del CEDEX que es troba a la "Guia Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano". La metodologia utilitzada consisteix en un càlcul gràfic que s'anomena Mètode dels Volums. Aquest mètode és molt útil quan no es coneix l'hidrograma d'entrada al dipòsit i és un mètode gràfic que permet dimensionar fàcilment els volums de los dipòsits de retenció a partir les corbes IDF sense necessitar un model matemàtic. Les hipòtesis de partida són: sortida d'aigua constant del dipòsit, i transferència instantània de la pluja caiguda al dipòsit (és a dir, que los fenòmens de pèrdues són negligibles). Es podria dir que aquest mètode considera la distribució real de les pluges ja que un episodi de pluja no finalitza fins al final de buidat del dipòsit.

En el següent gràfic es pot veure la superposició de la corba altura-duració, per a una freqüència donada, i de la corba d'evacuació.

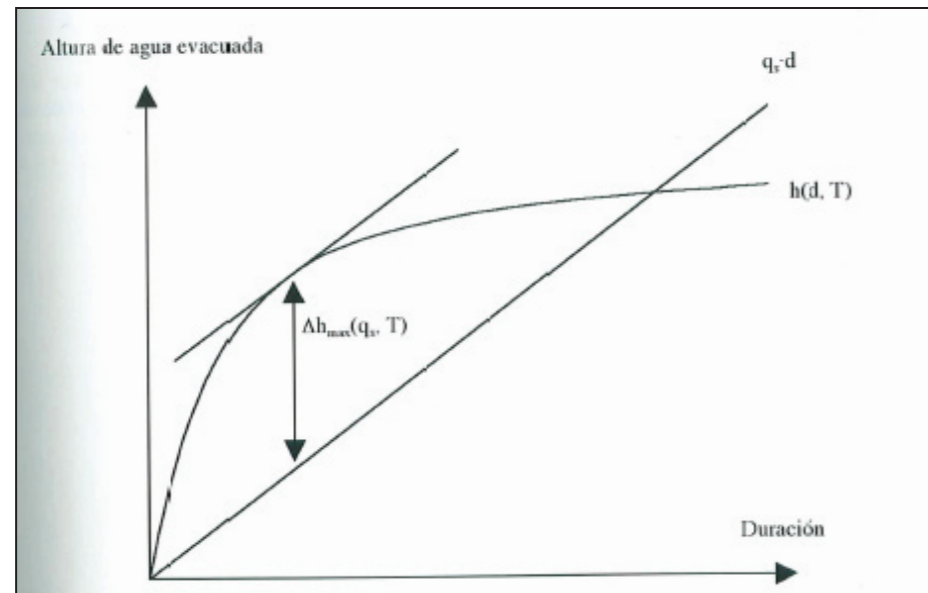


Figura 2. Corba altura-duració

Així, el volum a emmagatzemar ve determinat per la expressió:

$$V = 10 \cdot \Delta h_{\max}(q_s, T) \cdot S_{ia}$$

On,

V= volum d'emmagatzematge, en m³/s

Δh_{\max} = altura acumulada màxima, en mm

S_{ia} = superfície impermeable, en hectàrees

5 DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE DRENATGE PROPOSAT

5.1 Esquema de Drenatge

Seguint les línies de les cotes d'urbanització, actualment desenvolupades pels arquitectes encarregats, s'ha dividit el sistema de drenatge del Prat Nord en dos. La zona A, les conques d'aquesta zona aboquen cap al col·lector de Ronda Ponent i sumen una superfície total de 78 H aproximadament. La zona B, comprèn una àrea total de 65 H aproximadament i desemboca cap al riu Llobregat.

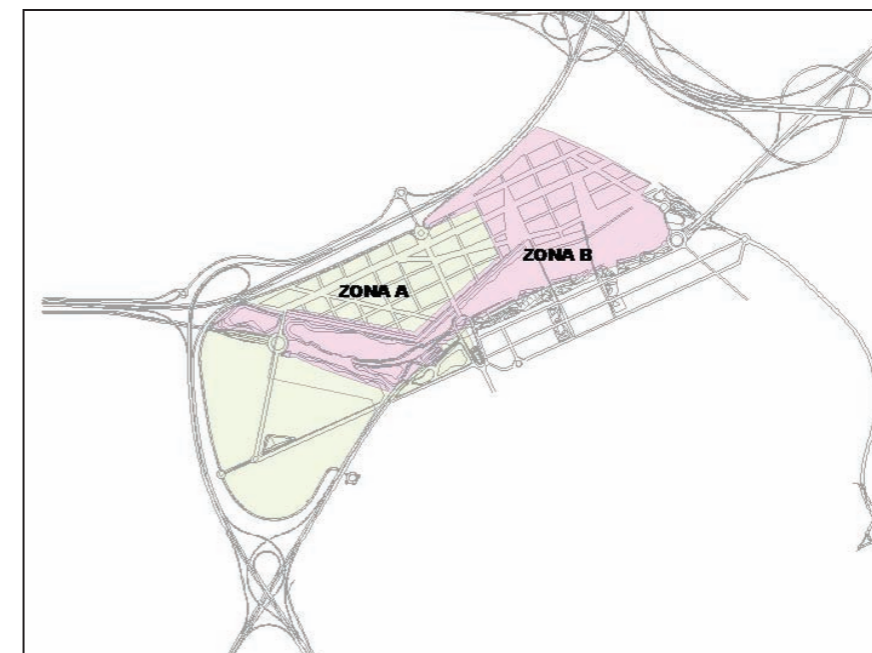


Figura 3. Zones de drenatge

Els perfils de l'apèndix 3 mostren els col·lectors de cada zona proposats amb les cotes d'urbanització futures.

5.2 Sistema de drenatge zona A

La zona de drenatge A, comprèn les següents conques:

Conca oest (39,9 H)

Conca central (37,7 H)

Les cotes del col·lector de la conca central depenen de les cotes d'execució dels 4 calaixos del PAS 3, proposat a l'estudi bàsic del 2005 i ja executat per l'ADIF.

Per altra banda, la conca oest, com ja va ser analitzat a l'estudi bàsic del 2005, necessitarà un dipòsit de retenció. El volum és molt sensible a la duració de la pluja utilitzada, d'aquesta manera en aquell estudi amb una pluja de 3 hores de duració el volum era de 10.000 m³, mentre que amb la utilització de la pluja de 24 hores el volum és de aproximadament 24.000 m³. A més que, amb el canvi d'urbanització, els volums de la zona A augmenten amb respecte als del 2005.

Per tant, és convenient considerar aquest volum com a definitiu ja que també existeix la probabilitat que l'ajuntament del Prat de Llobregat restringeixi el cabal d'aportació al col·lector de Ronda Ponent segons l'"Estudi d'impacte acumulat i d'avaluació d'alternatives sobre la xarxa de drenatge i les zones humides generats per l'execució de les infraestructures del Delta del Llobregat".

5.3 Sistema de drenatge zona B

El drenatge de la zona B consisteix en el drenatge de las conques :

Conca perimetral Nord (10,2 H)

Conca perimetral Sud (6,6 H)

Conca est (10,3 H)

Conca perimetral parc (4,8 H)

Conca parc (33,4 H)

Els col·lectors que desguassen tota la zona cap al riu Llobregat són 4 col·lectors de 1.500 mm de diàmetre, i que corresponen cadascun a la "conca perimetral nord", "conca perimetral sud", a la "conca est" que recull al col·lector de la "conca perimetral parc" i la "conca parc".

Els 4 col·lectors de sortida estan localitzats en dues zones diferents. La primera, correspon a la sortida únicament del col·lector de la conca perimetral nord. Aquesta sortida ha estat separat de la resta, buscant una cota alta de sortida condicionada per la cota de la mota del riu. Degut a que aquesta part de la urbanització és la més alta, s'ha aprofitat per captar la major àrea possible i sortir així cap al riu amb una cota que sigui afectat el menys possible per nivells freqüents al riu Llobregat. En aquesta sortida es col·locarà una clapeta antiretorn que tindrà la doble funció de prevenir l'entrada d'elements flotants a la xarxa i evitar que avingudes al riu superiors al període de retorn de 25 anys –nivells superiors a la 6,03 m– afectin el desguàs de la xarxa.

Els altres tres col·lectors estan concentrats més al sud. Per a l'abocament al riu Llobregat d'aquests 3 col·lectors, es necessita l'accionament de tres comportes de control en funció dels nivells al riu. Cadascuna funcionarà per a diferents períodes de retorn aprofitant els diferents nivells amb que arriben els 3 eixos principals. Per la qual cosa es distingeixen les tres comportes com a :

- Comporta 1. S'acciona per a nivells al riu superior a 1,50 m, Q=150 m³/s.
- Comporta 2. S'acciona per a avingudes al riu superiors a T=2 anys, Q=329 m³/s.
- Comporta 3. S'acciona per a vingudes al riu superiors a T=10 anys, Q= 1025 m³/s.

Les comportes 1,2 i 3, controlen el funcionament dels eixos drenants del parc, de la conca est i conca perimetral parc, i de la conca perimetral sud respectivament. La següent taula resumeix tot l'anterior:

CONCA	COTA (m)	COMPORTA	NIVELLS AL RIU (m)
PARC	1,60	1	1,45
EST I PERIMETRAL PARC	2,68	2	2,35
PERIMETRAL SUD	4,70	3	4,68

Taula 4. Funcionament comportes

Posterior a les comportes existeix una caiguda per assolir la cota de sortida al riu, cota que depèn dels següents factors. Primerament, de la cota del col·lector interceptor d'EMSSA, el qual passa a la cota +3,47 en el punt de creuament amb els col·lectors i de la cota de la conducció d'ATLL que creua a la cota +5,74, i en el cas especial del col·lector del parc, on no es produeix cap caiguda, la cota de sortida també està condicionada per la cota més baixa d'urbanització del parc, la qual es troba al voltant de la +3,80. S'assumeix que a partir d'aquí existeix una zona deprimida a la que ja no s'anomena parc sinó bassa o zona d'inundació preferent i que és aproximadament un metre més profunda que el seu entorn.

Resumint l'anterior es presenta el següent croquis:

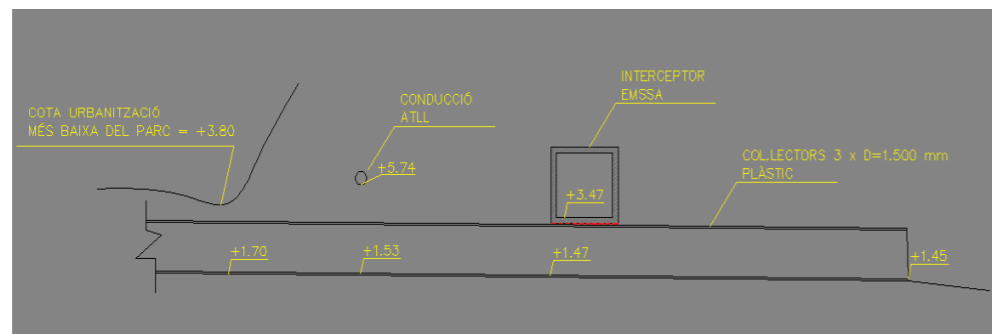


Figura 4. Perfil Tram de sortida sud dels tres col·lectors posterior a les comportes

El parc considerat com a medi receptor, rebre les aigües del col·lector de la zona B en funció dels possibles escenaris plantejats, que es descriuen més endavant. Des del punt de vista hidràulic el parc funcionarà com a una bassa de laminació amb dues zones diferenciades. Així quan no sigui possible el desguàs immediat al riu el parc tindrà uns punts baixos de tal manera que per a esdeveniments de pluja baixos l'aigua es concentri en aquests punts sense inundar tota l'extensió del parc. Aquesta concentració estarà dividida en dos punts, un a la zona més baixa i més pròxima al marge del riu i que serà a la cota +2,5 (1,30 m més baixa que la cota més baixa d'urbanització del parc) i l'altre, de cota +4,5 i que estarà més a l'oest tal i com es pot veure a l'apèndix 3. La capacitat de cada zona serà d'un volum de 11.300 m³ i 1.000 m³ respectivament.

Així mateix, el parc haurà de tenir un pendent mínim per garantir la circulació de l'aigua. S'ha proposat un pendent del 0,002 m/m. Al perfil del col·lector del parc annexat a l'apèndix 3 es mostren les cotes de parc proposades.

El col·lector de la conca "perimetral parc" tindrà sortides cap al parc cada 130 m aproximadament amb un tractament previ d'anti-contaminació d'olis i hidrocarburs per evitar un deteriori de la imatge del parc per a episodis curts. Aquests punts d'abocament estaran connectats al parc mitjançant cunetes conductores o baixants cap al punts baixos del parc, i consisteixen principalment en una cambra per decantar i una altre de separació.

D'acord a la normativa francesa P 16440, els volums aproximats de tractament són els següents:

$$Q_{1 \text{ mes}} \approx 12\% Q_{10} = Q_{\text{tractat}}$$

$$\text{Volum decantador} = 200 \times Q_{\text{tractat}}$$

$$\text{Volum separador} = 90\% \text{ Volum decantador}$$

Per a certes situacions específiques –veure escenari 7– el col·lector de la "conca est" vessarà cap al col·lector de la "conca perimetral parc" mitjançant connexions més altes que la cota de solera.

A part de l'abocament al riu, el sistema de la zona B, tindrà una petita aportació a l'estació de bombament del pas inferior de ronda de Llevant sota la C-31, fins a 200 l/s, que es produirà com a mesura de seguretat quan la comporta 1 del riu estigui tancada.

Atès als resultats obtinguts en un primer càlcul donaven uns volums alts i massa freqüents acumulats al parc, es va considerar necessària la construcció d'una estació de bombeig que actui conjuntament amb els episodis de pluja al Prat quan es donin les circumstàncies de comporta tancada. La capacitat del bombament serà de 900 l/s i estarà col·locada a la zona baixa del parc a la cota +2,50 (com a mínim).

5.3.1 Escenaris de càlcul

Per determinar el funcionament del sistema a la zona B s'han elaborat set escenaris principals que combinen el període de retorn de la pluja sobre la zona urbana i diferents avingudes al riu Llobregat. Los nivells del riu per als diferents períodes de retorn s'han pres del projecte d'endegament de l'ADIF, el quals són els següents:

CEDEX AVE		
Tr (anys)	Q (m ³ /s)	Nivell (m)
¿?	206.52	1.82
2	329	2.35
5	685	3.58
10	1025	4.68
25	1600	6.03
50	2151	
100	2823	7.64
200	3639	
300	4000	8.91
500	4981	9.93
1000	6234	

Taula 5. Dades projecte endegament AVE

La nomenclatura utilitzada per a descriure els escenaris consisteix en, col·locar primerament el període de retorn de la pluja sobre la zona urbana següidament de la situació de la comporta al riu o del període de retorn al riu –CO: comporta oberta; CT: comporta tancada. Dins l'opció de posar el període de retorn al riu té implícit quin comporta es tanca, és a dir, quan el cabal al riu és igual a 150 m³/s significa que la comporta 1 està tancada; quan el període de retorn al riu és igual a T=2 anys significa que la comporta 2 està tancada. Quan la comporta 3 estigui tancada significa que totes les comportes estan tancades i ocorre quan el període de retorn al riu és igual o superior a T=10 anys, la nomenclatura en aquests casos es deixa com a CT. D'aquesta manera es presenten els següents:

Per començar, es presenta l'escenari 1 : T2 – CO, que significa que sobre el Prat Nord es produeix un esdeveniment de pluja de període de retorn de 2 anys i comportes obertes produint un desguàs lliure, es a dir, amb un nivell màxim al riu de +1,45 aproximadament –que correspon a un període de retorn menor de 2 anys –taula 5. És importat aclarir que, aquest nivell pot oscil·lar fins al nivell crític, pel qual aquest el funcionament no es veurà afectat

sempre que no sigui superat. En qualsevol cas, el nivell seria sempre el corresponent a un període de retorn baix, per tant, i a mena de simplificació es considera el límit per tenir oberta la comporta 1, primera comporta a tancar-se, igual a +1,45 m.

En aquest escenari no hi ha aigua al parc, el col·lector del parc és hidràulicament capaç de captar tota l'aigua ja que està dimensionat per aquest esdeveniment de pluja.

En segon lloc està l'escenari 2: T10 – CO, en aquest escenari les comportes del riu continuen obertes degut a que el nivell al riu es manté igual al cas de l'escenari anterior. Els col·lectors a la zona urbana funcionen correctament, tanmateix, comença a sortir aigua pel parc ja que el seu col·lector està dimensionat per a un episodi menor (T=2 anys). L'aigua desbordada és captada per la zona deprimida de la part est del parc i el nivell d'aigua assolit és de 3,00 m, comparant amb la cota de +2,50, significa que la bassa tindrà un calat de 0,50 m. En termes de volum, es detecta que la quantitat d'aigua retinguda és igual a 3.479 m³. El volum assolit a l'altre bassa més a l'oest, és igual a 1.000 m³.

Per als següents escenaris en els que es doni el cas que qualsevol comporta es tanqui, els resultats obtinguts depenen de l'activació simultània de l'estació de bombeig. Així mateix, serà necessari de comptar amb sobreexidors en cada eix drenant cap a la zona deprimida del parc.

En tercer lloc es troba l'escenari 3: T2-CT. Representa el fet que totes les comportes estan tancades i sobre el Prat Nord cau una pluja de període de retorn de 2 anys. Malgrat és un esdeveniment de pluja per al qual tots els col·lectors funcionen correctament, el fet que estigui tancada la comporta produeix nivells d'aigua fora del sistema de drenatge. A l'igual que el cas anterior, l'aigua assoleix acumular-se a la bassa de la zona deprimida del parc. El volum retingut és igual a 9.719 m³.

Seguidament es considera l'escenari 4 : T5-CT. A l'igual que l'anterior totes les comportes estan tancades per que al riu s'està produint una avinguda igual o superior al període de retorn de 10 anys. En aquest cas el parc ja comença a inundar-se més enllà de la zona deprimida. S'inunda una extensió de 400 m de parc aproximadament incloent la zona deprimida. El calat

màxim per sobre la cota 3,81 (cota alta de la bassa) és de 40 cm aproximadament. En termes de volum correspon a un volum total màxim de 17.701 m³.

Escenari 5: T10-Q150. Per aquest escenari es necessari tancar la comporta 1, la qual protegeix el sistema per a nivells al riu superiors a 1,45 m o el que és el mateix, per a cabals iguals o superiors a 150 m³/s. En aquesta situació únicament romandrà tancada la comporta 1 mentre que les altres dues estaran obertes. El volum assolit al parc és igual a 11.794 m³.

Quan es tanca també la comporta 2 és quan es produeix l'escenari 6: T10-T2. Els nivells al riu superiors a 2,35 provoquen que també la comporta 2 es tanqui, mentre que la comporta 3 roman oberta. El volum assolit al parc és igual a 20.248 m³.

Per últim s'ha considerat l'escenari 7: T10 – CT. Aquesta situació representa que la comporta 3 es tanca, per tant totes les comportes estan tancades. La comporta es tancarà per a nivells superiors a 4,68 m. Per aquesta situació el parc tindrà un calat de 0,65 m per sobre la cota 3,81 i el col·lector de la "conca est" necessitarà vessar cap al col·lector de la conca "perimetral parc" –el qual té sobreexidors cap al parc- per a que no hi hagi desbordaments al carrer. El volum que representa aquest escenari correspon a 24.252 m³ al parc.

En la següent taula es resum el volum acumulat per a cada escenari considerat:

ESCENARI	NIVEL PARC	LONG PARC	CALADO (m) RESPECTO A LA COTA 2,5	CALADO (m) RESPECTO A LA COTA 3,81	VOLUM TOTAL MÀX. PARC (m ³)
T10-CO	3.01	175	0.51	-	3479
T2-CT	3.65	175	1.15	-	9719
T5-CT	4.21	397	1.71	0.40	17701
T10-Q150	3.86	200	1.36	0.05	11794
T10-T2	4.32	456	1.82	0.51	20248
T10-CT	4.46	536	1.96	0.65	24252

Taula 6. Volums i longituds assolides al parc per a cada escenari de càlcul

D'aquests escenaris es desprèn la necessitat de estudiar les freqüències i volums generats per esdeveniments on coincideixen la situació de CT i pluja en el Prat. El treball realitzat es presenta en el següent apartat.

5.3.2 Funcionament comporta de control anti-inundació.

Com ja s'ha mencionant anteriorment, el correcte funcionament de la xarxa de drenatge urbà de la zona B depèn principalment de la situació hidràulica al riu, la seva condició de contorn. Per aquesta raó és necessària la utilització d'una comporta que no permeti que entri aigua des del riu quan aquest estigui alt.

És convenient que el funcionament sigui telecontrolat per a una gestió més segura, ja que els diferents nivells al riu afecten el funcionament hidràulic de la xarxa –això sense considerar possibles obstruccions a les comportes.

Analitzant el funcionament de la comporta 1, afectada pel nivell de 1,45 i d'activació més freqüent, no es coneix a quin període de retorn equival aquest nivell, tanmateix, es sap –veure taula 5– que correspon a un període de retorn menor a 2 anys.

Dades de l'estació d'aforament de Sant Joan Despí, aigua amunt de la zona d'estudi, presenten les següents dades:

198 - SANT JOAN DESPÍ											
	ACTUAL		INUNCAT		PEF		SECCIÓ		PROPOSTA		
	Q (m ³ /s)	Nivell (cm)	Q (m ³ /s)	Nivell (cm)	Q (m ³ /s)	Nivell (cm)	Q (m ³ /s)	Nivell (cm)	Q (m ³ /s)	Nivell (cm)	Nivell (cm)
Perill	470,0	220	2027,3	>>400	2251,0	>>400	>1250	600			
Alerta	177,0	120	550,4	242	1278,0	413	-	-			
Supervivència	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov
	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	5,59	5,59	4,30	3,44	3,44
	16	16	16	16	16	16	18	18	16	15	15

*Valors molt elevats de cabal i nivell que surten fora del rang de la corba (Nmax = 400cm / Qmax = 1250m³/s)

Figura 5. Llindars d'alarmes a la estació d'aforament a Sant Joan Despí

S'observa, que es considera un cabal de 177 m³/s com a cabal d'alerta, d'acord al procediment de selecció dels llindars d'alarmes a les estacions dels rius de les conques internes de Catalunya. Amb aquestes dades es pot inferir que, si para un cabal de 206,52 m³/s es produeix un nivell de 1,82 –taula 5- per a un cabal detectat com d'alerta el nivell estarà a prop de la cota +1,45.

De la mateixa estació s'ha obtingut un registre de cabals diaris cada hora al riu Llobregat del període 2002-2008. S'han extret les dades de cabal majors a 150 m³/s –assumint que un cabal entre 150-175 m³/s pot produir un nivell de 1,45 – i s'observa que en un període de 7 anys aquest cabal ha estat superat 19 vegades, el qual permet deduir que, la probabilitat d'ocurrència és de 2-3 vegades a l'any –període de retorn de 4-6 mesos aproximadament. Per tant, és segur que la comporta 1 hagi de ser tancada al menys 2 vegades per any.

Conegut aquest fet, la pregunta és, quan temps serà necessari tenir tancada la comporta per aquesta freqüència de cabals? Dels hidrogrames obtinguts durant aquest període, s'obté que a l'any 2003 va produir-se la major durada d'avinguda igual a 26 hores aproximadament (figura 6). Altres durades d'importància, en diferents anys, han estat entre 12-16 hores. A l'apèndix 4 s'observen els hidrogrames dels 19 casos per als quals la duració mitjana de l'avinguda superior a 150 m³/s ha estat al voltant de 7,5 hores. En resum, la comporta 1 es tancarà com a mínim 2 vegades a l'any amb una permanència mitja de 7,5 hores.

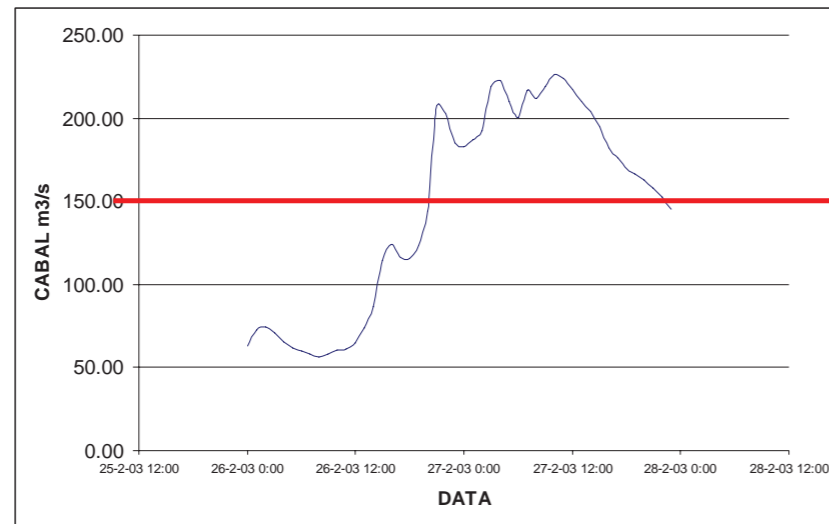


Figura 6. Dades de cabals superiors a 150 m³/s a l'E.A. a Sant Joan Despí entre els dies 26-febrer-03 21 hores i 27-febrer-03 22 hores

No obstant això, les situacions al riu poden variar segons el període de retorn de l'avinguda. Del període estudiat (2002-2008) s'observa que en cap any es va produir l'avinguda de període de retorn de 10 anys – 1025 m³/s; ni l'avinguda de període de retorn de 5 anys – 685 m³/s. Tanmateix, l'avinguda de T= 2 anys – 329 m³/s, es va produir 3 vegades –veure apèndix 4, coherent amb el fet de la seva probabilitat d'ocurrència (una vegada cada dos anys).

any registrat	episodis	data
2002	1	9/10/2002
2003	-	
2004	-	
2005	1	7/8-09-2005
2006	1	13/09/2006
2007	-	
2008	-	

Taula 7. Avingudes al riu Llobregat registrades a l'E.A. de Sant Joan Despí, que van superar l'avinguda de T=2 anys.

Per tant, és interessant també saber quin durada pot produir-se per aquestos cabals. Altres dades històriques per exemple, mostren que per a cabals superiors als 1.000 m³/s, la duració

de les avingudes superen les 24 hores. Per exemple, les avingudes dels anys 1971 i 1982, van durar 72 hores amb cabals de 3.080 m³/s i 1600 m³/s respectivament.

Es pot observar també a l'hidrograma de l'any 2000 obtingut de l'E.A. de Sant Joan Despí, on l'avinguda de 1.000 m³/s no va baixar dels 150 m³/s fins després de les 24 hores.

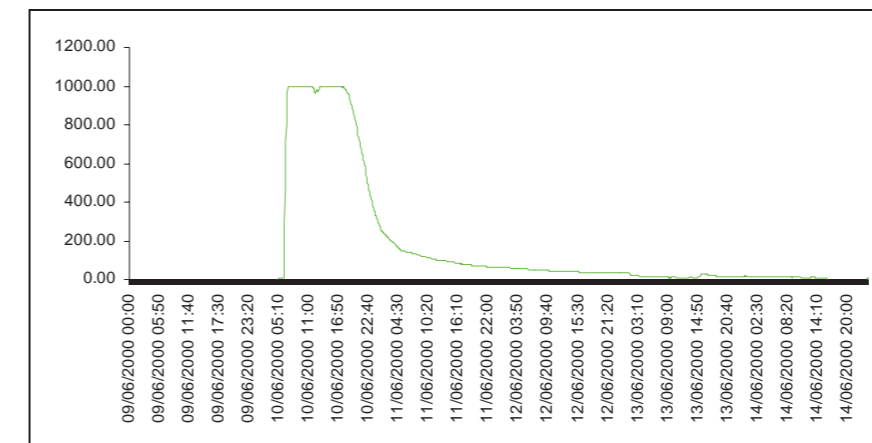


Figura 7. Cabals al riu Llobregat de l'E.A. Sant Joan Despí

Observat tot l'anterior, és probable que una vegada cada 10 anys (T=10 anys) sigui necessari mantenir tancades totes les comporta como a mínim 72 hores.

Per tant, en vista d'aquesta situació es considera de suma importància analitzar la coincidència de tancament de comportes i episodis de pluja sobre el Prat Nord durant un any.

Per a aquest anàlisi, ha estat necessari fer el següent estudi pluviomètric. De la xarxa de estacions pluviomètriques particulars assenyalades a la pàgina web www.darrera.com, s'han extret les dades de pluja màxima en 24 hores de les estacions de Gavà i Barcelona (Reial Club Nàutic de Barcelona) , considerant com a representatives per a pluges al Prat Nord, de les dates –en color blau– que coincideixen amb avingudes al riu que provoquen el tancament de la comporta 1. La taula obtinguda és la següent:

Episodi*	GAVÀ		BARCELONA CLUB NÀUTIC	
	data	Pmàx 24H (mm)	data	Pmàx 24H (mm)
1	22/08/2002	11.2		
	23/08/2002	2.4		
	24/08/2002	19		
2	9/10/2002	188.4		
3	10/10/2002	49.4		
4	10/12/2002	42.4		
	11/12/2002	1.8		
5	25/02/03	15.2		
	26/02/03	8.4		
	27/02/03	9.6		
6	1/10/2003	0		
	3/12/2003	9		
7	4/12/2003	12.6		
	5/12/2003	0.8		
8 - 9	6/9/2005	11.6		
	7/9/2005	30		
	8/9/2005	22.8		
10 - 11	9/9/2005	0		
12	11/9/2005	0		
	11/10/2005	2.4		
	12/10/2005	5		
	13/10/2005	13.4		
	14/10/2005	4.2		
	15/10/2005	16.8		
13	16/10/2005	1.2		
			27/1/2006	20.3
			28/1/2006	27.2
			29/1/2006	23.6
			30/1/2006	10.9
14			31/1/2006	-
	12/9/2006	38.6		
15	13/9/2006	50.6		
	14/9/2006	22.6		
16	2/4/2007	28.6		
	3/4/2007	15		
	4/4/2007	5.2		
	5/4/2007	1.6		
	12/8/2007	25.6		
17	13/8/2007	2.2		
	10/10/2007	20.2		
18	2/11/2008	10.6		
	3/11/2008	0		

Taula 8. Esdeveniments de pluja el mateix dia que es produeixen avingudes al riu Llobregat

*s'ha considerat que quan en un mateix dia hi ha més d'un episodi, és per que durant el dia el cabal baixa per sota de 50 m³/s abans de tornar a assolir els 150 m³/s.

S'observa que dels 19 episodis, quan la comporta 1 hauria d'estar tancada, en 14 casos plou el mateix dia en la zona del Prat Nord. Per tenir un ordre de magnitud de quin volum representen aquests diferents episodis de pluja coincident amb l'avinguda al riu sense cap bombeig, s'ha elaborat la següent taula que mostra el volum que estaria acumulat al parc durant la situació de comporta tancada, o el que és el mateix durant la duració de l'avinguda.

Data	Pmàx 24H (mm)	D _{av. riu} (hr)*	Volum (m³)
22/08/2002	11.2	3	4.405
9/10/2002	188.4	12	73.668
10/10/2002	49.4	4	19.321
10/12/2002	42.4	4	14.569
26/02/03	8.4	3	2.886
27/02/03	9.6	23	3.299
1/10/2003	0	2	0
4/12/2003	12.6	7	4.329
5/12/2003	0.8	7	275
7/9/2005	30	2	10.308
8/9/2005	22.8	5	7.834
9/9/2005	0	2	0
11/9/2005	0	1	0
15/10/2005	16.8	1	5.772
30/1/2006	10.9	3	3.745
31/1/2006	-	14	-
13/9/2006	50.6	16	17.386
3/4/2007	15	5	5.154
12/8/2007	25.6	1	8.796
13/8/2007	2.2	1	756
10/10/2007	20.2	1	6.941
3/11/2008	0	10	0

Taula 9. Volums acumulats dins el parc degut al tancament de la comporta.

* El rang de l'avinguda es +/- 1 hora degut a que les dades han estat simplificades.

Per altre banda, d'acord a dades preses durant els últims tres anys a l'explotació del dipòsit anti-inundació de la Ciutat Esportiva del Futbol Club Barcelona, realitzada per TYPESA, s'ha conclòs que la freqüència de pluges ocorregudes en un any representen els següents rangs:

pluja (mm)	nº esdeveniments en un any	% equivalent
0,3 - 5	30 - 60	60%
5 - 20	15 - 30	30%
20 - 50	3 - 5	7%
50 - 100	1 - 2	3%

Taula 10. Pluges observades durant un any al dipòsit de Sant Joan Despi

És fàcil veure que aproximadament el 90% de les pluges caigudes en un any no superen els 20 mm (20 lt/m²). Calculant el volum d'escorrentiu produïda en la zona per aquest episodi de pluja, es detecta que és aproximadament igual a 6.900 m³, volum que pot ser concentrat a la zona deprimida del parc. Per tant, si el 90% dels dies que plou a l'any les 3 comportes estiguessin tancades, la xarxa de drenatge no patiria problemes hidràulics i l'aigua al parc estaria concentrada als punts baixos o sota terra.

Per a la resta d'episodis, és difícil establir quin percentatge de pluges de consideració coincidirien amb l'avinguda ja que no es disposen de dades suficients. Tan mateix, vist totes les dades anteriors el percentatge no pot ser menyspreable.

Degut a que no es pot determinar amb exactitud el percentatge de coincidència, sobretot per a pluges superiors als 20 mm, amb l'avinguda del riu de període de retorn superior a 10 anys que pot assolir les 72 hores de duració, s'estima la idoneïtat d'una estació de bombament complementària a la xarxa de drenatge que superi la limitació d'aquest temps d'espera per recuperar la utilització urbana del parc. Aquesta estació hauria de ser capaç de bombar un cabal pròxim als 900 l/s.

6 CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

La principal diferència de l'esquema de drenatge, amb respecte a l'estudi bàsic del 2005, radica en que existeix una zona deprimida, que donada la seva situació, serà inundable en diversos escenaris. Amb la nova proposta d'urbanització és necessari que pràcticament la meitat de la zona vessi cap al riu Llobregat.

El sistema de drenatge estarà dividit en dos, en funció del medi receptor. Per una banda està el sistema de les conques que desguassen cap al col·lector de Ronda Ponent (zona A), i per l'altre, el sistema que desguassa cap al riu Llobregat (Zona B). Ambdós necessiten unes instal·lacions de retenció de cabals pel correcte funcionament hidràulic. Aquests volums de retenció estaran concentrats al parc central i a un dipòsit anti-inundació a la zona oest de la urbanització.

El volum del dipòsit anti-inundació és molt sensible a la duració de la pluja utilitzada, d'aquesta manera en aquell estudi amb una pluja de 3 hores de duració el volum era de 10.000 m³, mentre que amb la utilització de la pluja de 24 hores, que ha estat justificada pels canvis dins l'esquema de drenatge municipal fora del sector. El volum és de aproximadament 24.000 m³.

El parc considerat com a medi receptor, funcionarà en part com a una bassa de laminació quan no sigui possible el desguàs immediat al riu. El parc tindrà unes zones delimitades de tal manera que, per a esdeveniments de pluja baixos, l'aigua es centri en aquests punts sense inundar tota l'extensió del parc.

Es proposa que aquestes zones siguin bàsicament dues, una a la part més baixa del parc i més pròxima al marge del riu i que serà a la cota +2,50 (1,30 m més baixa que la cota més baixa d'urbanització del parc) i l'altre, de cota +4,5 i que estarà més a l'oest. La capacitat de cada zona serà d'un volum de 11.300 m³ i 1.000 m³ de capacitat respectivament. Quan totes les comportes estiguin tancades per a una pluja de període de retorn de 10 anys a la zona urbana, la capacitat del parc haurà de ser al menys igual a 24.250 m³ aproximadament.

Degut a que el correcte funcionament del conjunt de col·lectors de sortida de la zona B, depèn de l'operació de les comportes, s'haurà de determinar la gestió exacte d'aquestes amb un estudi de detall. Coneixent per endavant que, per mesures de seguretat les comportes s'hauran de tancar per als següents nivells al riu:

COMPORTA	NIVELLS AL RIU (m)
1	1,45
2	2,35
3	4,68

De les dades de cabals disponibles al riu Llobregat i de dades de l'estació de aforament a Sant Joan Despí, es pot inferir que el tancament de la comporta 1 ocorrerà més de dues vegades a l'any i que pot apropar-se al cabal de 150 m³/s. Encara que estadísticament és poc probable que coincideixi que per a cada episodi de pluja a la zona urbana sigui necessari tancar la comporta per nivells d'alerta al riu, el funcionament hidràulic de la xarxa estaria controlat.

Les comportes hauran de ser automatitzades amb un sistema de senyals d'alarmes i preavisos en les estacions d'aforament existents en el riu Llobregat (Sant Joan Despí, Sant Vicenç dels Horts).

S'ha vist que el 90% de les pluges anuals, no superen el 20 mm lo que implica que el volum produït d'escorrentiu estaria emmagatzemat als punts baixos del parc. L'altre 10% dels dies, el parc tindrà la capacitat de rebre l'excedent d'escorrentiu, capacitat del qual no haurà de ser menor a 24.250 m³ m3.

Degut a que no es pot determinar amb exactitud el percentatge de coincidència de pluges al Prat Nord i d'avingudes al riu Llobregat així com volums alts d'inundació al parc, s'estima la idoneïtat d'una estació de bombament complementària a la xarxa de drenatge que sigui capaç de bombar un cabal de 900 l/s.

En vista que la cota d'1,45 està associada a la cota de creuament d'EMSSA, l'alternativa d'executar un sífó per poder elevar aquesta cota i estalviar el nombre de vegades de gestió de la comporta 1, comporta una complicació en altres aspectes de la xarxa.

Primerament, s'empitjora el procés de neteja de la xarxa necessitant d'un petit bombament a la zona del sífó. Seguidament, no es garanteix el mateix funcionament de la xarxa proposada fins ara. A més, es dificulta la solució del col·lector del parc ja que les cotes d'urbanització més baixes (+3,8 m) no serien vàlides. A part, la mateixa complexitat d'executar un sífó amb les dimensions necessàries al voltant de l'interceptor d'EMSSA. Tanmateix, es deixa como alternativa que al projecte d'estudi específic es valori detalladament l'afecció d'un sífó a la xarxa de drenatge.

Així mateix, el projecte constructiu haurà d'assegurar la possibilitat de les cotes de les diferents comportes, ja que en cas contrari, significarà una major freqüència de tancament de la comporta i una major utilització de l'estació de bombament.

Finalment, el col·lector del parc es dissenya per a un T=2 anys ja que la zona a protegir no es considera trama urbana residencial. No obstant això, s'hauran de respectar els elements necessaris per a que les insuficiències en cas de pluges més fortes no danyin el parc.

7 **EQUIP REDACTOR**

El present estudi ha estat realitzat per el següent equip de treball:

Miguel Angel Gago Lara
Director Adjunt Àrea d'Hidràulica

Cristina Solórzano Rivas
Enginyera civil

Barcelona, novembre de 2009.

DATOS DE PARTIDA: CONCA CENTRAL

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.377	Km ²
Long. Cauce =	2.032	Km
Pendiente =	0.001	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
$P_d(T=10) =$	129 mm
$I_1/I_d =$	11
$P_0 =$	9 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración	Cuenca rural	1
	Cuenca urbana	2
	Tipo Cuenca (1/2)	
Tc =	0.478	2
2. Coeficiente de uniformidad		
K =	1.028	
3. Factor de corrección por área		
$K_{A=}$	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria		
P =	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad		
I =	91.064	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía		
C =	0.776	
7. Cálculo del caudal		
Q =	7.601	m ³ /s

RESULTADO : Q = 7.601 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA EST

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.146	Km ²
Long. Cauce =	0.696	Km
Pendiente =	0.003	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
$P_d =$	129 mm
$I_1/I_d =$	11
$P_0 =$	6.5 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración	Cuenca rural	1
	Cuenca urbana	2
	Tipo Cuenca (1/2)	
Tc =	0.172	2
2. Coeficiente de uniformidad		
K =	1.008	
3. Factor de corrección por área		
$K_{A=}$	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria		
P =	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad		
I =	157.466	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía		
C =	0.849	
7. Cálculo del caudal		
Q =	5.462	m ³ /s

RESULTADO : Q = 5.462 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA PERIMETRAL NORD

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.102	Km ²
Long. Cauce =	1.2	Km
Pendiente =	0.0024	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
P _d =	129 mm
I ₁ /I _d =	11
P ₀ =	6.5 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración	Cuenca rural	1
	Cuenca urbana	2
	Tipo Cuenca (1/2)	
T _c =	0.271	2
2. Coeficiente de uniformidad		
K =	1.014	
3. Factor de corrección por área		
K _A =	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria		
P =	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad		
I =	124.189	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía		
C =	0.849	
7. Cálculo del caudal		
Q =	3.027	m ³ /s

RESULTADO : Q = 3.027 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA PERIMETRAL SUD

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.066	Km ²
Long. Cauce =	0.97	Km
Pendiente =	0.002	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
P _d =	129 mm
I ₁ /I _d =	11
P ₀ =	6.5 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración	Cuenca rural	1
	Cuenca urbana	2
	Tipo Cuenca (1/2)	
T _c =	0.239	2
2. Coeficiente de uniformidad		
K =	1.012	
3. Factor de corrección por área		
K _A =	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria		
P =	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad		
I =	132.820	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía		
C =	0.849	
7. Cálculo del caudal		
Q =	2.091	m ³ /s

RESULTADO : Q = 2.091 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA OEST

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.399	Km ²
Long. Cauce =	2.3127	Km
Pendiente =	0.001	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
P _d =	129 mm
I ₇ /I _d =	11
P ₀ =	6.5 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración		Cuenca rural	1
		Cuenca urbana	2
		Tipo Cuenca (1/2)	
	T _c =	0.527	2
2. Coeficiente de uniformidad			
	K =	1.031	
3. Factor de corrección por área			
	K _A =	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria			
	P =	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad			
	I =	86.134	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía			
	C =	0.849	
7. Cálculo del caudal			
	Q =	8.354	m ³ /s

RESULTADO : Q = 8.354 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA PARC

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.334	Km ²
Long. Cauce =	2.24	Km
Pendiente =	0.001	m/m
Grado urbanización=	0.7	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
P _{d (T=2)} =	73 mm
I ₇ /I _d =	11
P ₀ =	15 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración		Cuenca rural	1
		Cuenca urbana	2
		Tipo Cuenca (1/2)	
	T _c =	0.533	2
2. Coeficiente de uniformidad			
	K =	1.031	
3. Factor de corrección por área			
	K _A =	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria			
	P =	73.000	mm
5. Cálculo de la intensidad			
	I =	48.442	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía			
	C =	0.428	
7. Cálculo del caudal			
	Q =	1.984	m ³ /s

RESULTADO : Q = 1.984 m³/s

DATOS DE PARTIDA: CONCA PERIMETRAL PARC

Características físicas de la cuenca		
Área =	0.048	Km ²
Long. Cauce =	1.8	Km
Pendiente =	0.001	m/m
Grado urbanización=	1	

Caracterización de la lluvia e infiltración	
$P_d (T=10) =$	129 mm
$I_1/I_d =$	11
$P_0 =$	6.5 mm (infiltración)

PROCESO DE CÁLCULO

1. Tiempo de concentración	Cuenca rural	1
	Cuenca urbana	2
	Tipo Cuenca (1/2)	2
$T_c =$	0.436	
2. Coeficiente de uniformidad		
$K =$	1.025	
3. Factor de corrección por área		
$K_A =$	1.000	(Según regresión de Témez)
4. Corrección de la precipitación máxima diaria		
$P =$	129.000	mm
5. Cálculo de la intensidad		
$I =$	95.891	mm/h
6. Cálculo del coeficiente de escorrentía		
$C =$	0.849	
7. Cálculo del caudal		
$Q =$	1.112	m ³ /s

RESULTADO : $Q = 1.112 \text{ m}^3/\text{s}$

Apèndix 2: CÀLCULS HIDRÀULICS

CALAIX CONCA CENTRAL
Worksheet for Rectangular Channel

Project Description	
Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA-CENTRAL
Flow Element	Rectangular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.015
Channel Slope	0.001000 m/m
Bottom Width	3.00 m
Discharge	7.60 m ³ /s

Results	
Depth	1.47 m
Flow Area	4.40 m ²
Wetted Perimeter	5.93 m
Top Width	3.00 m
Critical Depth	0.87 m
Critical Slope	0.004252 m/m
Velocity	1.73 m/s
Velocity Head	0.15 m
Specific Energy	1.62 m
Froude Number	0.46
Flow is subcritical.	

Oct 8, 2009
12:24:42

None
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v4.1c
Page 1 of 1

COL-LECTOR CONCA EST
Worksheet for Circular Channel

Project Description	
Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA EST
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Diameter

Input Data	
Mannings Coefficient	0.010
Channel Slope	0.003500 m/m
Depth	1.30 m
Discharge	5.46 m ³ /s

Results	
Diameter	1.47 m
Flow Area	1.59 m ²
Wetted Perimeter	3.60 m
Top Width	0.95 m
Critical Depth	1.22 m
Percent Full	88.31 %
Critical Slope	0.003853 m/m
Velocity	3.43 m/s
Velocity Head	0.60 m
Specific Energy	1.90 m
Froude Number	0.85
Maximum Discharge	5.56 m ³ /s
Full Flow Capacity	5.17 m ³ /s
Full Flow Slope	0.003905 m/m
Flow is subcritical.	

Oct 8, 2009
12:26:15

None
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v4.1c
Page 1 of 1

CALAIX CONCA OEST
Worksheet for Rectangular Channel

Project Description

Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA OEST
Flow Element	Rectangular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data

Mannings Coefficient	0.015
Channel Slope	0.001000 m/m
Bottom Width	5.20 m
Discharge	8.35 m ³ /s

Results

Depth	0.96 m
Flow Area	5.01 m ²
Wetted Perimeter	7.13 m
Top Width	5.20 m
Critical Depth	0.64 m
Critical Slope	0.003433 m/m
Velocity	1.67 m/s
Velocity Head	0.14 m
Specific Energy	1.11 m
Froude Number	0.54
Flow is subcritical.	

COL·LECTOR CONCA PARC
Worksheet for Circular Channel

Project Description

Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA-PARC
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Diameter

Input Data

Mannings Coefficient	0.010
Channel Slope	0.001000 m/m
Depth	1.00 m
Discharge	1.98 m ³ /s

Results

Diameter	1.36 m
Flow Area	1.14 m ²
Wetted Perimeter	2.80 m
Top Width	1.19 m
Critical Depth	0.75 m
Percent Full	73.76 %
Critical Slope	0.002319 m/m
Velocity	1.74 m/s
Velocity Head	0.15 m
Specific Energy	1.15 m
Froude Number	0.57
Maximum Discharge	2.39 m ³ /s
Full Flow Capacity	2.22 m ³ /s
Full Flow Slope	0.000800 m/m
Flow is subcritical.	

COL-LECTOR CONCA PERIMETRAL NORD
Worksheet for Circular Channel

Project Description	
Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA PERIMETRAL NORD
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.010
Channel Slope	0.002400 m/m
Diameter	1.50 m
Discharge	3.00 m ³ /s

Results	
Depth	0.90 m
Flow Area	1.10 m ²
Wetted Perimeter	2.65 m
Top Width	1.47 m
Critical Depth	0.90 m
Percent Full	59.68 %
Critical Slope	0.002372 m/m
Velocity	2.73 m/s
Velocity Head	0.38 m
Specific Energy	1.27 m
Froude Number	1.01
Maximum Discharge	4.84 m ³ /s
Full Flow Capacity	4.50 m ³ /s
Full Flow Slope	0.001066 m/m
Flow is supercritical.	

Nov 23, 2009
11:08:54

None
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v4.1c
Page 1 of 1

COL-LECTOR CONCA PERIMETRAL SUD
Worksheet for Circular Channel

Project Description	
Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	CONCA PERIMETRAL SUD
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.010
Channel Slope	0.002000 m/m
Diameter	1.50 m
Discharge	2.00 m ³ /s

Results	
Depth	0.74 m
Flow Area	0.87 m ²
Wetted Perimeter	2.33 m
Top Width	1.50 m
Critical Depth	0.73 m
Percent Full	49.21 %
Critical Slope	0.002109 m/m
Velocity	2.31 m/s
Velocity Head	0.27 m
Specific Energy	1.01 m
Froude Number	0.97
Maximum Discharge	4.42 m ³ /s
Full Flow Capacity	4.11 m ³ /s
Full Flow Slope	0.000474 m/m
Flow is subcritical.	

Nov 23, 2009
11:22:11

None
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v4.1c
Page 1 of 1

COL-LECTOR CONCA PERIMETRAL PARC
Worksheet for Circular Channel

Project Description	
Project File	d:\732703\project3.fm2
Worksheet	PERIMETRAL-PARC
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Diameter

Input Data	
Mannings Coefficient	0.010
Channel Slope	0.001000 m/m
Depth	0.90 m
Discharge	1.11 m³/s

Results	
Diameter	1.03 m
Flow Area	0.77 m²
Wetted Perimeter	2.49 m
Top Width	0.68 m
Critical Depth	0.60 m
Percent Full	87.67 %
Critical Slope	0.002646 m/m
Velocity	1.45 m/s
Velocity Head	0.11 m
Specific Energy	1.01 m
Froude Number	0.43
Maximum Discharge	1.14 m³/s
Full Flow Capacity	1.06 m³/s
Full Flow Slope	0.001107 m/m
Flow is subcritical.	

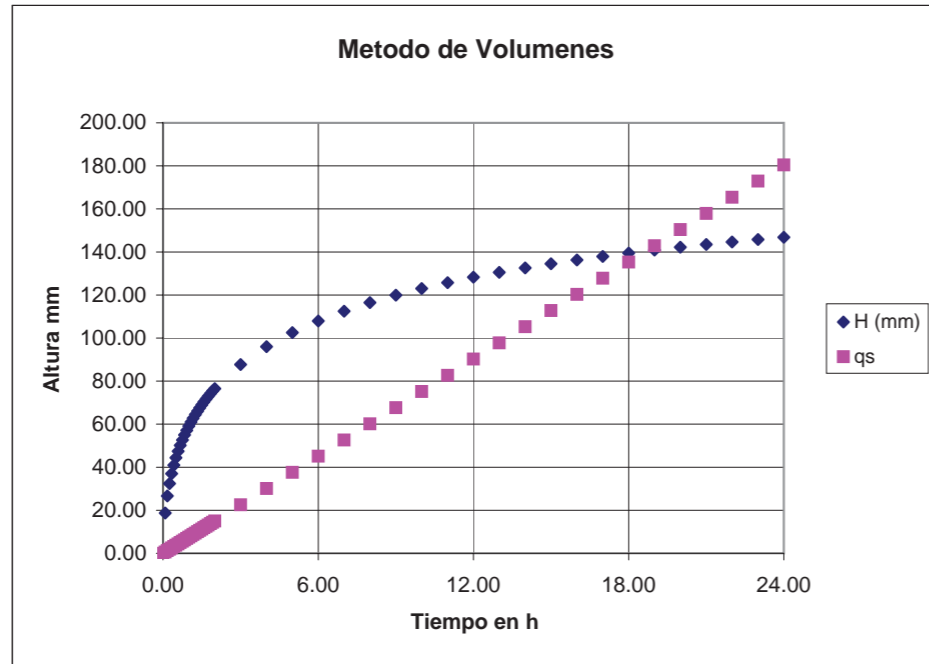
DIPÒSIT ZONA OEST

P24h= 129 mm
Fr= 11

Interval (min)	Duració (D en hr)	$\frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$	Pd/24	I (mm/h)	D	H (mm)	qs	dif
0	0.00	0.000	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.08	1.556	5.38	224.48	0.08	18.71	0.63	18.08
10	0.17	1.415	5.38	159.87	0.17	26.64	1.25	25.39
15	0.25	1.327	5.38	129.62	0.25	32.40	1.88	30.52
20	0.33	1.263	5.38	111.11	0.33	37.04	2.51	34.53
25	0.42	1.212	5.38	98.29	0.42	40.95	3.13	37.82
30	0.50	1.169	5.38	88.74	0.50	44.37	3.76	40.61
35	0.58	1.133	5.38	81.27	0.58	47.41	4.39	43.02
40	0.67	1.100	5.38	75.23	0.67	50.16	5.01	45.14
45	0.75	1.072	5.38	70.22	0.75	52.66	5.64	47.02
50	0.83	1.046	5.38	65.97	0.83	54.98	6.27	48.71
55	0.92	1.022	5.38	62.31	0.92	57.12	6.89	50.23
60	1	1.000	5.38	59.13	1	59.13	7.52	51.61
65	1.08	0.980	5.38	56.31	1.08	61.01	8.15	52.86
70	1.17	0.961	5.38	53.81	1.17	62.78	8.77	54.01
75	1.25	0.943	5.38	51.56	1.25	64.46	9.40	55.06
80	1.33	0.926	5.38	49.54	1.33	66.05	10.03	56.02
85	1.42	0.910	5.38	47.69	1.42	67.56	10.65	56.91
90	1.50	0.895	5.38	46.00	1.50	69.01	11.28	57.73
95	1.58	0.881	5.38	44.46	1.58	70.39	11.90	58.48
100	1.67	0.867	5.38	43.03	1.67	71.71	12.53	59.18
105	1.75	0.854	5.38	41.71	1.75	72.99	13.16	59.83
110	1.83	0.842	5.38	40.48	1.83	74.21	13.78	60.42
115	1.92	0.830	5.38	39.33	1.92	75.39	14.41	60.98
120	2	0.819	5.38	38.26	2	76.52	15.04	61.49
180	3	0.706	5.38	29.24	3	87.72	22.56	65.16
240	4	0.624	5.38	24.00	4	95.99	30.08	65.92
300	5	0.558	5.38	20.51	5	102.54	37.59	64.95
360	6	0.504	5.38	17.99	6	107.94	45.11	62.82
420	7	0.457	5.38	16.07	7	112.51	52.63	59.87
480	8	0.415	5.38	14.56	8	116.46	60.15	56.31
540	9	0.379	5.38	13.32	9	119.92	67.67	52.25
600	10	0.345	5.38	12.30	10	123.00	75.19	47.82
660	11	0.315	5.38	11.43	11	125.76	82.71	43.06
720	12	0.287	5.38	10.69	12	128.26	90.23	38.04
780	13	0.261	5.38	10.04	13	130.54	97.74	32.79
840	14	0.236	5.38	9.47	14	132.62	105.26	27.35
900	15	0.214	5.38	8.97	15	134.53	112.78	21.75
960	16	0.192	5.38	8.52	16	136.30	120.30	16.00
1020	17	0.172	5.38	8.11	17	137.94	127.82	10.12
1080	18	0.153	5.38	7.75	18	139.47	135.34	4.13
1140	19	0.134	5.38	7.42	19	140.90	142.86	-1.96
1200	20	0.117	5.38	7.11	20	142.23	150.38	-8.14
1260	21	0.100	5.38	6.83	21	143.49	157.89	-14.41
1320	22	0.084	5.38	6.58	22	144.66	165.41	-20.75
1380	23	0.069	5.38	6.34	23	145.78	172.93	-27.16
1440	24	0.054	5.38	6.12	24	146.83	180.45	-33.63

Max.dif= **65.92**

Sup 39.9 coef imperm. 0.9 sup.neta 35.91
 Qs= 0.75 m3/s
 qs= 7.52 mm/h
 Vol.tot= 46324
Vol (m³)= 23672



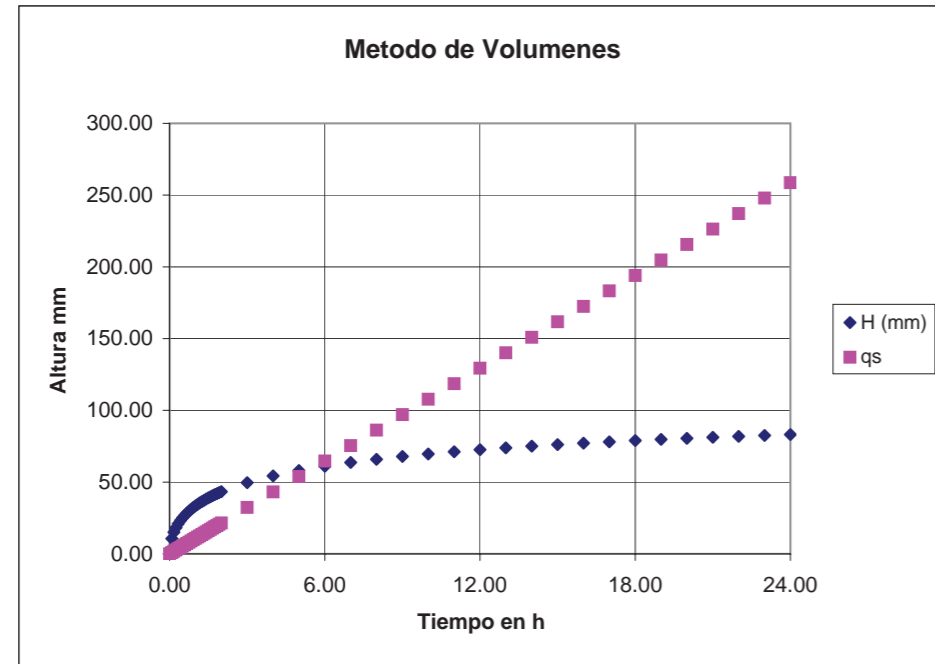
DIPÒSIT (BATERIA TUBS) ANTI-CONTAMINACIÓ PARC

P24h= 73 mm
 Fr= 11

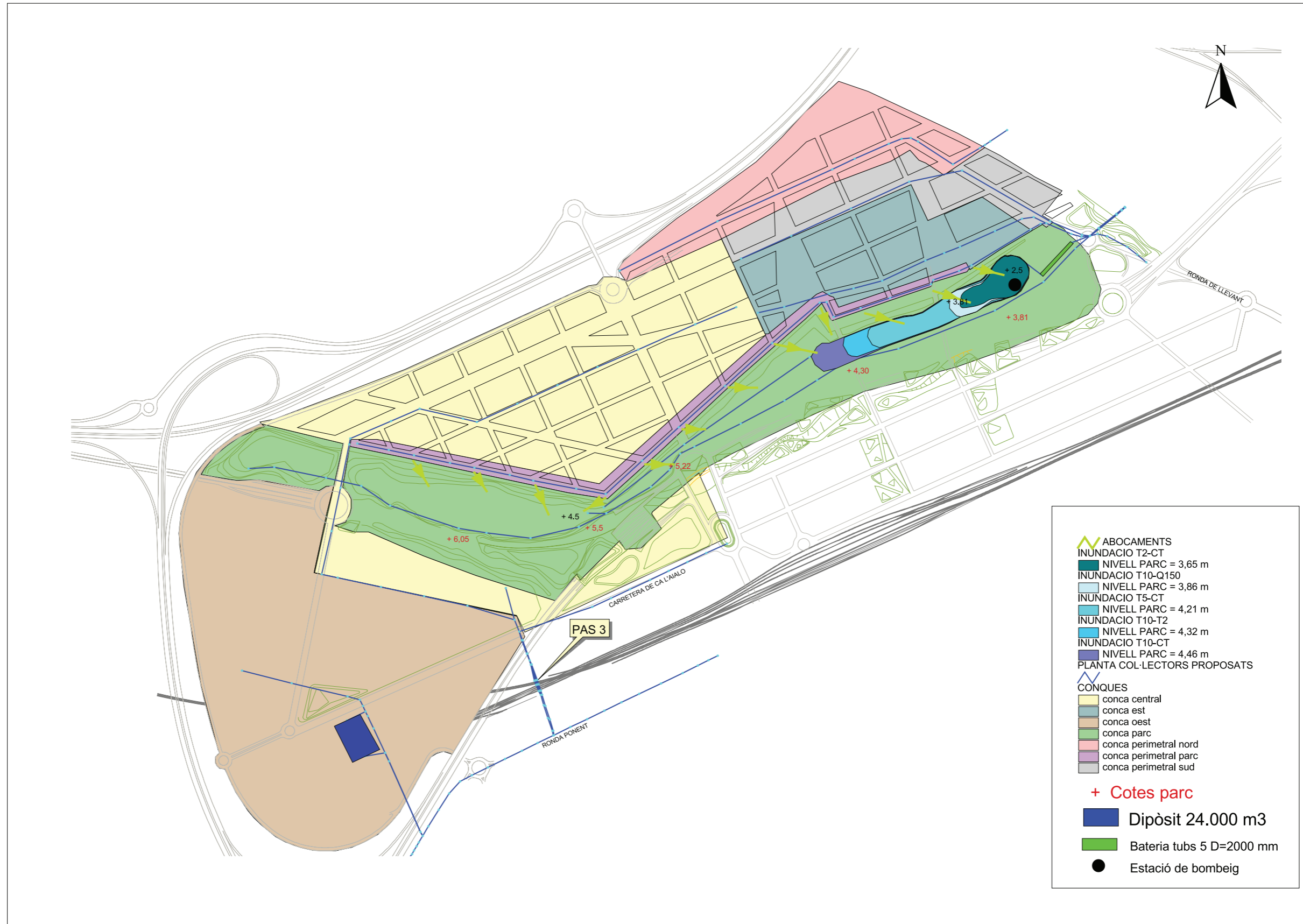
Interval (min)	Duració (D en hr)	$\frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1}$	Pd/24	I (mm/h)	D	H (mm)	qs	dif
0	0.00	0.000	3.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.08	1.556	3.04	127.03	0.08	10.59	0.90	9.69
10	0.17	1.415	3.04	90.47	0.17	15.08	1.80	13.28
15	0.25	1.327	3.04	73.35	0.25	18.34	2.69	15.64
20	0.33	1.263	3.04	62.88	0.33	20.96	3.59	17.37
25	0.42	1.212	3.04	55.62	0.42	23.18	4.49	18.68
30	0.50	1.169	3.04	50.22	0.50	25.11	5.39	19.72
35	0.58	1.133	3.04	45.99	0.58	26.83	6.29	20.54
40	0.67	1.100	3.04	42.57	0.67	28.38	7.19	21.20
45	0.75	1.072	3.04	39.74	0.75	29.80	8.08	21.72
50	0.83	1.046	3.04	37.33	0.83	31.11	8.98	22.13
55	0.92	1.022	3.04	35.26	0.92	32.32	9.88	22.44
60	1	1.000	3.04	33.46	1	33.46	10.78	22.68
65	1.08	0.980	3.04	31.87	1.08	34.52	11.68	22.85
70	1.17	0.961	3.04	30.45	1.17	35.53	12.57	22.95
75	1.25	0.943	3.04	29.18	1.25	36.47	13.47	23.00
80	1.33	0.926	3.04	28.03	1.33	37.38	14.37	23.00
85	1.42	0.910	3.04	26.99	1.42	38.23	15.27	22.96
90	1.50	0.895	3.04	26.03	1.50	39.05	16.17	22.88
95	1.58	0.881	3.04	25.16	1.58	39.83	17.07	22.77
100	1.67	0.867	3.04	24.35	1.67	40.58	17.96	22.62
105	1.75	0.854	3.04	23.60	1.75	41.30	18.86	22.44
110	1.83	0.842	3.04	22.91	1.83	41.99	19.76	22.23
115	1.92	0.830	3.04	22.26	1.92	42.66	20.66	22.00
120	2	0.819	3.04	21.65	2	43.30	21.56	21.75
180	3	0.706	3.04	16.55	3	49.64	32.34	17.30
240	4	0.624	3.04	13.58	4	54.32	43.11	11.21
300	5	0.558	3.04	11.61	5	58.03	53.89	4.14
360	6	0.504	3.04	10.18	6	61.08	64.67	-3.59
420	7	0.457	3.04	9.10	7	63.67	75.45	-11.78
480	8	0.415	3.04	8.24	8	65.90	86.23	-20.33
540	9	0.379	3.04	7.54	9	67.86	97.01	-29.14
600	10	0.345	3.04	6.96	10	69.61	107.78	-38.18
660	11	0.315	3.04	6.47	11	71.17	118.56	-47.39
720	12	0.287	3.04	6.05	12	72.58	129.34	-56.76
780	13	0.261	3.04	5.68	13	73.87	140.12	-66.25
840	14	0.236	3.04	5.36	14	75.05	150.90	-75.85
900	15	0.214	3.04	5.08	15	76.13	161.68	-85.55
960	16	0.192	3.04	4.82	16	77.13	172.46	-95.32
1020	17	0.172	3.04	4.59	17	78.06	183.23	-105.17
1080	18	0.153	3.04	4.38	18	78.92	194.01	-115.09
1140	19	0.134	3.04	4.20	19	79.73	204.79	-125.06
1200	20	0.117	3.04	4.02	20	80.49	215.57	-135.08
1260	21	0.100	3.04	3.87	21	81.20	226.35	-145.15
1320	22	0.084	3.04	3.72	22	81.86	237.13	-155.26
1380	23	0.069	3.04	3.59	23	82.49	247.90	-165.41
1440	24	0.054	3.04	3.46	24	83.09	258.68	-175.60

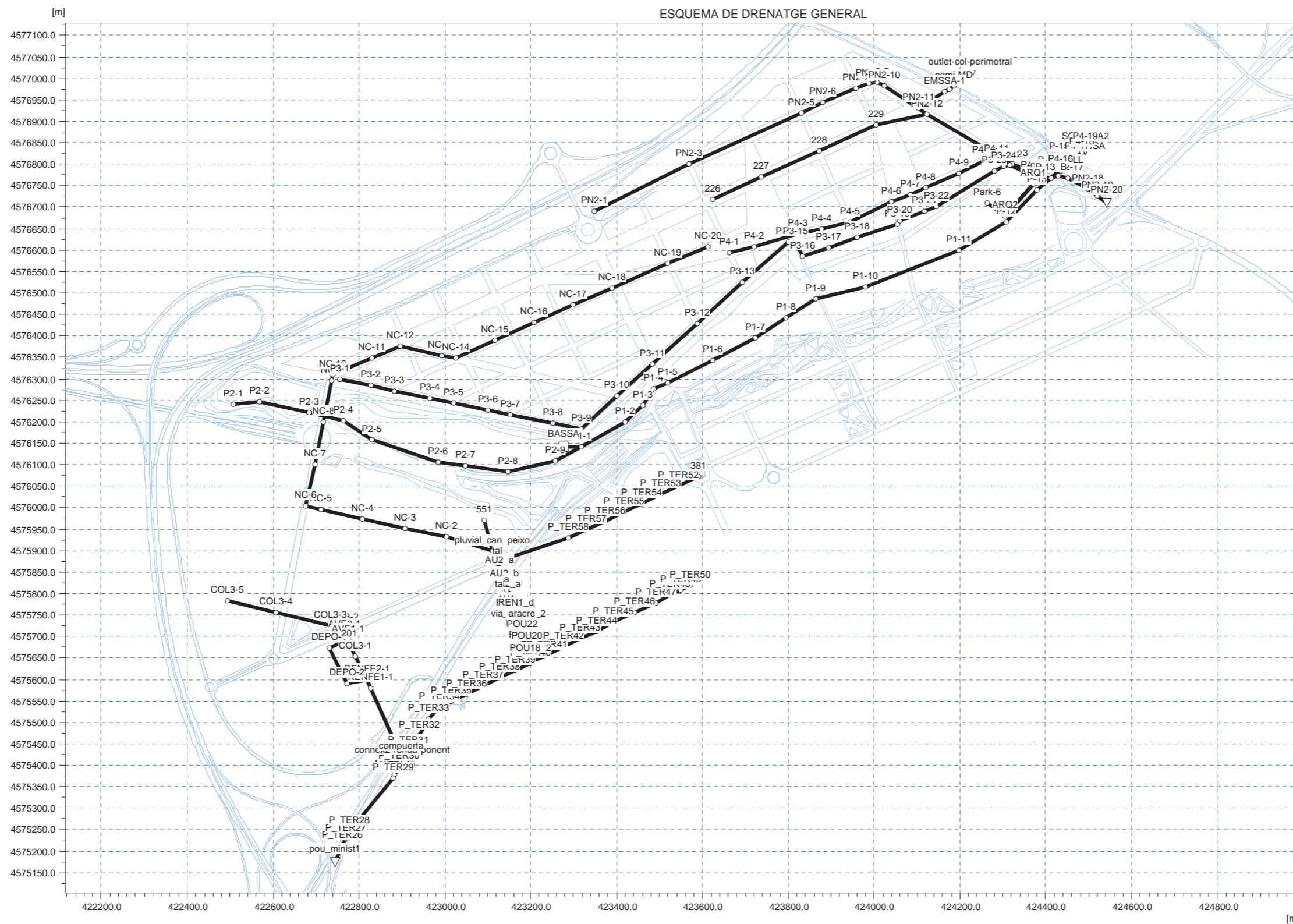
Max.dif= **23.00**

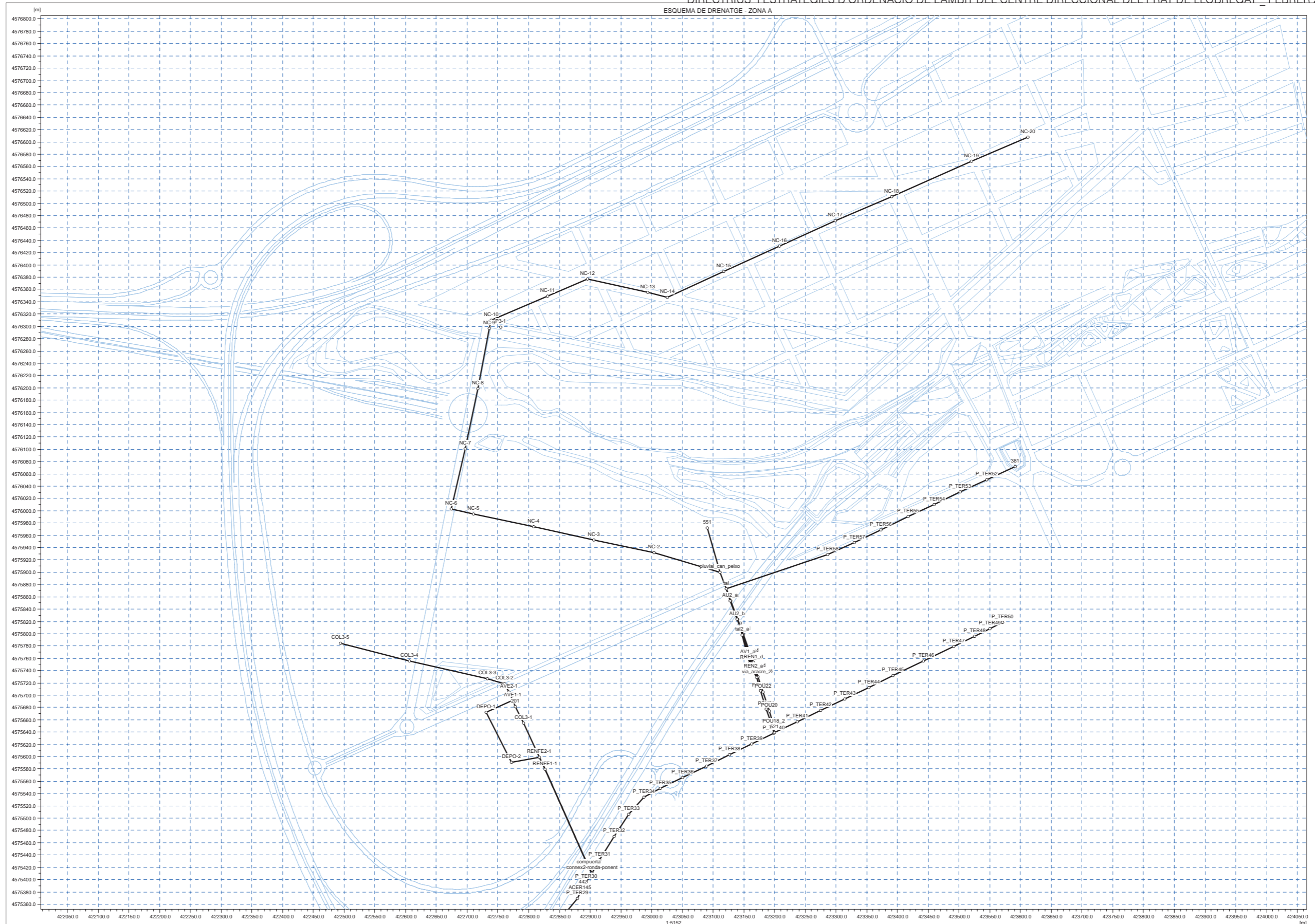
Sup	33.4	coef imperm.	0.2	sup.neta	6.68
Qs=	0.20	m3/s			
qs=	10.78	mm/h			
				Vol.tot=	21944
				Vol (m³)=	1537



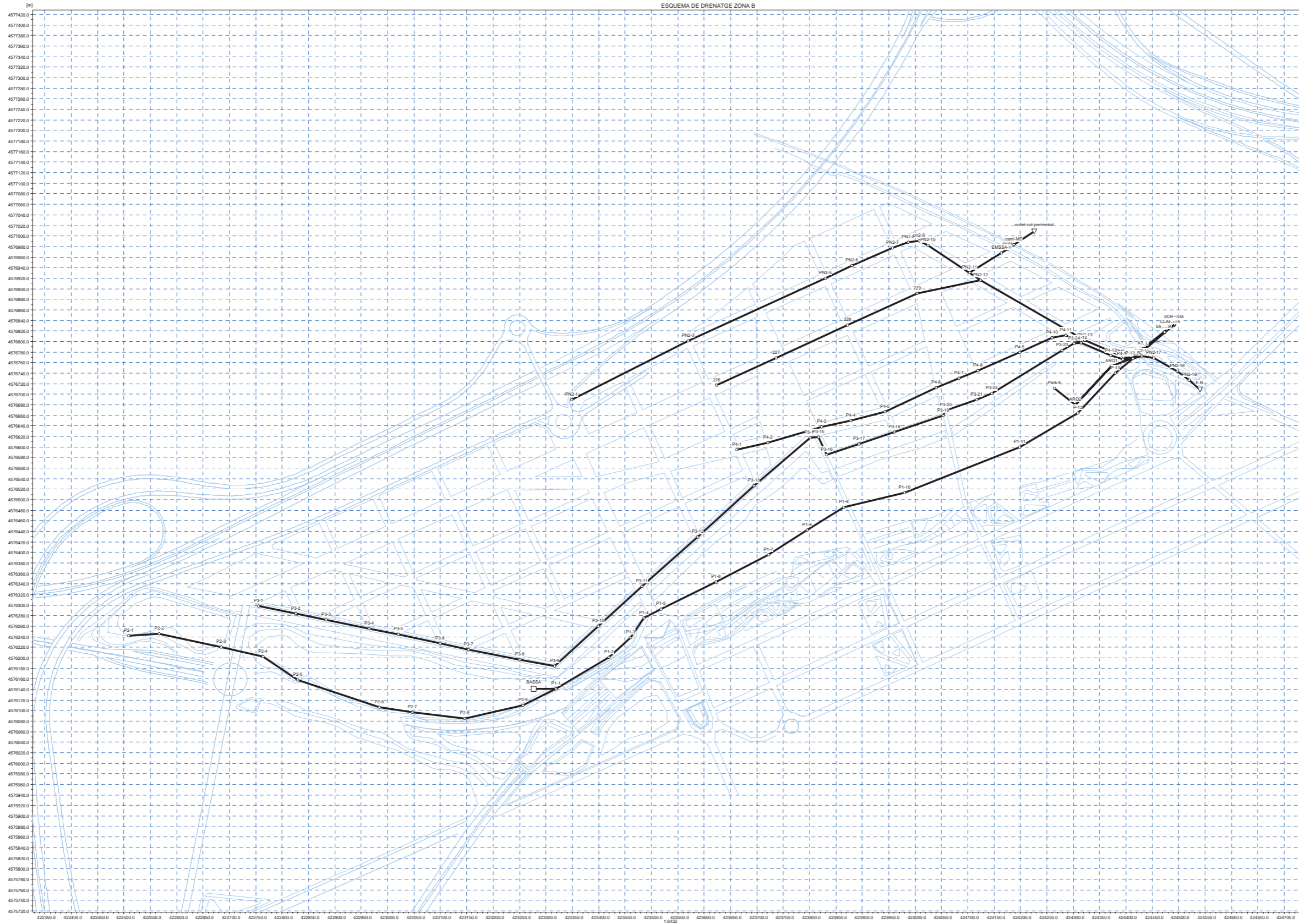
Apèndix 3: PLÀNOLS

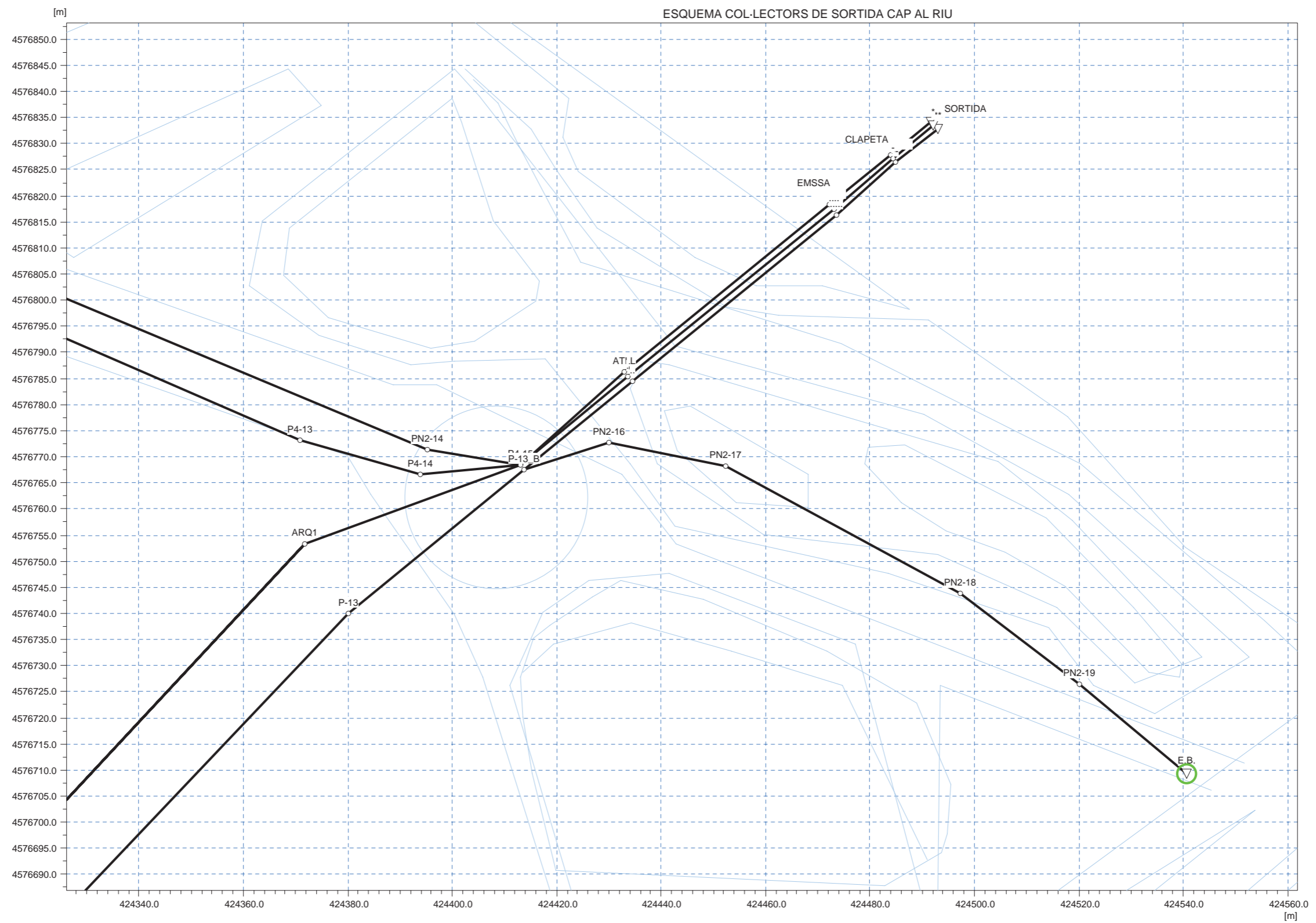




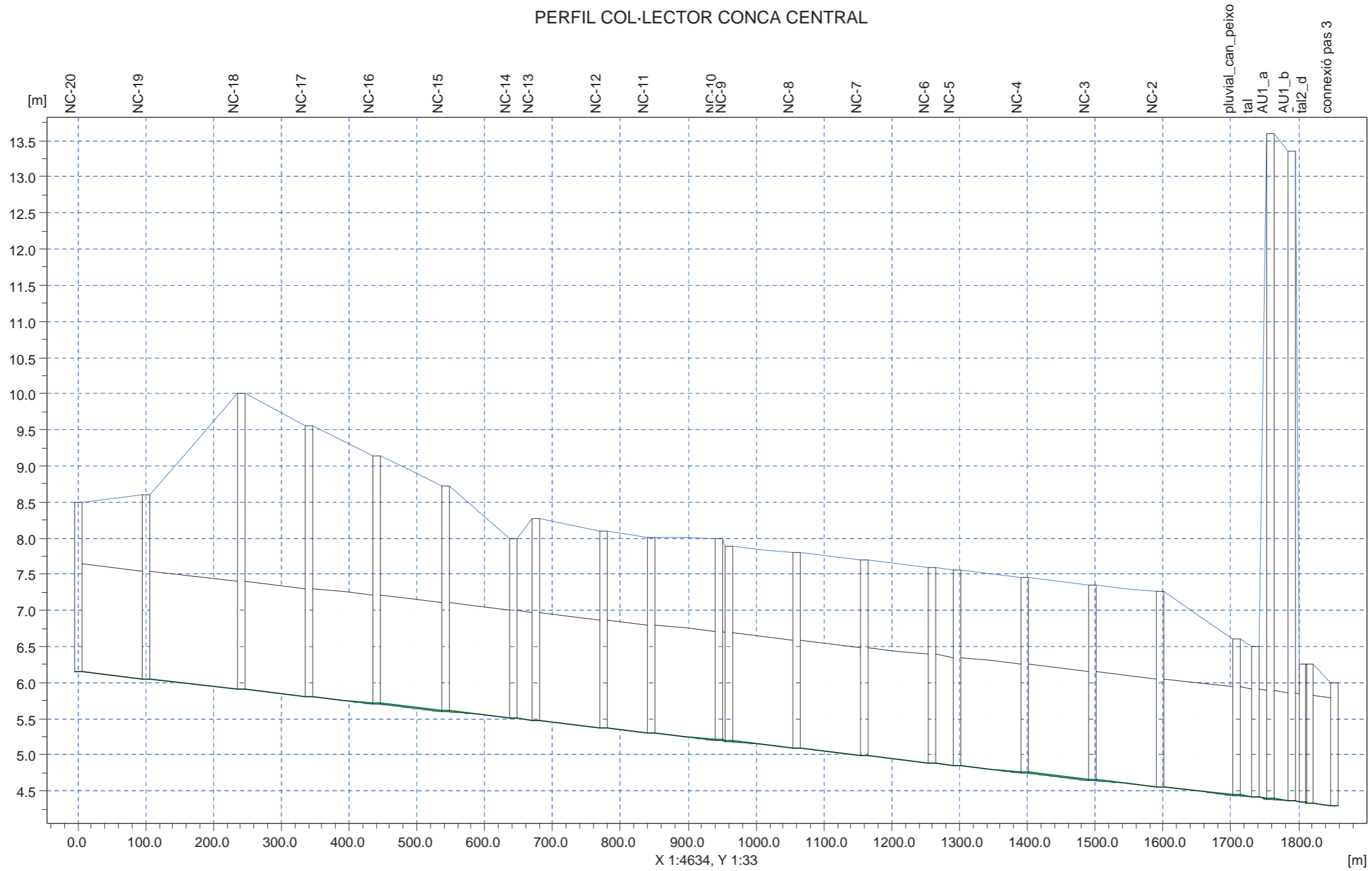


ESQUEMA DE DRENATGE ZONA B



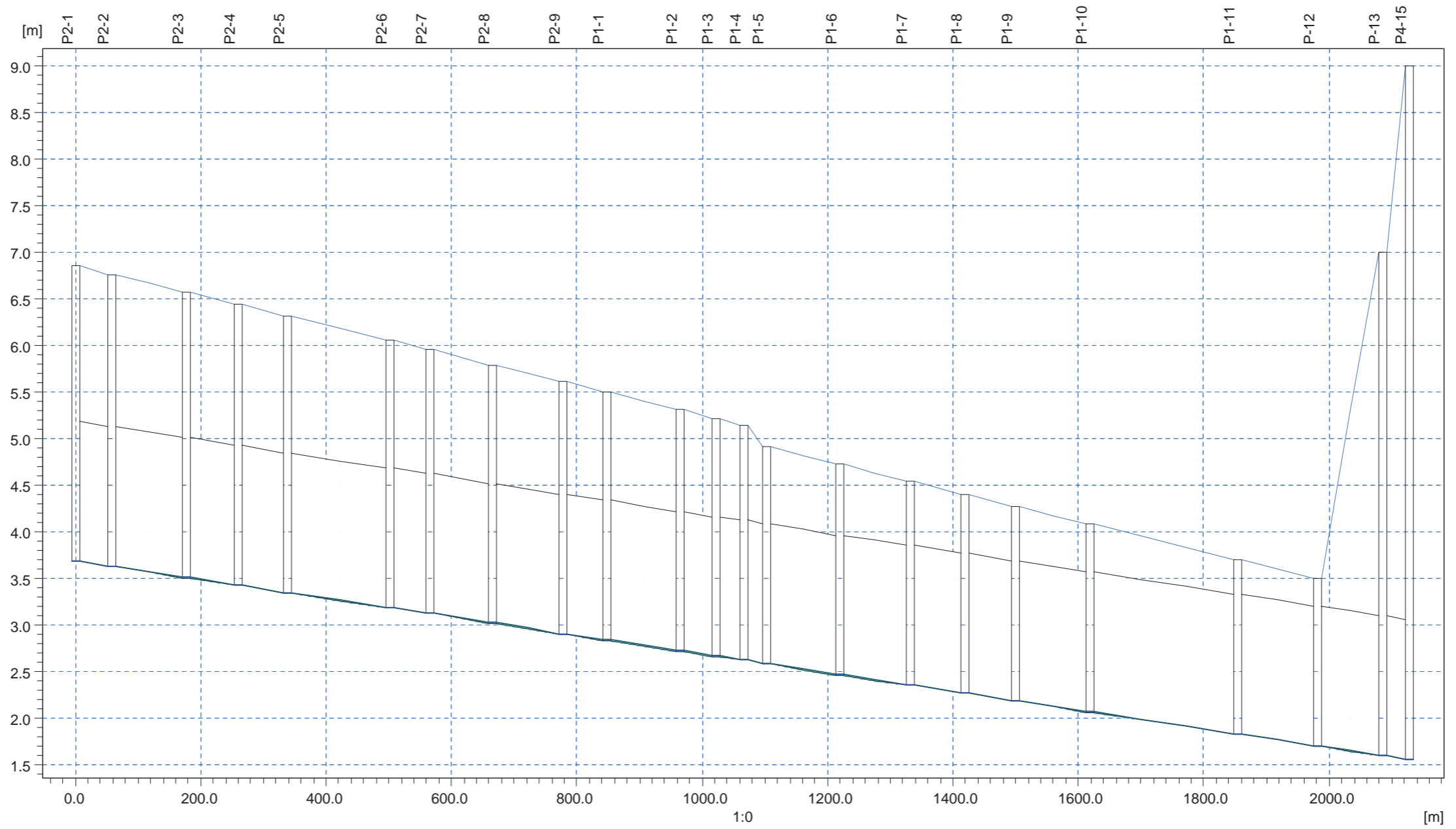


PERFIL COL·LECTOR CONCA CENTRAL



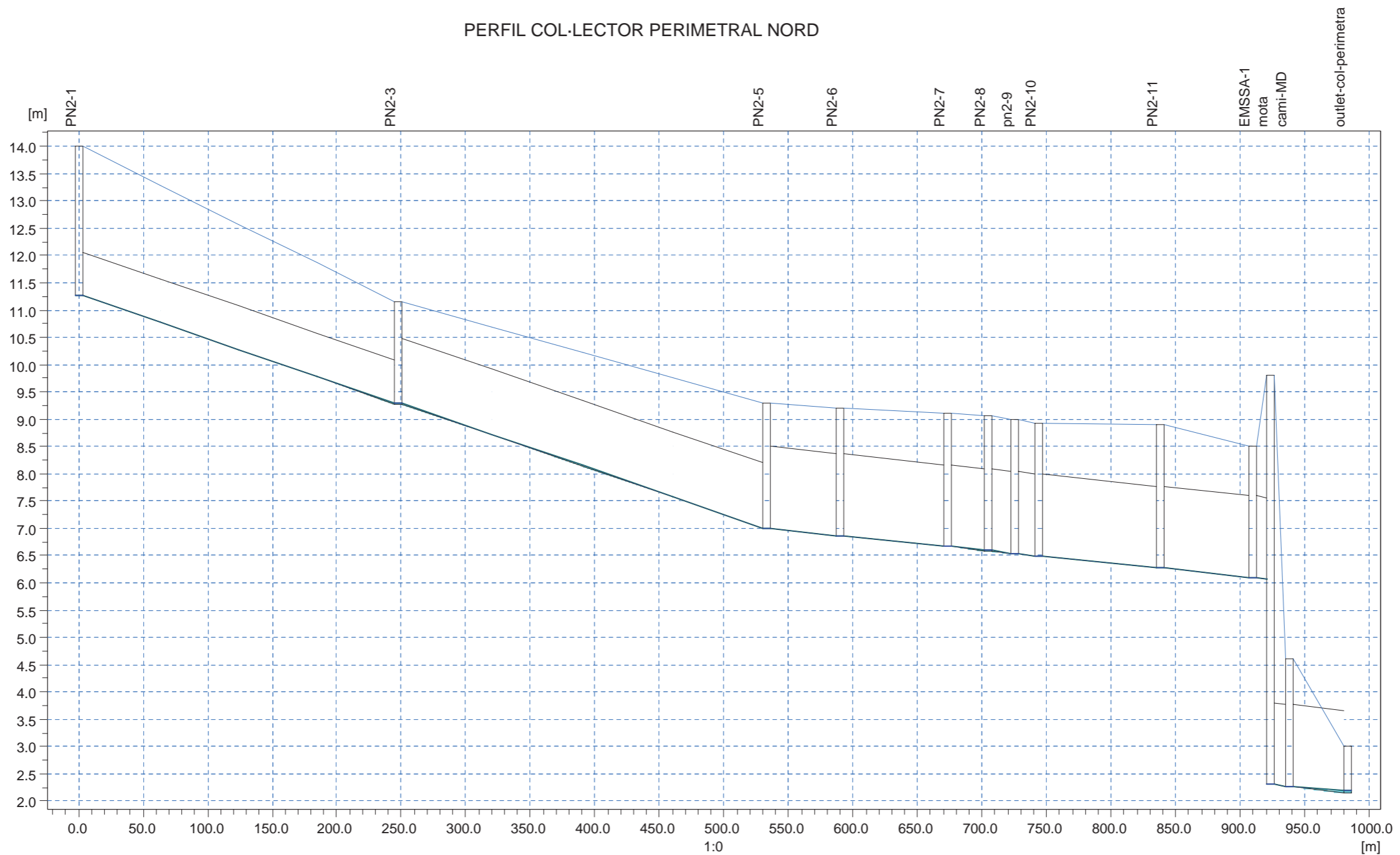
	0.0	100.0	200.0	300.0	400.0	500.0	600.0	700.0	800.0	900.0	1000.0	1100.0	1200.0	1300.0	1400.0	1500.0	1600.0	1700.0	1750.0	1800.0	
Ground Lev. [m]	8.50	8.60	10.00	9.55	9.14	8.73	8.00	8.27	8.10	8.01	8.00	7.79	7.69	7.59	7.56	7.46	7.36	7.26	6.60	13.60	13.35
Invert lev. [m]	6.15	6.05	5.91	5.81	5.71	5.61	5.51	5.47	5.37	5.30	5.20	5.09	4.99	4.89	4.85	4.75	4.65	4.55	4.44	4.39	4.36
Length [m]	100.00	141.48	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	70.99	100.00	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	111.72	4.44	4.39	4.36
Diameter [m]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50			
Slope o/oo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			

PERFIL COL·LECTOR PARC



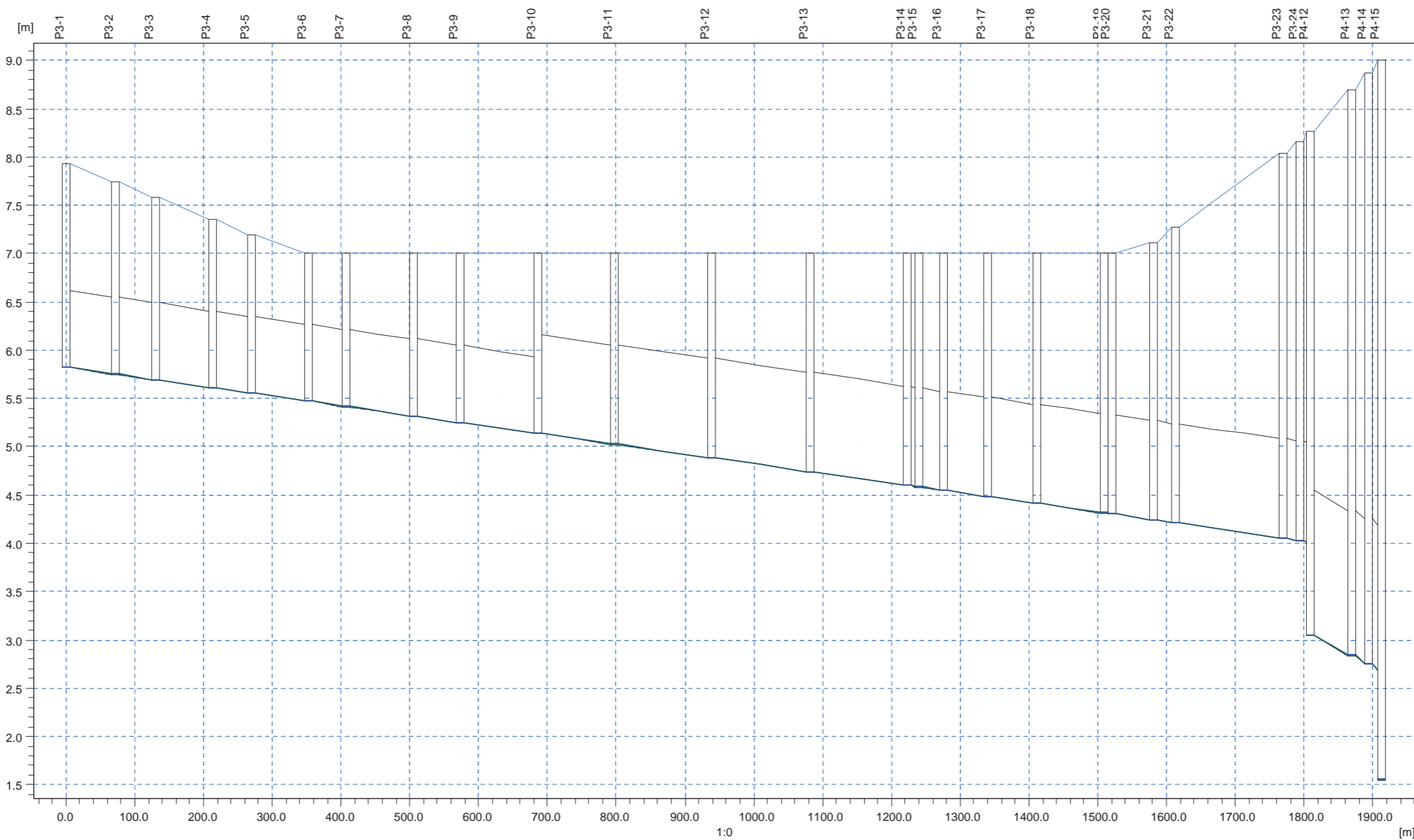
Ground Lev.	3.68	6.85	3.62	6.76	3.50	6.57	3.42	6.44	3.34	6.31	3.18	6.05	3.12	5.95	3.02	5.79	2.90	5.60	2.83	5.49	2.72	5.31	2.66	5.22	2.62	5.14	2.58	4.91	2.46	4.72	2.35	4.54	2.26	4.40	2.18	4.27	2.06	4.08	1.83	3.70	1.70	3.50	1.60	7.00			
Invert lev.																																															
Length			119.58		81.82		79.45		163.11		100.57		112.71		69.20		117.67		116.75		111.89		87.10		81.69		118.58		234.45		127.97		104.29														
Diameter	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
Slope o/oo	1.00	1.00	1.03	1.01	0.98	0.95	1.04	1.03	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		

PERFIL COL·LECTOR PERIMETRAL NORD

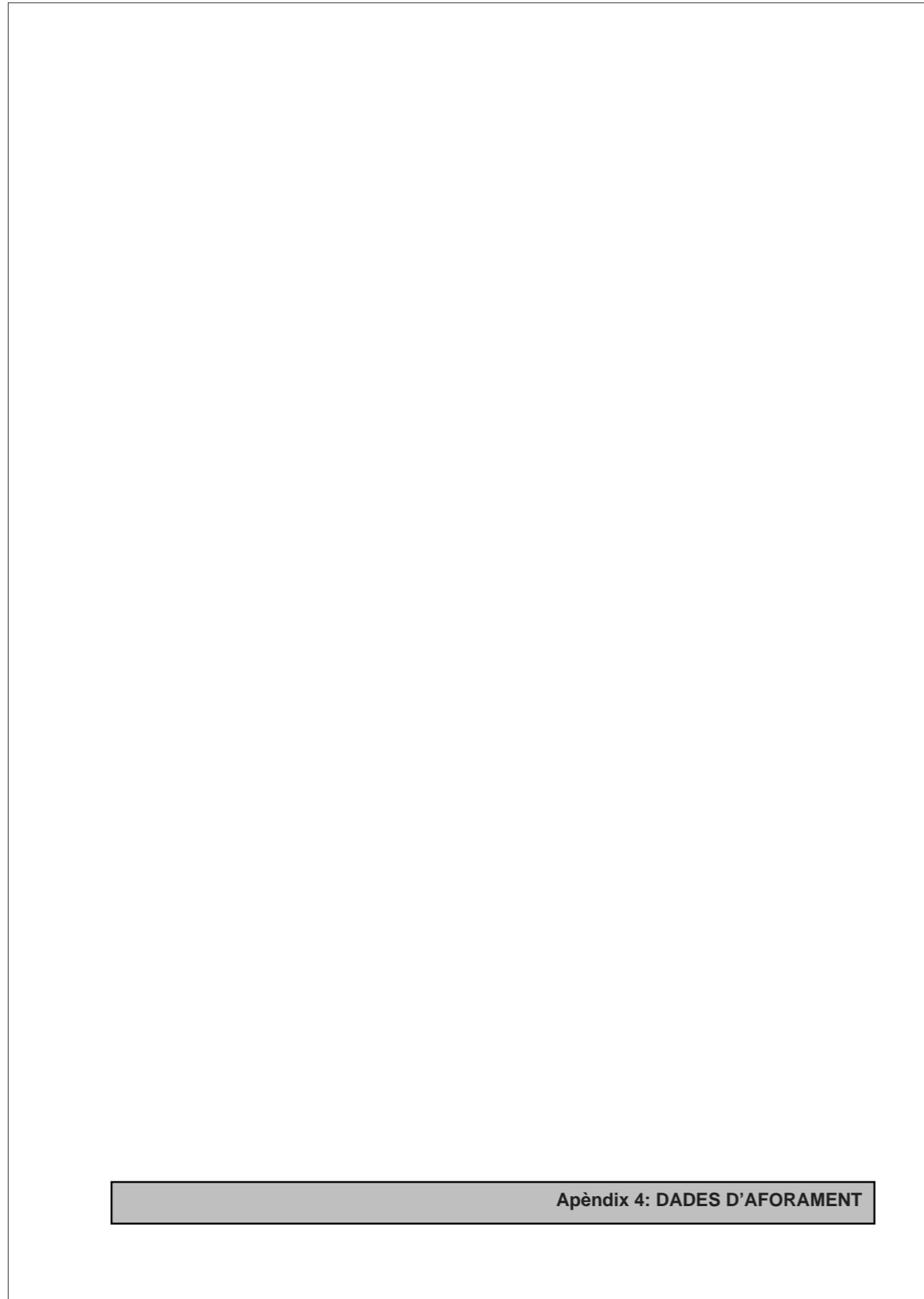


Ground Lev.	11.27	14.00	9.28	11.15	7.00	9.30	6.86	9.20	6.66	9.12	6.59	9.07	9.00	8.93	6.27	8.90	6.10	8.50	2.26	4.60	[m]
Invert lev.	11.27	14.00	9.28	11.15	7.00	9.30	6.86	9.20	6.66	9.12	6.59	9.07	9.00	8.93	6.27	8.90	6.10	8.50	2.26	4.60	[m]
Length		247.76			285.48		56.25	84.01	31.07						94.23		71.49			45.55	[m]
Diameter		0.80			1.20		1.50	1.50	1.50						1.50		1.50			1.50	[m]
Slope o/oo		8.00			8.00		2.40	2.40	2.40						2.40		2.40			2.40	[m]

PERFIL COL·LECTOR CONCA PERIMETRAL PARC

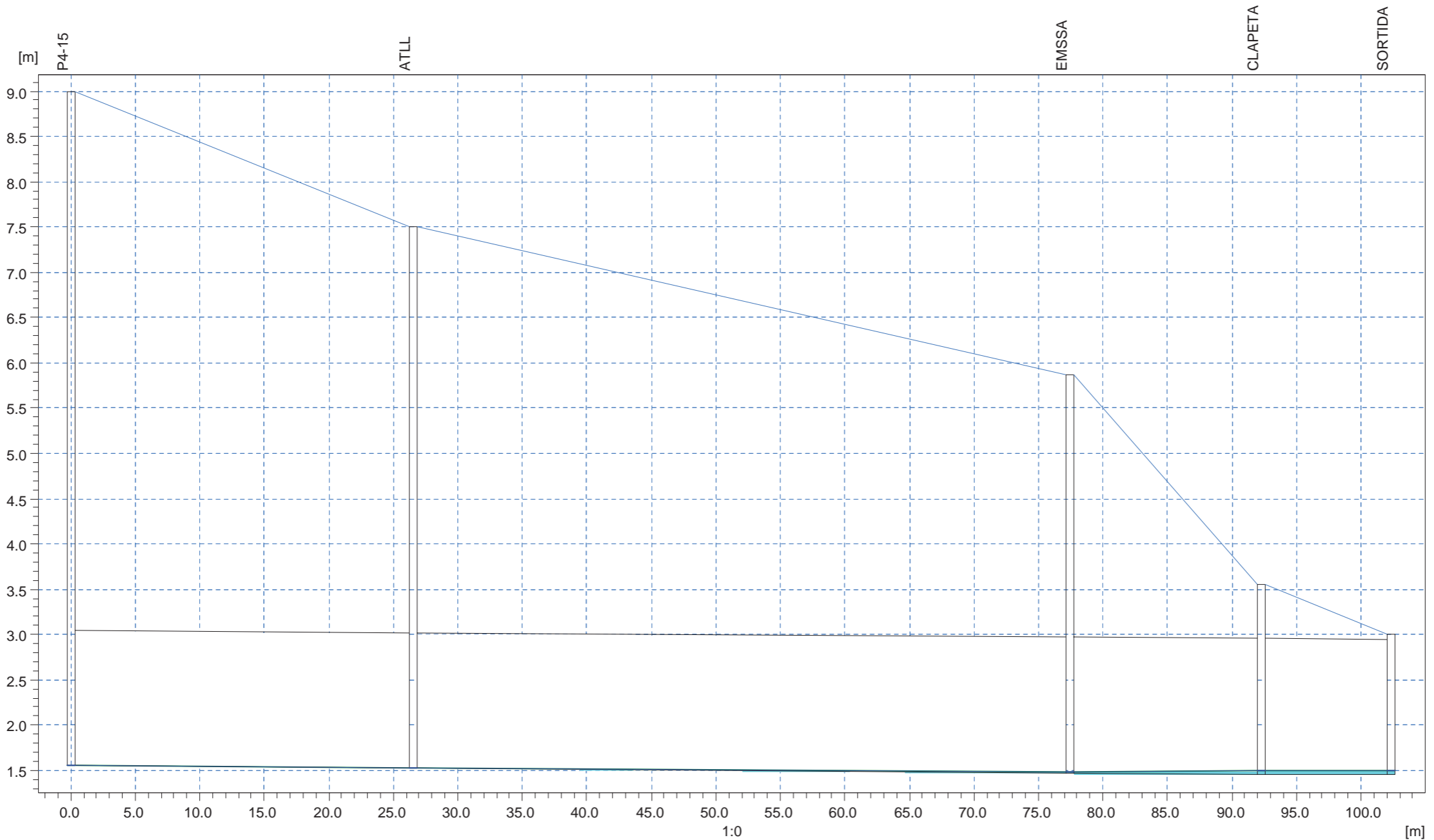


Ground Lev.	5.82	7.93	5.75	7.74	5.69	7.58	5.61	7.35	5.55	7.19	5.47	7.00	5.41	7.00	5.32	7.00	5.25	7.00	5.14	7.00	5.02	7.00	4.88	7.00	4.74	7.00	4.60	7.00	4.55	7.00	4.48	7.00	4.41	7.00	4.31	7.00	4.24	7.11	4.21	7.27	4.05	8.04	3.05	8.27	2.83	8.70		
Invert lev.	5.82	7.93	5.75	7.74	5.69	7.58	5.61	7.35	5.55	7.19	5.47	7.00	5.41	7.00	5.32	7.00	5.25	7.00	5.14	7.00	5.02	7.00	4.88	7.00	4.74	7.00	4.60	7.00	4.55	7.00	4.48	7.00	4.41	7.00	4.31	7.00	4.24	7.11	4.21	7.27	4.05	8.04	3.05	8.27	2.83	8.70		
Length	72.67	58.22	83.07	56.39	81.85	55.07	98.69	67.54	111.86	111.96	140.47	144.45	141.13	64.33	70.85	97.72	61.87	156.75	61.30																													
Diameter	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.50																													
Slope o/oo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.50																													



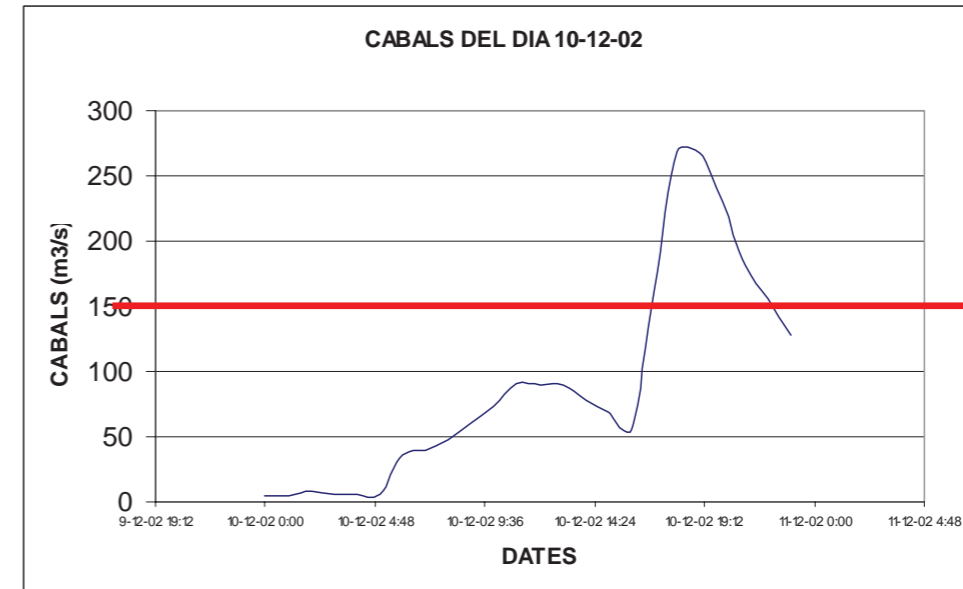
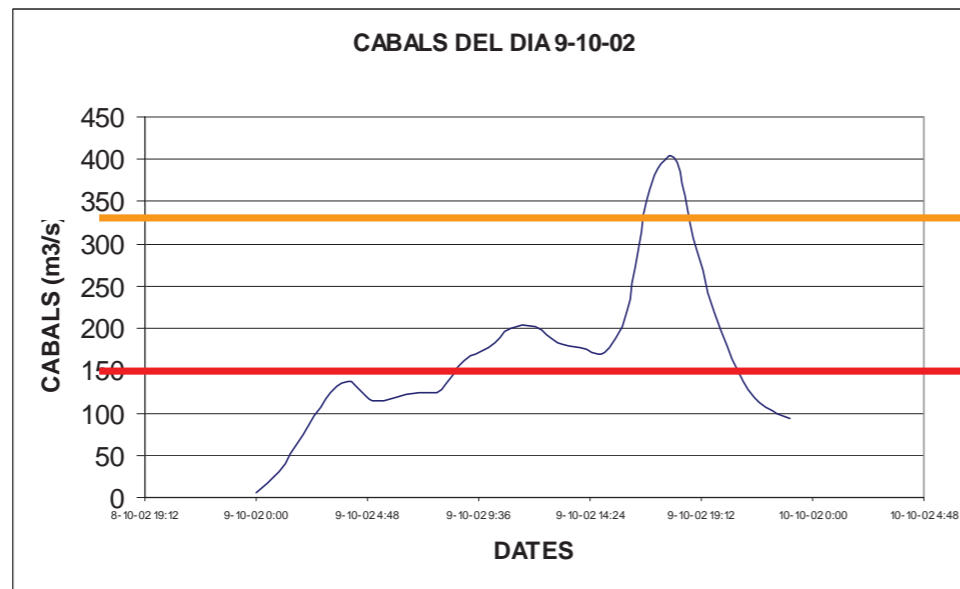
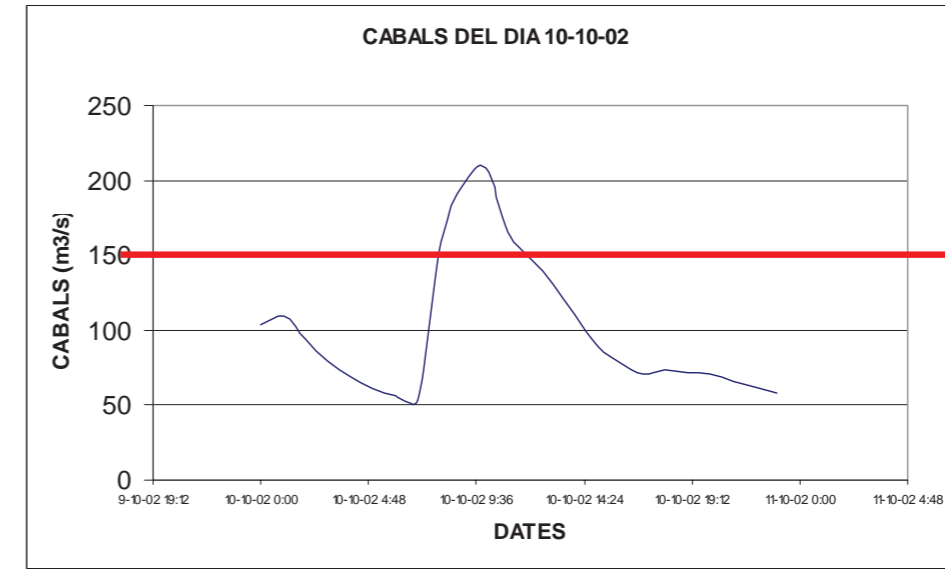
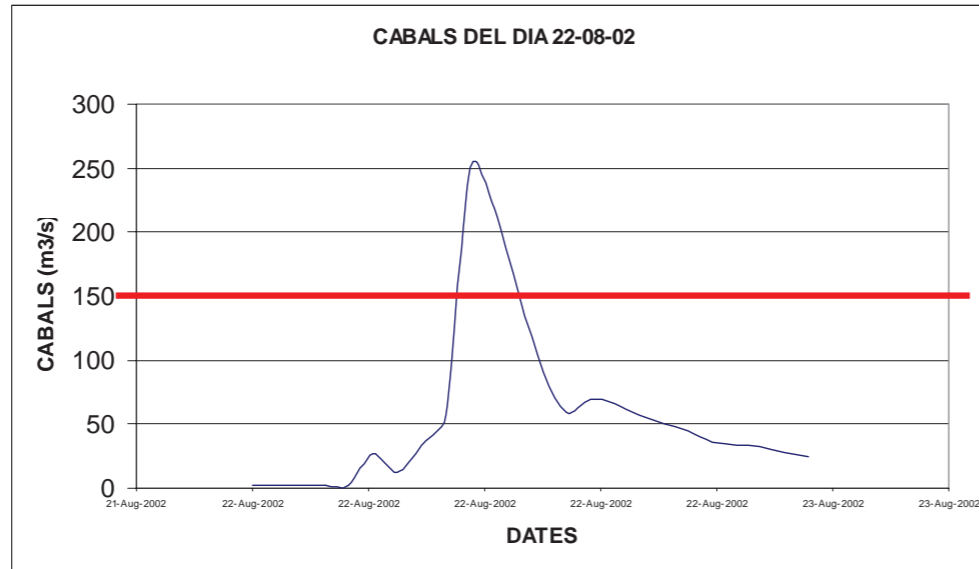
Apèndix 4: DADES D'AFORAMENT

PERFIL COL·LECTORS SORTIDA

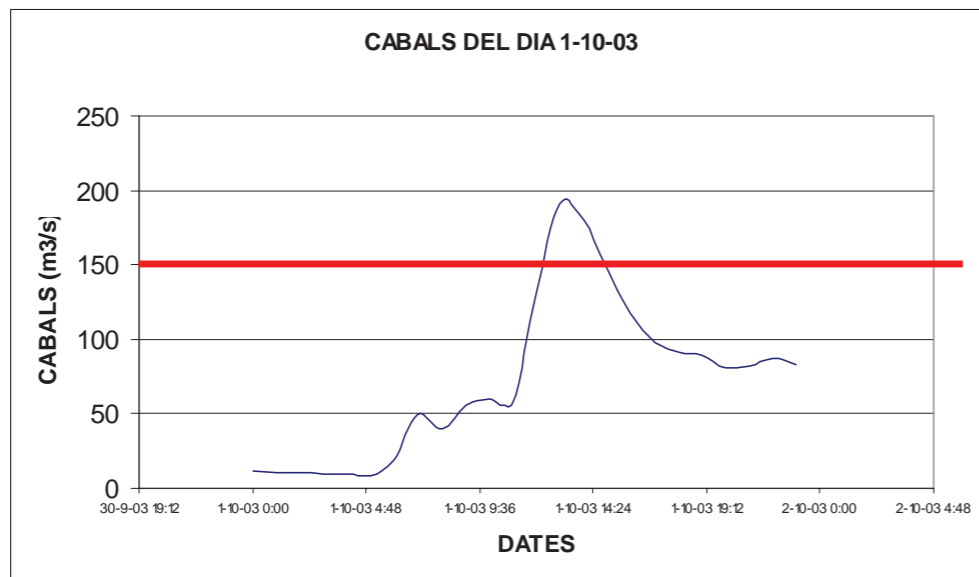
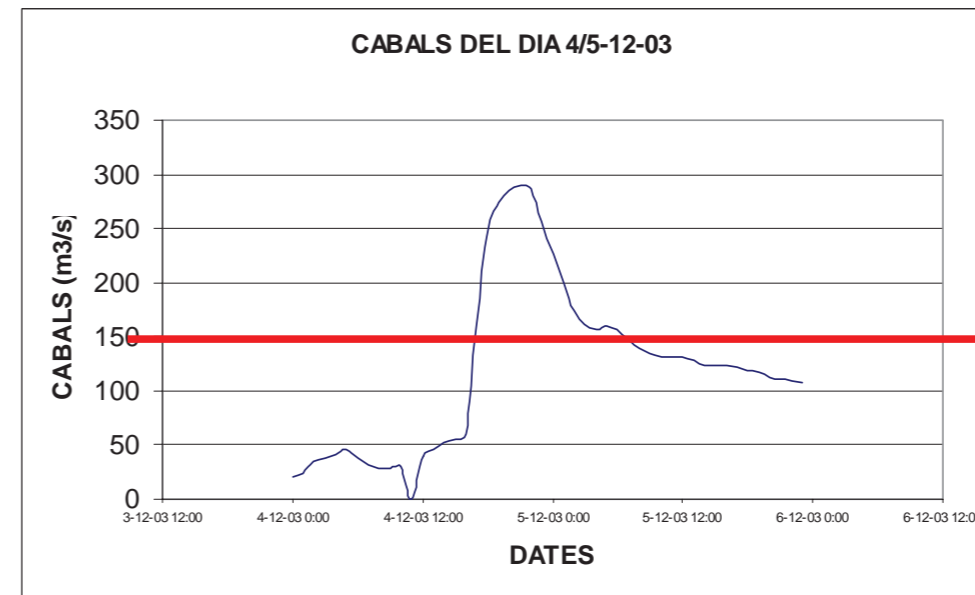
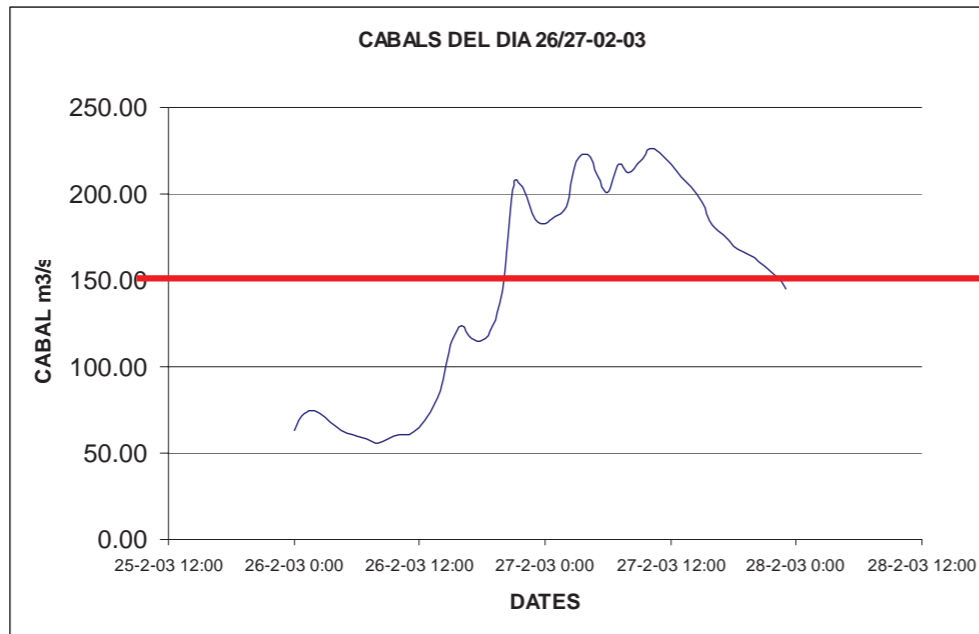


Ground Lev.	1.55	7.50		5.87		3.55			
Invert lev.	1.55	1.52		1.47		1.46			
Length	1.55	26.53		50.91		14.84		10.08	
Diameter	1.50	1.50		1.50		1.50		1.50	
Slope o/oo	1.00	1.00		1.00		1.00		1.00	

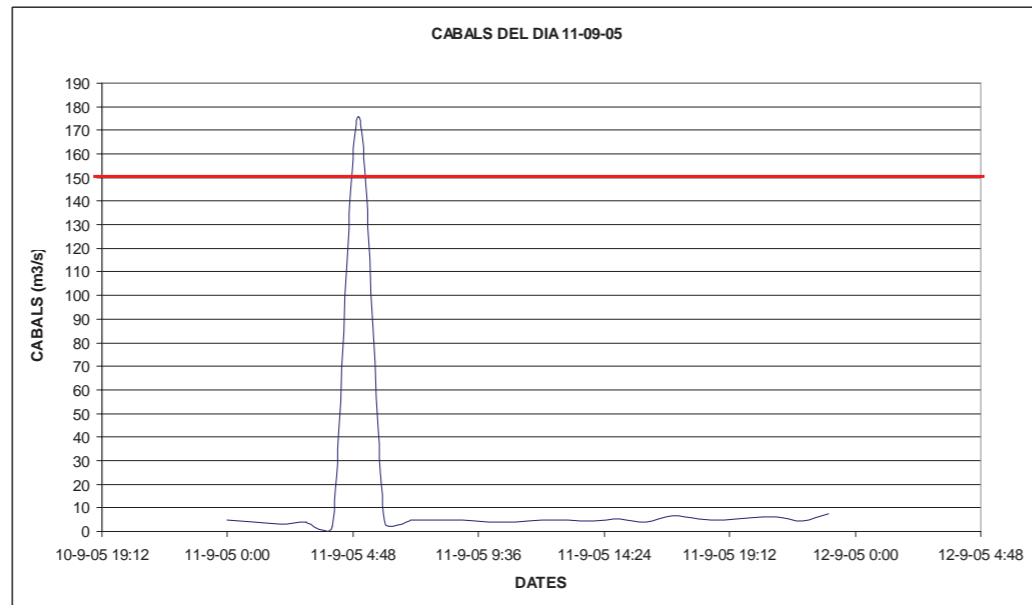
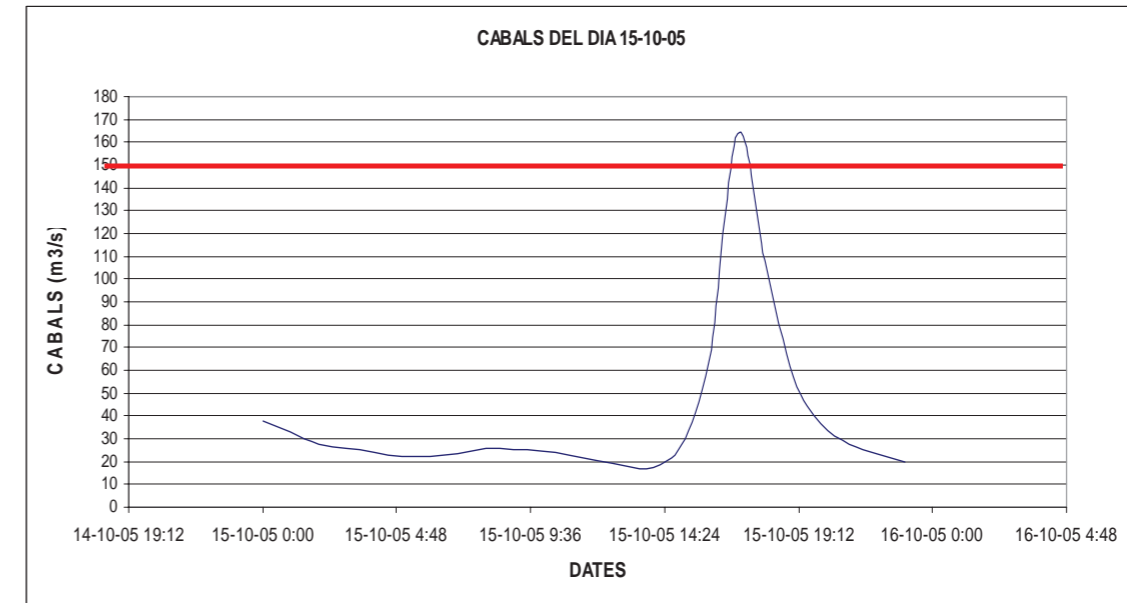
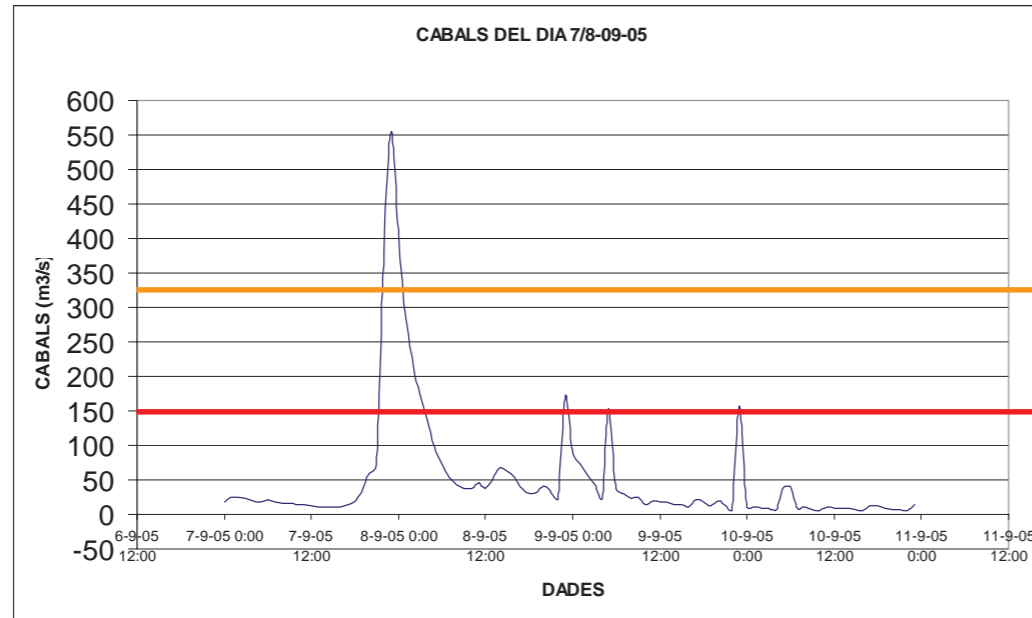
ANY 2002



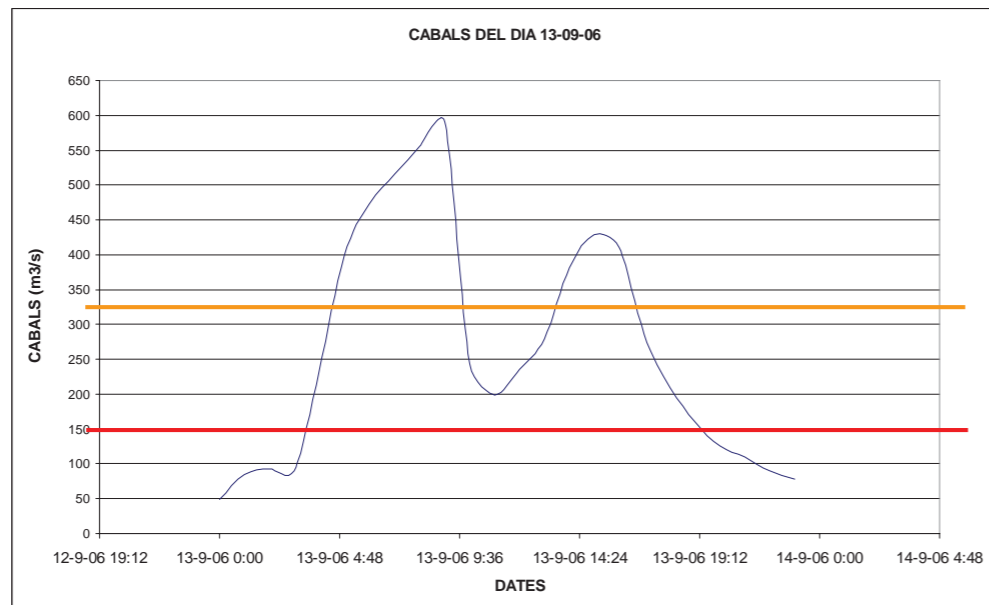
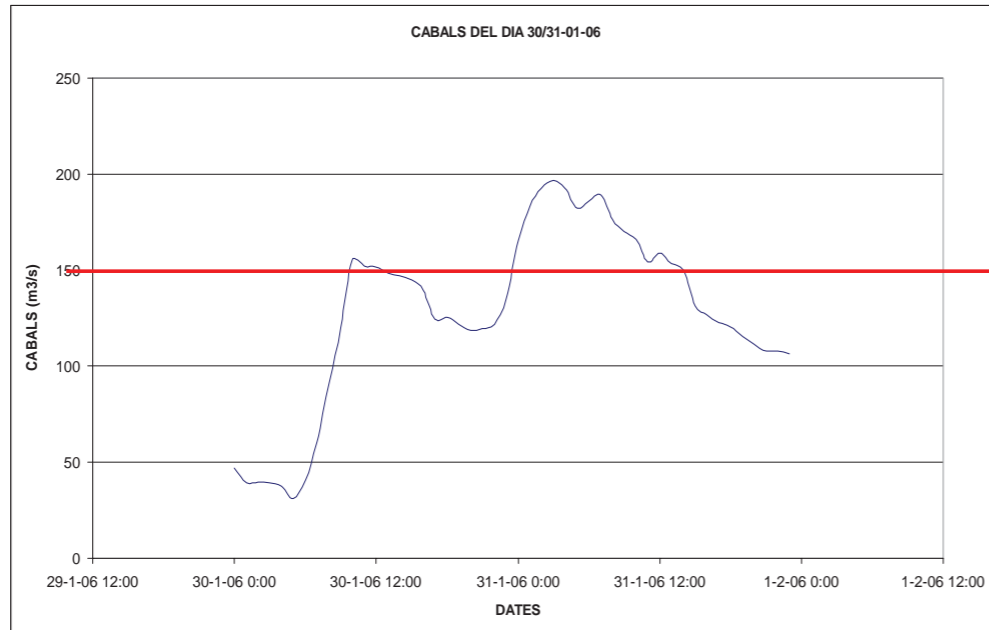
ANY 2003



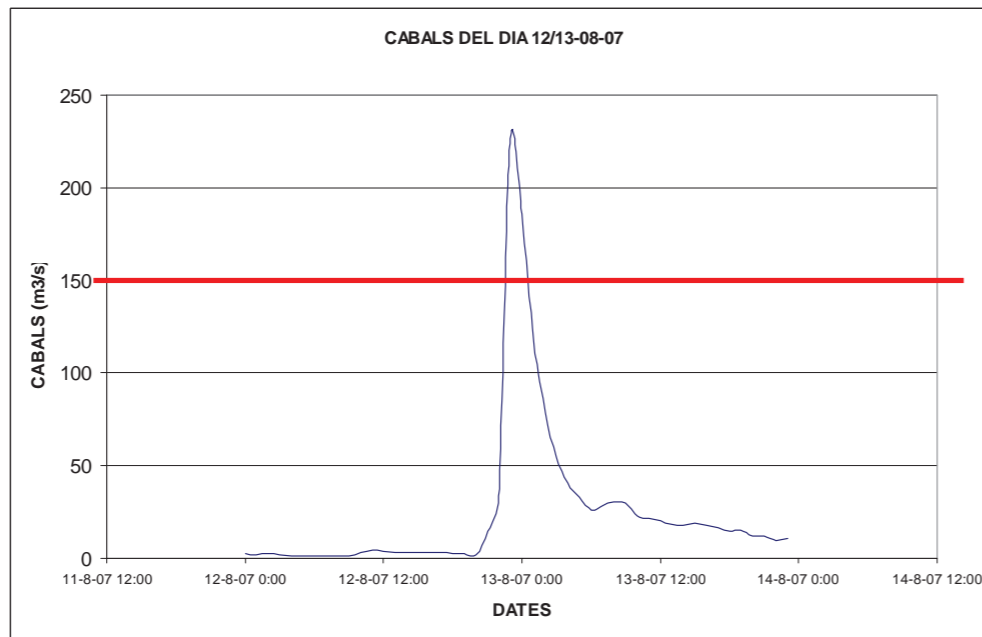
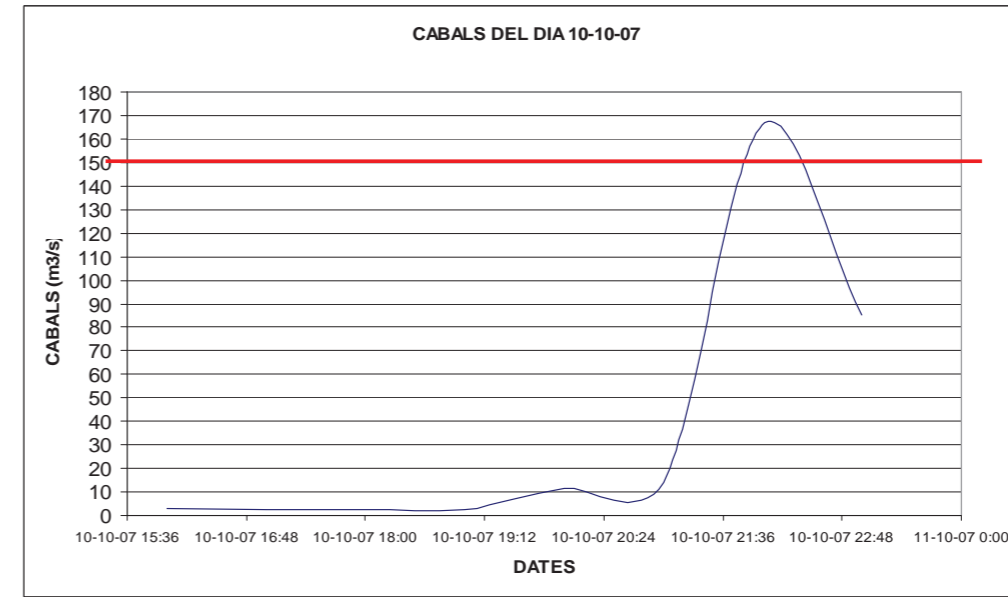
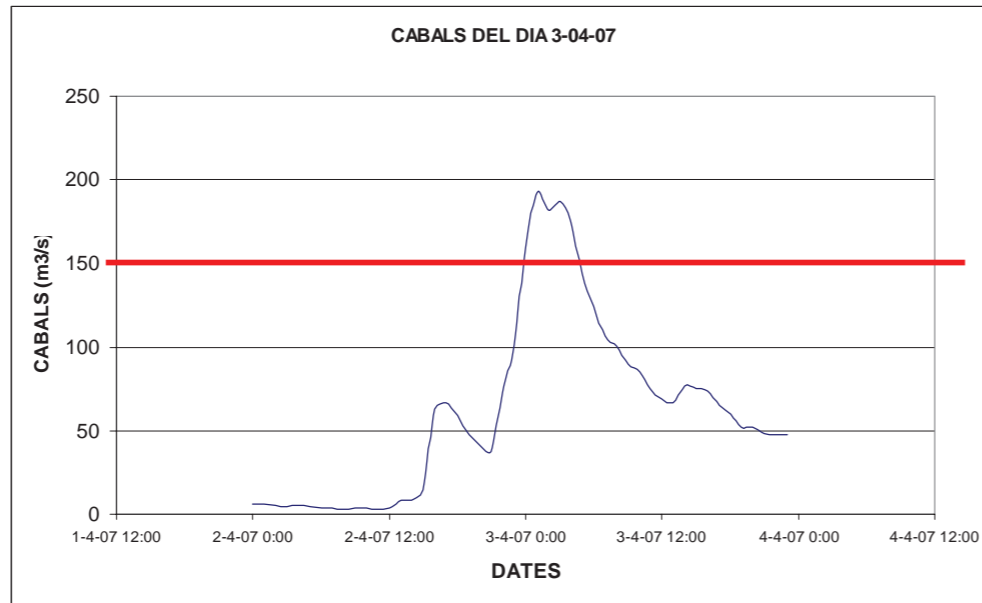
ANY 2005



ANY 2006



ANY 2007



ANY 2008

