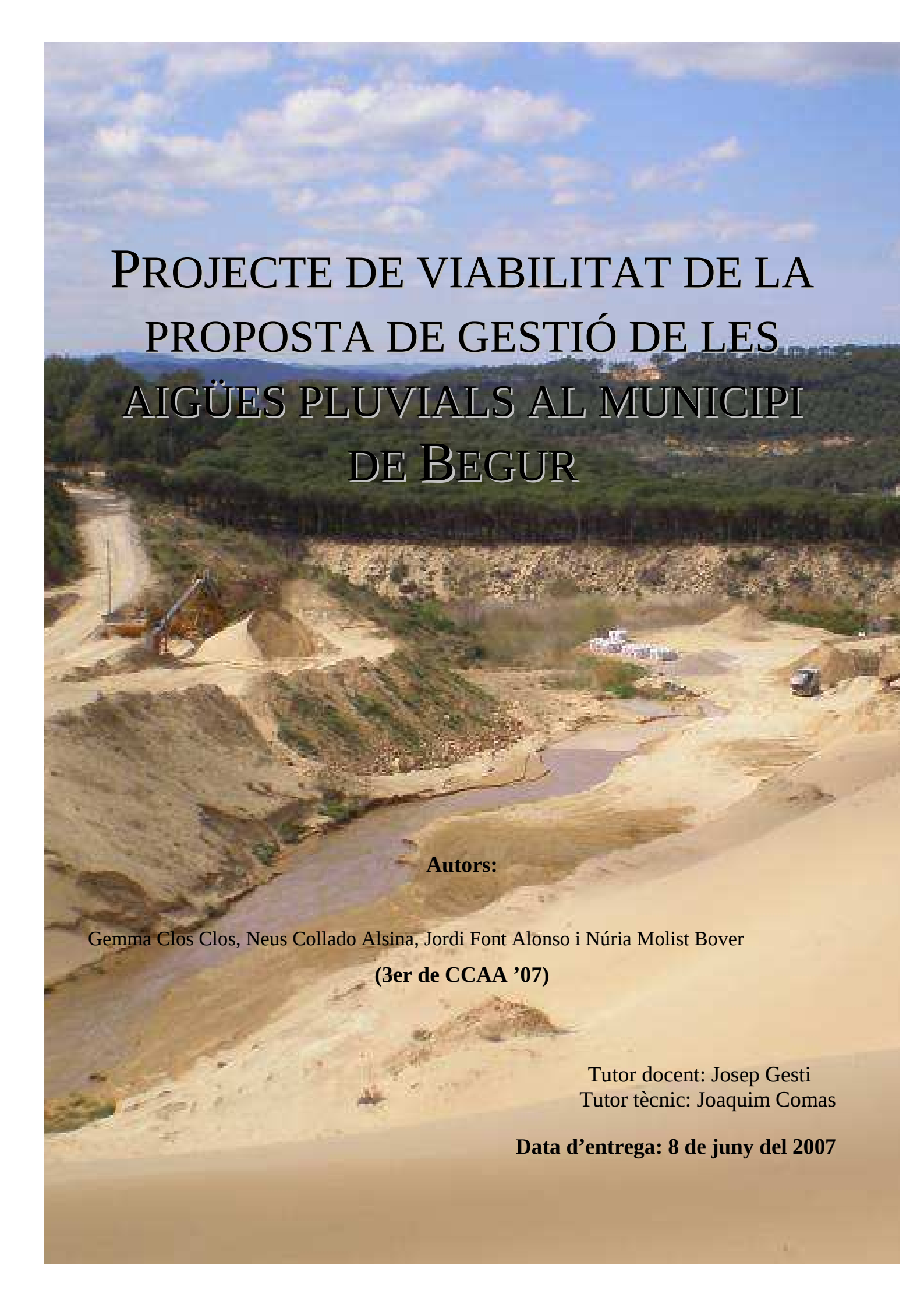




PROJECTE DE VIABILITAT DE LA PROPOSTA DE GESTIÓ DE LES AIGÜES PLUVIALS AL MUNICIPI DE BEGUR

Autors:

Gemma Clos Clos, Neus Collado Alsina, Jordi Font Alonso i Núria Molist Bover

(3er de CCAA '07)

Tutor docent: Josep Gesti
Tutor tècnic: Joaquim Comas

Data d'entrega: 8 de juny del 2007

Projecte de Viabilitat de la Proposta de Gestió de les Aigües Pluvials al Municipi de Begur

Autors: Gemma Clos Clos, Neus Collado Alsina, Jordi Font Alonso i Núria Molist
Bover.

Amb el vist-i-plau de:

Tutor tècnic

Tutor docent

Joaquim Comas Matas

Josep Gesti Perich

AGRAÏMENTS

Voldríem agrair especialment el suport, tant tècnic com moral, del nostre tutor tècnic Dr. Joaquim Comas, que tot i tenir una apretadíssima agenda sempre ens ha trobat un forat per dedicar-nos una estona. Per tant, ha estat la persona en la que més ens hem recolzat en els moments crítics. També apreciem molt l'ajuda que ens ha proporcionat la futura doctora, Elena Delfa, gràcies a la qual ens ha estat possible realitzar les tasques de modelització. D'altra banda, també agraïm de forma especial la col·laboració del Dr. Rogelio Linares, que tot i no tenir la funció de tutor tècnic ha exercit com a tal, dirigint-nos tota la part de prospecció geofísica, de la qual se'n endurà un bon record, i sempre recordarà als seus futurs alumnes, aquell "bocata de calamars" a les sorreres de Begur. També donar les gràcies a tots els nostres companys de pràctiques d'aquesta assignatura, amb l'ajuda dels quals va ser més amena la realització dels sondeigs elèctrics verticals a la zona d'estudi. Donar també les gràcies, al nostre tutor docent el Dr. Josep Gesti, pel seu seguiment al llarg de tot el procés i les seves recomanacions tècniques a l'hora d'estructurar el projecte en sí. Una altra peça clau a l'hora d'enfocar el projecte ha estat en Miquel Collado, ciutadà de tota la vida de Begur, el qual ens ha proporcionat una visió objectiva de la realitat a l'hora de tractar el problema en qüestió. A l'ajuntament de Begur, agrair-li el fet de proporcionar-nos totes les dades referents al municipi que ens han estat necessàries al llarg de tot el projecte, especialment a l'alcalde Carles Arnau per l'atenció que ens ha prestat. Finalment, destacar l'interès per part de la nostra companya Laia Parés, la qual s'ha ofert a fer una ullada final al projecte sencer, per tal d'aportar-nos una visió aliena del resultat final obtingut. Així doncs, a tots ells, gràcies per les estones dedicades, sense les quals, la realització d'aquest projecte no hagués estat el mateix.

L'aigua és, a pesar de la seva abundància global, un recurs escàs a moltes regions, a causa del repartiment desigual d'aquest recurs al planeta. Els economistes en general el consideren un bé econòmic, un factor de producció, i per tant la gestió de l'aigua queda reduïda a un problema de preu i de quantitat òptima per realitzar determinades activitats econòmiques i determinar quines fan un ús més eficient en termes monetaris, si s'entén per eficiència la capacitat d'obtenir el màxim benefici per unitat d'aigua emprada.

No obstant això, presentarem la gestió de l'aigua com un actiu social, com un patrimoni de la societat referida que facilita una forma de vida determinada i la utilització de la qual incideix de forma directa en el paisatge geogràfic. El fet que sigui considerada patrimoni de la societat comporta que el seu ús descansi sobre un marc legal que n'especifiqui les condicions d'utilització i de retorn al medi natural.

La captació, la conducció i la distribució de l'aigua tenen una relació directa amb l'organització de l'espai. El proveïment és l'associació nucli de població/aigua en un sentit ampli, i sobretot en els climes en els quals l'escassetat de precipitacions és notable. D'altra banda, l'aigua permet una agricultura més rendible i també pot ser considerada i utilitzada com una força motriu de primer ordre. En definitiva, el fet de conèixer les formes de gestió més eficaç, en una època en la qual la societat en general està més conscienciada de la importància i de l'escassetat de l'aigua, és una qüestió important en el debat científic actual en relació amb aquest recurs. En resum, la gestió de l'aigua ha estat sempre molt unida a una organització social, a una civilització, a una forma de fer i de ser.

*“Consideracions geogràfiques i històriques sobre l'aigua i la seva gestió”
Javier Martín Vide i Josep Antoni Plana Castellví*

ÍNDEX

0. PRESENTACIÓ.....	1
1. INTRODUCCIÓ	3
1.1. ANTECEDENTS	3
1.2. DIRECTIVA MARC DE L'AIGUA	4
1.3. PROBLEMÀTICA DE LA GESTIÓ DE LES AIGÜES PLUVIALS, DIPÒSITS I SOLUCIONS	7
1.3.1 PROBLEMÀTICA DE L'AIGUA A LES CIUTATS.....	7
1.3.2 SISTEMES SEPARATIUS I UNITARIS DE LA XARXA DE DRENATGE	10
1.3.3 DIPÒSITS PER LA RETENCIÓ D'AIGÜES PLUVIALS	11
1.3.4 SOLUCIONS A LA PROBLEMÀTICA DE L'AIGUA A LES CIUTATS	14
2. OBJECTIUS.....	21
3. ESQUEMA METODOLÒGIC.....	23
4. METODOLOGIA DE TREBALL	25
4.1. RECOPIACIÓ DE DADES I REONEIXEMENT DE LA ZONA D'ESTUDI.....	25
4.2. METODOLOGIA DE RECOLLIDA DE LES DADES METEOROLÒGIQUES	26
4.3. TREBALL DE CAMP	26
4.3.1 CARTOGRAFIA	26
4.3.2 PROSPECCIÓ GEOFÍSICA.....	27
4.3.3 ANÀLISI DE LES AIGÜES IN-SITU	27
4.4. TREBALL DE LABORATORI.....	28
4.4.1 ANÀLISI DE LES AIGÜES EX-SITU	28
4.5. TREBALL DE GABINET	29
4.5.1 VALORACIÓ, ANÀLISI I INTERPRETACIÓ DE LES DADES RESULTANTS.....	29
4.6. DETERMINACIÓ DE LA VALIDESA DE LA PROPOSTA TRACTADA	30
4.7. REDACCIÓ DE LA MEMÒRIA.....	30
4.8. FONAMENTS DEL PROGRAMA UTILITZAT EN LA MODELITZACIÓ	30
5. CARACTERÍSTIQUES DEL MUNICIPI	35
5.1. SITUACIÓ GEOGRÀFICA I DEMOGRAFIA	35
5.2. CLIMATOLOGIA I HIDROLOGIA	39
5.3. USOS DEL SÒL	41
5.4. SA RIERA.....	43
5.4.1 DESCRIPCIÓ DE LA CONCA DE SA RIERA	44
5.4.2 ESTUDIS AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA REFERENTS A LA PLATJA DE SA RIERA.....	45
6. DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL.....	55
7. ALTERNATIVA PROPOSADA	59
7.1. ESTUDIS DE VIABILITAT DE LA PROPOSTA	60
7.1.1 ANÀLISI D'AIGÜES	60
7.1.1.1 Introducció	60

7.1.1.2	Legislació d'aigües	64
7.1.1.3	Paràmetres a analitzar	67
7.1.1.4	Presa de les mostres d'aigua	68
7.1.1.5	Mètodes d'anàlisi de les aigües.....	69
7.1.1.6	Resultats	83
7.1.1.7	Conclusions.....	85
7.1.2	ESTUDI DE LA GEOMETRIA DE LA VALL FOSSILITZADA DE SORRES	88
7.1.2.1	Introducció	88
7.1.2.2	Antecedents.....	89
7.1.2.3	Metodologia i fonaments de la geofísica	90
7.1.2.4	Medi geològic	103
7.1.2.5	Corbes de camp obtingudes	106
7.1.2.6	Valors de resistivitat de diferents materials naturals	110
7.1.2.7	Interpretació de dades geofísiques	111
7.1.2.8	Conclusions.....	114
7.2.	CONCLUSIONS GENERALS.....	117
8.	MODELITZACIÓ	119
8.1.	CARACTERÍSTIQUES DEL MODEL	119
8.2.	SIMULACIÓ DELS DIFERENTS ESCENARIS.....	121
9.	EXPLICACIÓ DETALLADA DE LA PROPOSTA.....	127
10.	VERIFICACIÓ	131
11.	LÍNIES DE TREBALL FUTURES.....	135
12.	PRESSUPOST.....	137
13.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	139
14.	ANNEXES	145

0. PRESENTACIÓ

Com a ambientòlegs que som i coneixedors de la importància que té un recurs tant escàs com l'aigua, hem cregut convenient enfocar el nostre projecte en aquest camp i portar-lo a terme responnent a les nostres inquietuds.

La idea d'indagar en aquest projecte va sorgir arrel d'assabentar-nos d'un problema real que s'estava mirant de solucionar al municipi costaner de Begur. El problema en sí ve donat per les avingudes d'aigua originades per les pluges torrencials que es donen al municipi que, al no disposar d'un bon sistema de canalització, acaben baixant pel rec de Sa Riera a gran velocitat i arrossegant tot el que es troben al seu pas, provocant així una important acumulació de sediments al arribar a la desembocadura de la riera, que resulta coincidir amb la ubicació d'una plaça recentment reconstruïda. Així doncs, són molts els diners que s'acaben destinant al manteniment d'aquesta, com a conseqüència d'una mala gestió de les esmentades avingudes d'aigua. Un altre aspecte a tenir en compte és el gran interès turístic de la zona afectada que, per tant es converteix en un incentiu més a l'hora d'aplicar mesures correctores per tal de gestionar el problema.

El que des de l'Ajuntament es pretén gestionar, doncs, són aquestes riuades que es donen amb els episodis de pluja torrencial que afecten al municipi. La proposta inicial, per part de l'Ajuntament va ser la de construir un dipòsit de grans dimensions, amb la finalitat de retenir aquestes grans masses d'aigua, esporàdiques però intenses, que posteriorment haurien de ser enviades mar endins mitjançant emissaris.

És a partir d'aquest plantejament d'on ens sorgeix la idea de buscar una proposta alternativa, de caire més ambientalment sostenible, a l'hora de trobar una solució viable al problema en qüestió. Ho dissenyem així ja que s'aposta per un projecte en el qual s'hi contempla un aspecte tan bàsic i de sentit comú com és el de l'aprofitament d'aquesta aigua.

Així doncs, en aquest projecte s'espera tractar una sèrie de disciplines que vagin des d'un àmbit més bibliogràfic i teòric, passant per un imprescindible treball de camp experimental fins arribar a una anàlisi i interpretació dels resultats obtinguts, que ens permetran acabar verificant la viabilitat de la proposta tractada.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ANTECEDENTS

En els últims anys, degut a problemes de sequeres estivals i disminució de precipitacions, s'han començat a aplicar bones pràctiques ambientals en la gestió de l'aigua. A nivell de Catalunya ja se n'han fet i per tant, s'estan duent a terme en diversos municipis.

Es vol seguir el perfil marcat per la directiva marc de l'aigua (2000/60/CE); aprovada a finals del 2000 per part de la Comissió i del Parlament Europeu. Aquesta normativa europea intenta donar un marc d'actuació comuna sobre la gestió de l'aigua a tots els estats membres de la Unió Europea. La DMA proposa la regulació de l'ús de l'aigua i dels espais associats a partir de la capacitat que aquests tenen de suportar diferents tipus de pressions i impactes. D'aquesta manera, es pretén promoure i garantir l'explotació i ús del medi de manera responsable, racional i sostenible.

A ciutats tant Espanyoles com Catalanes, des de fa bastants anys s'ha seguit la tònica en les zones urbanes de tenir una elevada superfície de zona pavimentada amb formigó o enrajolada, com a manera de planificar els espais oberts, provocant així, grans extensions de superfície impermeable. La idea de molts municipis és la de recuperar aquestes zones com a superfícies aptes per la infiltració d'aigua, ja sigui directament, convertint-les en zones verdes, o recobrint-les amb algun tipus de paviment porós que permeti el pas de l'aigua. D'altra banda, també es duen a terme mesures per tal de regular l'escorrentia superficial, mitjançant la retenció i emmagatzematge temporal de l'aigua en depressions del terreny; d'aquesta manera, tansols l'aigua que excedeix la capacitat d'aquestes depressions és la que continua fluent per la llera.

Un exemple pràctic és el cas de Granollers del Vallès, on des de fa anys es duen a terme mesures de millora de la xarxa de drenatge i de la superfície urbana, per tal de millorar l'aprofitament de l'aigua. S'utilitzen diferents tipus de tècniques per assolir la reducció d'aquestes zones impermeables, seguint el perfil explicat anteriorment.

1. Introducció

En el cas de Begur, degut als problemes d'inundació durant episodis de pluges torrencials, ja s'han aplicat diverses mesures en el mobiliari urbà, com seria l'aplicació d'infraestructures per millorar l'infiltració de l'aigua. Tanmateix, en punts concrets del municipi s'està treballant per tal de minimitzar l'impacte d'aquestes pluges. Des de l'empresa privada Sorea, s'ha presentat un Pla Director amb el propòsit de gestionar les aigües pluvials, partint de la construcció d'un dipòsit a la sortida del nucli antic per tal d'emmagatzemar la gran quantitat d'aigua recollida en períodes relativament curts de temps; d'aquesta manera, l'aigua podrà ser alliberada paulatinament, disminuint la seva velocitat i evitant els actuals impactes que s'ocasionen en aquestes circumstàncies a la platja de Sa Riera.

Cal tenir en compte, però, que l'Ajuntament contempla la possibilitat d'aplicar altres alternatives per millorar aquesta gestió, com són; la primera d'elles, la desviació de l'aigua pluvial a la platja d'Aiguafreda, la qual presenta unes característiques geològiques favorables per minimitzar el fenomen d'arrossegament de sediments ja que es tracta d'una zona rocosa. L'altra proposta que hi ha sobre la taula, és la de focalitzar un punt determinat baixant a Sa Riera, presumiblement passat el convent pròxim al casc urbà, per tal d'ubicar-hi uns murs de contenció que mitjançant el sobreiximent, freni l'arrossegament de les dites aportacions fluvials.

Cal destacar també, les millores que s'estan duent a terme en el municipi actualment; un dels aspectes que s'està tractant de manera més concisa és el de rehabilitar zones amb sistema separatiu de la xarxa de drenatge, per tal de fer possible la separació de l'aigua residual i la pluvial, i així poder-ne millorar la gestió d'ambdues.

1.2. DIRECTIVA MARC DE L'AIGUA

Aquesta nova Directiva Marc segons el que especifica la Política d'Aigües de la Comunitat Europea (DMPA), aprovada pel Parlament Europeu i el Consell el 23 d'octubre de 2000 i publicada al DOCE el 22 de desembre de 2000 (2000/60/CE), comporta un gir important pel que fa al concepte de gestió, protecció i planificació de l'ús de l'aigua i el conjunts d'espais associats a aquest medi, tant a les masses d'aigua continental (superficials i subterrànies), com les costaneres i les de transició.

Aquest canvi de visió de l'aigua únicament com a recurs hidràulic i comercial, es basa en

contemplar les aigües com a part estructural i funcional indispensable del medi natural i integrat, tanmateix incloent-lo dins un marc d'ús i gestió sostenible.

Així doncs, l'entrada en vigor d'aquesta Directiva condicionarà un seguit de canvis des del punt de vista normatiu, tant a nivell estatal com autonòmic, així com en la planificació, gestió i control, de manera integrada, de les masses d'aigua continentals i costaneres, a partir de les autoritats competents de les respectives demarcacions hidrogràfiques. A més a més, també origina un ambiciós calendari de treballs a realitzar per tal d'implantar progressivament els objectius i requeriments de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA):

- **Finals de 2003:** Delimitació de la Demarcació Hidrogràfica (Art. 3).
- **Finals de 2004:** Caracterització de la Demarcació Hidrogràfica, anàlisi de l'estat del medi (pressions i impactes), risc d'incompliment d'objectius de la DMA, i anàlisi econòmica (Arts. 5, 6 i 7).
- **Finals de 2006:** Programa de Seguiment (Art. 8). Es revisarà i integrarà al Pla de Gestió de la Demarcació Hidrogràfica.
- **Finals de 2009:** Programa de Mesures per tal d'assolir els objectius de la DMA (Art. 11). Es redactarà i aprovarà abans de finals de 2009, les mesures seran operatives abans de finals de 2012, i es revisarà, a més tardar, abans del 22 de desembre de 2015 i posteriorment cada sis anys.
Pla de Gestió de la Demarcació Hidrogràfica (Art. 13). El Pla de Gestió es publicarà i entrarà en vigor abans del 22 de desembre de 2009, i s'actualitzarà abans del 22 de desembre de 2015 i posteriorment cada 6 anys. La redacció del Pla comptarà amb un procés de participació pública seguint el principi de transparència.
- **Finals de 2015:** Assoliment del bon estat de les masses d'aigua (Art. 4).

Per tal d'implantar els diferents criteris i objectius establerts en la Directiva Marc de l'Aigua, caldrà realitzar un seguit d'estudis que acabaran donant lloc a Plans i Programes, que un cop sintetitzats esdevindran el Pla de Gestió. Aquests estudis i treballs a realitzar hauran de basar-se en els 4 principis bàsics de la Directiva, i és a partir d'aquest principis que es fonamentarà i articularà el procediment d'implantació de la DMPA.

Aquests principis, doncs, s'especifiquen a continuació:

1. Introducció

- 1) Principi de no deteriorament i manteniment del Bon Estat de les masses d'aigua superficials i subterrànies
- 2) Principi d'enfocament combinat de la contaminació i gestió integrada del recurs
- 3) Principi de participació social i transparència en les polítiques de l'aigua
- 4) Principi de plena recuperació de costos en la gestió dels recursos i dels espais aquàtics

D'altra banda, cal esmentar que el principal objectiu d'aquesta Directiva Marc es basa en l'assoliment del bon Estat Ecològic dels sistemes aquàtics superficials i el Bon Estat Químic i Quantitatiu de les aigües subterrànies. D'aquesta manera, la gestió i planificació dels recursos hídrics i del conjunt d'espais associats s'ha de desenvolupar sota els següents condicionants:

Prevenir el deteriorament de l'estat de les aigües des de l'entrada en vigor de la DMPA (finals de 2000). Arribar al bon estat de les aigües sota l'enfocament combinat i la gestió integrada, i amb elements d'anàlisi que ens mesurin l'estructura i el funcionament de l'ecosistema (en el cas de les aigües superficials) i la bona qualitat química i equilibri quantitatiu sostenible (en el cas de les aigües subterrànies), abans de finals de 2015.

L'Estat Ecològic és una expressió que fa referència a l'estructura i funcionament dels ecosistemes aquàtics (anàlisi integrat), aplicable a les masses d'aigua superficials (tret de les molt modificades i artificials).

D'altra banda, el *Potencial Ecològic* es refereix també a l'estructura i funcionament dels sistemes aquàtics, però aquesta vegada molt modificades i artificials (anàlisi integrat), que es mesura d'acord amb la massa d'aigua superficial més semblant.

Per últim, l'*Estat Químic i Quantitatiu* és una expressió de la composició i qualitat química i del balanç quantitatiu dels sistemes subterranis (de manera separada), aplicable a les masses d'aigua subterrànies.

L'Estat Ecològic d'una massa d'aigua es divideix en 5 nivells de qualitat, el Potencial Ecològic es divideix en 4 nivells de qualitat, i l'Estat Químic i Quantitatiu d'una massa d'aigua subterrània es divideixen en 2 nivells de qualitat:

Aigües superficials				Aigües subterrànies	
Color identificatiu	Estat Ecològic	Color identificatiu	Potencial Ecològic	Color identificatiu	Estat Químic i Quantitatiu
	Molt bo				
	Bo		Bo		Bo
	Mediocre		Mediocre		
	Deficient		Deficient		
	Dolent		Dolent		Dolent

Taula 1: Nivells de qualitat per determinar l'Estat Ecològic

Principals tasques en l'aplicació de la directiva Marc de l'Aigua

Delimitació de la Demarcació Hidrogràfica i assignació de l'Autoritat Competent

Estudi de caracterització i tipificació del medi

Anàlisi econòmica i estudi de la incidència i recuperació

Inventari de zones protegides

Programa de Seguiment i Control

Programa de Mesures

Redacció del Pla de Gestió

1.3. PROBLEMÀTICA DE LA GESTIÓ DE LES AIGÜES PLUVIALS, DIPÒSITS I SOLUCIONS

1.3.1 PROBLEMÀTICA DE L'AIGUA A LES CIUTATS

Les ciutats, tot hi no ser un sistema natural presenten una gran complexitat comparable a una zona rural, ja que si comparem una conca urbana amb una de rural, la principal diferència recau en la superfície sobre la qual incideix la pluja. El principal problema sorgeix de la tendència al plantejament urbanístic lligat a l'ús excessiu d'asfalt, paviment, etc. fet que provoca la brusca i desmesurada substitució de zones permeables per impermeables.

Quan plou, tot i que les zones urbanes estan preparades perquè l'aigua circuli per la superfície, intentant retenir-la el més ràpid possible per minimitzar possibles danys, l'aigua segueix diferents trajectòries: escorrentia dels teulats d'edificis i carrers, evaporació o retenció en depressions o irregularitats del terreny, etc. Així doncs, amb pluges d'important intensitat, l'aigua excedent o

1. Introducció

sobreeixida, circularà per paviment avall, directament fins al sistema de clavegueram. Tanmateix, l'aigua arrossega partícules i fluids presents en les superfícies exposades, com seria el cas de pols orgànica i inorgànica present a les teulades, entre d'altres.

Tanmateix, també cal tenir en compte la gran velocitat a la que pot arribar a circular l'aigua a l'anar baixant per la superfície de les ciutats, degut a que els materials són llisos i presenten una elevada impermeabilitat. Aquest fet comporta que la concentració d'aigua en una zona urbana sigui molt superior a la d'una rural, ja que en una zona urbana, pel que fa a capacitat d'assimilació, es parla de minuts, i en una rural es pot parlar d'hores o dies. Un cas en el qual s'aprecia aquesta clara diferència és quan es donen episodis de pluges curtes i intenses en una conca urbana, que poden arribar a provocar greus inundacions; fet que difereix significativament en el cas d'una conca rural, en la qual no arribaria a provocar grans modificacions en el cabal.

Entre les diferències pel que fa als àmbits urbans respecte els rurals, podem destacar l'augment de la contaminació. Tanmateix, és necessari tenir en comte que la morfologia de la ciutat pot provocar alteracions en la climatologia de l'àrea, com pot ser disminució de la velocitat del vent, augment de la humitat, entre d'altres. Tot i així no es veu un lligam important entre un augment de la precipitació i aquests canvis produïts per les zones urbanes.

Pel que fa a la xarxa de drenatge, les zones urbanes de les rurals es diferencien perquè en les urbanes estan enterrades i són artificials, implicant així que la xarxa sigui més regular, amb seccions i pendents conegudes. Es tracta d'un flux no permanent, el qual combina trams de velocitat elevada amb zones més lentes, a més de combinar zones on es varia el cabal amb d'altres on el flux circula en làmina lliure. Cal destacar que es donaran cabals d'una certa magnitud amb més freqüència de la que seria habitual en una zona rural adaptada en aquest clima.

Per resumir, l'aigua de la pluja que cau sobre zones urbanitzades ho fa sobre àrees que presenten una elevada impermeabilitat, amb poca vegetació, i per tant, augmenta el factor d'escorrentia, evitant que l'aigua s'infiltri com ho faria en condicions naturals. Posteriorment, aquesta aigua, és introduïda al sistema de clavegueram i transportada aigües avall mitjançant la xarxa de drenatge. Finalment s'obtenen uns volums d'escorrentia i cabals puntuals superiors als corresponents al medi rural.

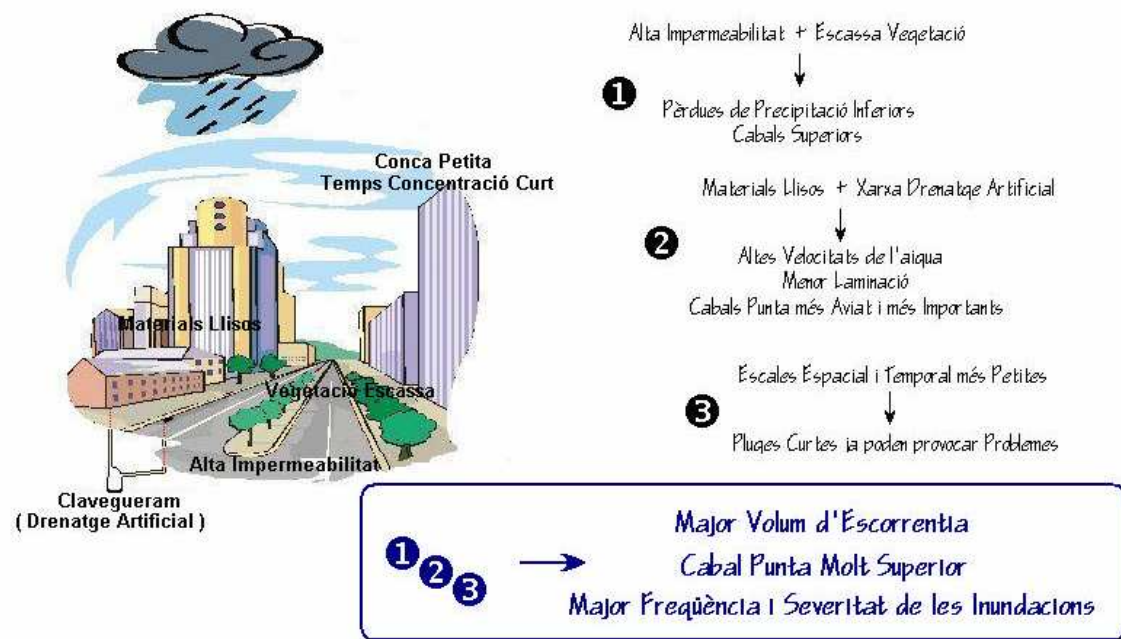


Figura 1: El Cicle de l'Aigua en Medi Urbà

D'altra banda, de la pluja que cau tan sols una part realitza el procés explicat anteriorment; la resta que queda retinguda pot seguir diferents mecanismes com:

INTERCEPCIÓ: aigua que queda retinguda sobre la coberta vegetal. Aquest depèn del tipus de vegetació i intensitat de pluja. Aquest fenomen és poc significatiu en zones urbanes.

EVAPOTRANSPIRACIÓ: que l'aigua passi a vapor depèn de la temperatura el vent, la pressió de vapor i l'àrea que ocupa la làmina lliure, també es pot evaporar l'aigua atrapada als porus de la capa més superficial del terreny. Un altre mitjà d'evaporació és mitjançant la que fan les plantes a través de la transpiració.

L'evapotranspiració és un procés molt lent que té bastant importància en el càlcul de recursos hídrics a llarg termini, però no influeix de forma apreciable en la generació d'escorrentia immediatament després d'un episodi de pluja.

INFILTRACIÓ: mecanisme més important en el medi natural en quan a pèrdua d'aigua de precipitació.

EMMAGATZEMATGE EN DEPRESSIONS: paràmetre difícil de qualificar i de baixa importància en

1. Introducció

les conques naturals. En les conques urbanes és un mecanisme amb major importància. És, a més, el mecanisme que intuïtivament més lògica té en una ciutat on les zones permeables i la coberta vegetal són quasi inexistent i per tant els altres tres queden descartats. La quantitat d'aigua retinguda en depressions serà directament dependent de la pendent del terreny, i l'emmagatzematge en depressions tindrà lloc al principi de l'esdeveniment de precipitació, i que serà per tant una mena d'abstracció inicial.

1.3.2 SISTEMES SEPARATIUS I UNITARIS DE LA XARXA DE DRENATGE

En els sistemes de drenatge utilitzats en les zones urbanes es poden distingir dues tipologies clàssiques, les xarxes separatives i les unitàries.

Les xarxes de drenatge separatives estan compostes per dues xarxes paral·leles, una per pluvials que aboca directament al riu i una altra adaptada al cabal de residuals existent i que condueix aquestes aigües a una EDAR abans que siguin retornades al medi, tot i que en alguns casos es pot observar que l'aigua de la pluja no té un conducte d'aigües propi. En aquest darrer cas al carrer no s'hi poden trobar ni embornals ni reixes, l'aigua circula pels carrers fins arribar a un riu o riera.

En les xarxes on les aigües residuals i les pluvials tenen conductes propis, l'accés de les aigües pluvials al sistema es fa mitjançant embornals, reixes i escomeses de terrats i patis interiors d'habitatges. Per contra, l'entrada d'aigües residuals es fa amb les escomeses dels claveguerons dels edificis.

Aquestes xarxes es consideren més respectuoses amb el medi ambient i se n'ha impulsat el desenvolupament tot i ser més cares que les xarxes unitàries. A banda de consideracions ambientals, els sistemes separatius tenen l'avantatge de no sobrecarregar tant els trams baixos de les xarxes de drenatge. Com a inconvenient, tenen la dificultat de controlar que les connexions es facin correctament.

Les xarxes unitàries, en canvi, conformen una única xarxa per les que passen els dos afluents alhora. En les xarxes unitàries es pot veure una gran diferència entre el temps sec i humit; en temps sec els sistemes unitaris transporten només les aigües residuals que són recollides en un interceptor i dirigides cap a la planta de tractament. Per contra, en temps de pluja, a partir d'episodis d'una certa

intensitat, que no ha de ser necessàriament d'una llarga durada, els cabals i calats augmenten notablement i la capacitat de les depuradores és àmpliament sobrepassada. Així, durant bastants dels episodis de precipitació, gran part del cabal descarrega de forma directa al riu sense cap tractament previ. En aquests períodes de pluja el volum d'aigua caiguda és molt superior al de residuals, fent que la quantitat d'aigua residual quedi molt diluïda; per aquest motiu, en el planejament tradicional aquestes aigües no són considerades abocaments extremadament greus. Pel que fa als avantatges d'aquest tipus de xarxa, podem destacar el seu cost econòmic i el fet que la majoria de grans ciutats disposen d'aquest tipus de drenatge i canviar-lo no resulta viable ni en termes econòmics ni per les molèsties als veïns que això implicaria.

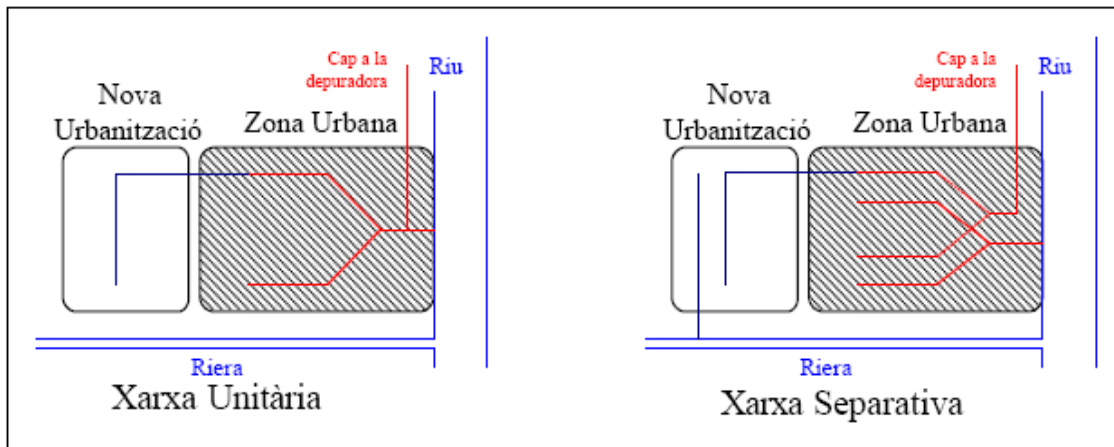


Figura 2: Xarxa unitària i separativa

1.3.3 DIPÒSITS PER LA RETENCIÓ D'AIGÜES PLUVIALS

Els dipòsits de regulació d'aigües pluvials són elements de la xarxa de clavegueram amb dues funcions molt concretes:

1.- En primer lloc, el seu volum de retenció permet una laminació del cabal, de manera que el valor màxim del cabal de sortida del dipòsit presenta una notable reducció respecte al d'entrada. Això té òbviament efectes positius a la xarxa aigües avall, que pot funcionar de manera més descarregada en casos d'avinguda.

2.- La segona funció és mediambiental: la retenció d'aigua de pluja fortament contaminada degut a l'escorriment per la ciutat evita el seu abocament a platges, rius i port. Aquesta aigua retinguda es

1. Introducció

deixa anar poc a poc, de manera que pot ser tractada a la depuradora. D'altra banda, l'aigua retinguda disminueix el seu grau de contaminació, degut a la sedimentació provocada per la seva retenció.

Les tipologies de dipòsits són molt variades, però bàsicament cal distingir entre dipòsits a cel obert, allà on es disposa d'espai suficient, i enterrats, on criteris urbanístics porten a fer servir la part superior com a parc, camp d'esports, carrer, etc.

Per tal d'evitar la neteja manual dels fangs que van quedant dins del dipòsit, existeix un sistema de neteja automàtic programable que és capaç d'arrossegar mitjançant una onada d'aigua els fangs disposats en el fons del dipòsit.

Totes les entrades i sortides s'han de poder obrir i tancar mitjançant comportes. El sistema de telecontrol del dipòsit ha de permetre la telesupervisió de l'estat de funcionament i la regulació en temps real de les comportes.

Es poden trobar dipòsits de laminació en dues disposicions respecte la xarxa de drenatge, en línia amb aquesta i en paral·lel a la mateixa.

Pels dipòsits en línia hi passa l'aigua durant tot l'any, i només quan els cabals són prou importants com per què la capacitat de l'orifici de sortida es vegi superada, s'omplirà el dipòsit.

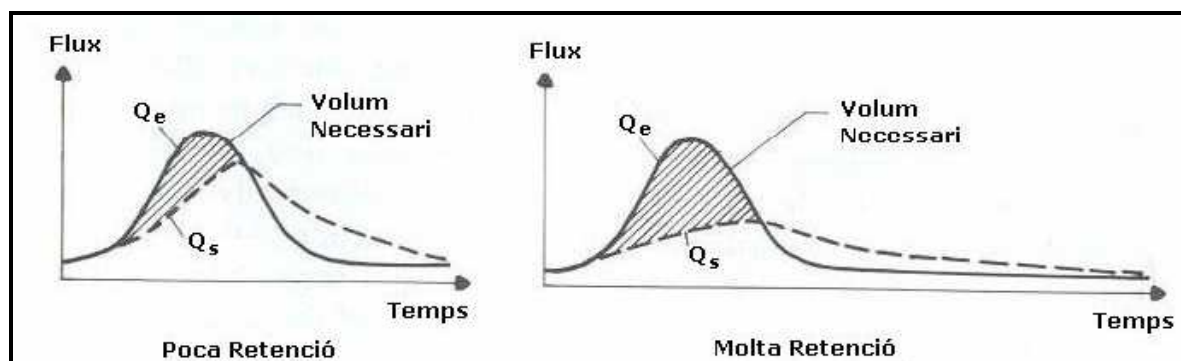


Figura 3: Volum necessari del dipòsit en funció del cabal de sortida

Per aquests tipus de dipòsits, el factor limitant és la superfície en planta que ocupen, ja que aquesta serà la que determinarà la seva capacitat de laminació. Trobar un espai prou gran com per col·locar un d'aquests dipòsits en algun punt sobre la traça del col·lector és, per tant, molt complicat.

En canvi, els dipòsits en paral·lel queden fora del circuit normal de l'aigua i tan sols en episodis de pluja, quan el calat és suficientment alt, es desvia part del cabal cap a ells mitjançant un abocador lateral o algun sistema anàleg. Cal, en aquest cas, construir l'obra de derivació i els tubs per portar l'aigua cap al dipòsit i de tornada al col·lector. Per altra banda, en aquest cas el factor bàsic és el volum i no la superfície i no té perquè ser sobre la traça així que hi ha més llibertat a l'hora d'ubicar-lo.

En tots dos casos i segons les característiques del dipòsit, pot ser que faci falta buidar-lo per bombeig. En aquest cas s'haurà de mirar que es pugui buidar prou de pressa com per què, si hi ha dues tempestes bastant seguides, la segona no es trobi el dipòsit ple i produeixi inundacions.

Existeixen també algunes tipologies a mig camí entre sèrie i paral·lel que combinarien algunes característiques de cada tipus i que, al no aportar cap nou concepte, no es comenten aquí.

Aquesta pràctica es basa principalment en retenir temporalment un cert volum d'aigua de forma que la xarxa del tram més baix on hi ha el dipòsit, no vagi tan carregada. Es veu així en molts casos com una solució als problemes de capacitat de drenatge d'una població que no implica la substitució de canonades (que seria molt cara i provocaria moltes molèsties als ciutadans).

D'aquesta manera, el plantejament a l'hora de dissenyar un dipòsit de laminació molts cops no té res a veure amb la gestió de la qualitat de l'aigua, sinó amb el control d'avingudes i el risc d'inundacions si la capacitat de la xarxa és superada.

En primer lloc, al regular els cabals d'aigua que circulen per la xarxa, la capacitat de la planta de tractament és superada amb menys freqüència i, per tant, cal enviar aigua no tractada al riu en menys ocasions. Per altra banda, al quedar l'aigua retinguda al dipòsit i tenir al seu interior velocitat pràcticament nul·la, es propicia la sedimentació de les partícules suspeses. En el cas dels dipòsits en línia, a més, l'aigua que queda atrapada és la de rentat inicial que carrega la major part de contaminants.

Aquests sediments poden recollir-se per medis mecànics un cop el dipòsit torna a estar buit o, si el dipòsit s'ha dissenyat de manera que al buidar-se la pròpia aigua el netegi, com que quan es buida el dipòsit els nivells d'aigües avall ja tornen a ser baixos, l'aigua que els arrossega pot ser tractada de

1. Introducció

forma normal a la depuradora.

Finalment, es pot esmentar que encara que en general els dipòsits de laminació es construeixen sota terra, si la xarxa és separativa es pot plantejar la construcció del que es podria anomenar microembassaments, dipòsits a cel obert, molt més barats de construir.

En períodes entre tempestes, aquestes basses poden tenir usos diversos com a pista d'esport, parc o altres finalitats compatibles amb el seu ús en cas de pluja. En el cas dels sistemes unitaris, aquesta no és una opció degut als problemes sanitaris que pot generar l'acumulació d'aigua residual en un d'aquests microembassaments.

1.3.4 SOLUCIONS A LA PROBLEMÀTICA DE L'AIGUA A LES CIUTATS

Quan hi ha períodes de pluges fortes en medis urbans, es generen grans volums d'escorrentia, que poden causar diferents problemes, com pot ser l'arrossegament de materials diversos que poden ser contaminants. Aquests contaminants no poden ser neutralitzats a través de mètodes convencionals, i són abocats directament al medi amb importants conseqüències ambientals.

D'altra banda, degut al gran i inesperat creixement d'algunes ciutats, la xarxa de drenatge és incapaç d'assimilar els cabals que circulen per ella ja que generalment estan pensades per quantitats molt inferiors. D'aquesta manera, les administracions municipals es veuen obligades a canviar-los o a haver de suportar freqüents inundacions superiors a les previstes.

L'objectiu de les noves tècniques és millorar a nivell qualitatiu els efluent de la xarxa de drenatge i obtenir una reducció dels volums totals d'escorrentia o disminuir cabals punta.

Els mètodes utilitzats principalment per reduir l'escorrentia generalment són aquells que permeten augmentar la capacitat d'infiltració de la conca o que volen crear volums de retenció que n'augmentin el temps de concentració, rebaixant així el cabal punta i comportant una descàrrega de la xarxa de drenatge sense haver de construir nous col·lectors.

Referent a la millora de la qualitat de l'aigua, es potencia la infiltració d'aquest a través del sòl o la seva retenció. La infiltració produeix un cert efecte de filtrant gràcies a les propietats del sòl i per tant l'aigua és en cert grau depurada (veure annex 3.3) . Pel que fa a la retenció de l'aigua, aquesta possibilita la sedimentació d'alguns sòlids en suspensió.

Pel que fa a les metodologies utilitzades per solucionar aquesta problemàtica podem distingir entre mesures estructurals i no estructurals. Les estructurals són dispositius fixes que tracten l'escorrentia un cop aquesta ja ha arrossegat una certa quantitat de contaminants. Impliquen algun tipus d'obra o disposició urbanística que potenciï la infiltració, també ofereix les condicions necessàries per la sedimentació dels sòlids suspesos a l'aigua. Les no estructurals són mesures administratives que es basen en la conscienciació social i la legislació per minimitzar la producció de residus que puguin després ser arrossegats per l'aigua.

Algunes de les mesures adoptades en mètodes estructurals poden ser la construcció de diferents dipòsits de retenció a la capçalera, aquests dispositius han de ser relativament petits i distribuïts per tota la superfície de conca. També es pot situar un dispositiu de retenció al final de la xarxa de drenatge. Aquest darrer és més econòmic i fàcil de gestionar, ja que els costos de construcció són menors; per contra, el dipòsit ha de tenir unes dimensions importants per assimilar la quantitat d'aigua que circula.

En relació a la forma d'actuació, es pot distingir entre les mesures reductores de l'escorrentia, que es basen en minimitzar les zones impermeables amb connexió directa a la xarxa de drenatge, i les que proporcionen volum de retenció d'aigua. El que es vol aconseguir amb aquestes mesures són principalment dues coses: en primer lloc, reduir el percentatge d'àrea impermeable i, en segon, fer que l'escorrentia generada a zones impermeables travessi zones de gespa per alentir l'escorrentia i potenciar-ne la infiltració.

Alguns dels beneficis que s'obté de reduir la impermeabilitat pot ser augment de la infiltració, reducció de l'escorrentia generada o disminució dels cabals pic que han de suportar les estructures aigües avall entre d'altres.

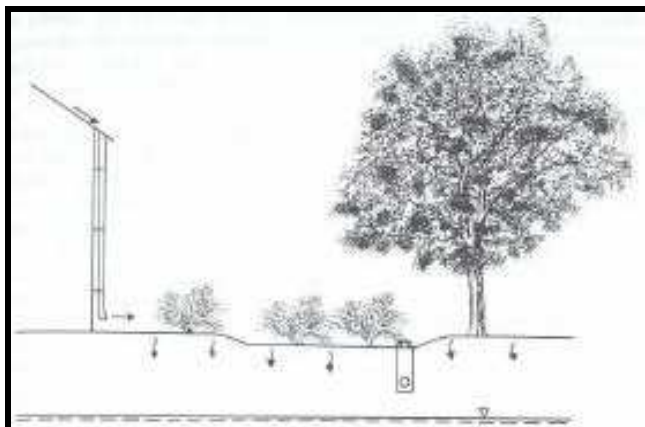


Figura 4: Esquema del llit d'infiltració

Un dels mètodes més utilitzats per potenciar la reducció de la impermeabilitat seria la integració dels llits d'infiltració en l'estructura urbana d'un municipi. Un exemple, en seria l'aplicació d'aquest mètode en una zona amb capacitat d'infiltració elevada com seria una rodona amb gespa amb pendents suaus i uniformes que permetés que l'aigua hi circulés per sobre i així es pogués infiltrar, facilitant així la sedimentació dels contaminants. En l'aplicació d'aquest mecanisme, en la majoria dels casos, és necessària una vegetació prou densa i sana com per suportar l'acció erosiva de l'escorrentia que s'hi fa circular per sobre. D'altra banda, aquest sistema ens proporciona un entorn agradable que es pot adaptar bé a la tipologia de parcs i jardins de la ciutat. Cal destacar que a llarg plaç, la franja de gespa per on entra l'escorrentia haurà acumulat suficient sediment com per bloquejar el flux d'aigua. En aquest moment caldrà reemplaçar aquesta àrea.

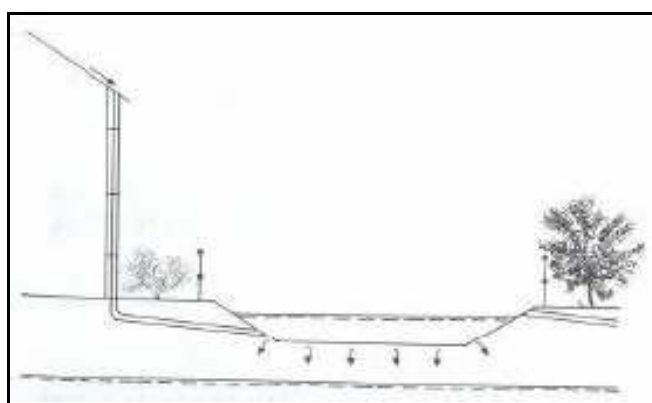


Figura 5: Esquema de una bassa d'infiltració

Un altre sistema que potencia la infiltració és la construcció de basses d'infiltració, les quals consisteixen en una zona amb vegetació que queda enfonsada respecte l'àrea circumdant i proporciona un cert volum de retenció durant episodis de precipitació. Sovint es col·loca a sota una capa de sorra i un tub de drenatge subterrani. El drenatge va llavors recollint l'aigua embassada i la

condueix cap a la xarxa de drenatge. Aquest tipus de pràctica es pot implantar a pràcticament qualsevol zona oberta de la ciutat i la vegetació que s'hi planta pot ser des de qualsevol tipus d'herba fins a arbustos o arbres segons convingui per motius estètics. Com a avantatges presenta que, com el llit, pot tenir un volum de retenció d'aigua que propicia la sedimentació i el posterior filtrat d'aquesta aigua. A més, la humitat que reté el sòl després d'episodis de pluja redueix la necessitat de regar les zones verdes aprofitades com a bassa d'infiltració. Tanmateix, el principal desavantatge és la potencial obstrucció del terreny pels sediments que s'hi van acumulant al llarg del temps que pot inutilitzar la instal·lació.

Altres mesures que es poden tenir en compte en les infraestructures de les ciutats són la construcció de rases obertes i cunetes permeables, situades immediatament aigües avall d'una àrea impermeable on recullen l'escorriment paral·lelament al seu traçat. Aquest sistema es basa en cunetes cobertes d'herba o revestiment permeable amb marges de pendents suaus que capten i condueixen lentament l'escorrentia. Mitjançant aquests mètodes es poden absorbir uns cabals punta relativament petits, i l'aigua es restitueix després d'un emmagatzematge amb un cabal de sortida regulat.

Una altra mesura aplicada en alguns països, i que es caracteritza per retenir l'aigua en terrats a l'origen, és l'emmagatzematge en terrats. Aquest sistema consisteix en retenir-la temporalment al lloc on cau formant una mena de petit embassament on es poden arribar a emmagatzemar alguns centímetres d'aigua, per tot seguit deixar-la anar a un ritme més lent. L'objectiu d'aquest serà augmentar els temps d'entrada a la xarxa de manera que, al entrar l'aigua repartida en un interval de temps major, es generin cabals punta més moderats. Cal destacar que si els sostres o els terrats tenen una capa de graveta, l'efecte laminació és molt important.

Hi ha diferents mètodes que es poden utilitzar aigües avall, però cal tenir en compte que la majoria estan contemplats en sistemes unitaris. Un dels més utilitzats és el dipòsit de laminació de formigó, el qual està constituït per un dipòsit de formigó de volum proporcionat al cabal a tractar i amb capacitat per emmagatzemar milers de metres cúbics d'aigua. Es poden trobar dipòsits de laminació en dues disposicions respecte la xarxa de drenatge, en línia o en paral·lel.

En línia amb la xarxa de drenatge, on hi passa l'aigua durant tot l'any, i només quan els cabals són prou importants com perquè la capacitat de l'orifici de sortida es vegi superada, s'omple el dipòsit. Per aquest tipus de dipòsits, el factor limitant és la superfície en planta que ocupen ja que aquesta

1. Introducció

serà la que determinarà la seva capacitat de laminació. Trobar un espai prou gran com per col·locar un d'aquests dipòsits en algun punt sobre la traça del col·lector és, per tant, molt complicat. Pel que fa l'altre disposició, la xarxes de drenatge es troben fora del circuit normal de l'aigua i tan sols en episodis de pluja es desvia part del cabal cap a ells mitjançant un abocador lateral o algun sistema anàleg. En aquest cas cal construir l'obra de derivació i els tubs per portar l'aigua cap al dipòsit i de tornada al col·lector. Per altra banda, en aquest cas el factor bàsic és el volum i no la superfície i no té perquè ser sobre la traça així que hi ha més llibertat a l'hora d'ubicar-lo.

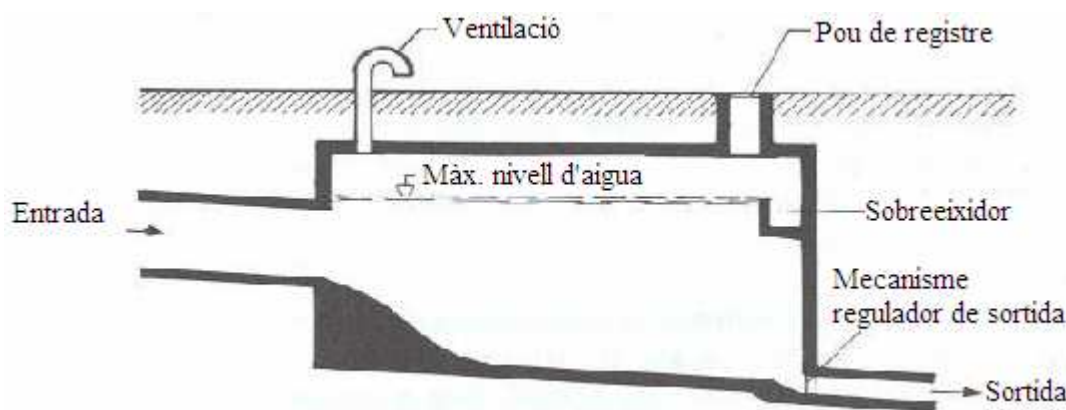


Figura 6: Esquema dipòsit laminar

Altres mètodes utilitzats aigües avall, són la construcció de basses, que poden ser seques o permanents. Les seques vindrien a ser les anteriorment anomenades basses d'infiltració, però a major escala i que tracten l'aigua d'una zona considerablement més extensa. Aquestes basses són dispositius preparats per embassar un determinat volum d'aigua d'escorrentia i facilitar-ne la sedimentació dels sòlids suspesos que estan preparats per buidar-se completament un temps després del final de la pluja. Amb aquest mecanisme es vol fer una regulació de les avingudes, a més, la construcció d'aquests petits estanys milloren l'eliminació de substàncies dissoltes a l'aigua i faciliten l'actuació d'agents biològics de depuració.

Les basses permanents són instal·lacions per propiciar la sedimentació que consten d'una bassa d'aigua que és reemplaçada total o parcialment amb l'aigua d'escorrentia durant episodis de pluja. A més, durant aquests períodes, es permet que el nivell de l'aigua pugi de forma que el volum total sigui suficient com per retenir tota l'escorrentia produïda durant els episodis de pluja. En aquest cas, les aigües d'escorrentia es barregen amb les que hi ha a la bassa abans de l'episodi de precipitació.



Imatge 1: *Bassa seca*

Imatge 2: *Bassa permanent*

Per últim, es pot utilitzar el mecanisme d'emmagatzematge en espais sobrants del clavegueram, túnels, i caveres subterrànies. És una alternativa a la construcció de dipòsits de laminació com els descrits anteriorment i es pot plantejar la possibilitat d'usar espais subterrànies que ja existeixin i aprofitar-los per retenir-hi aigua durant episodis de precipitació.

(Font: *Almirall, I. (2005). Reducció d'abocaments en temps de pluja des de la xarxa de clavegueres de Granollers. Aplicació de bones pràctiques per la limitació dels abocaments des de xarxes unitàries*).

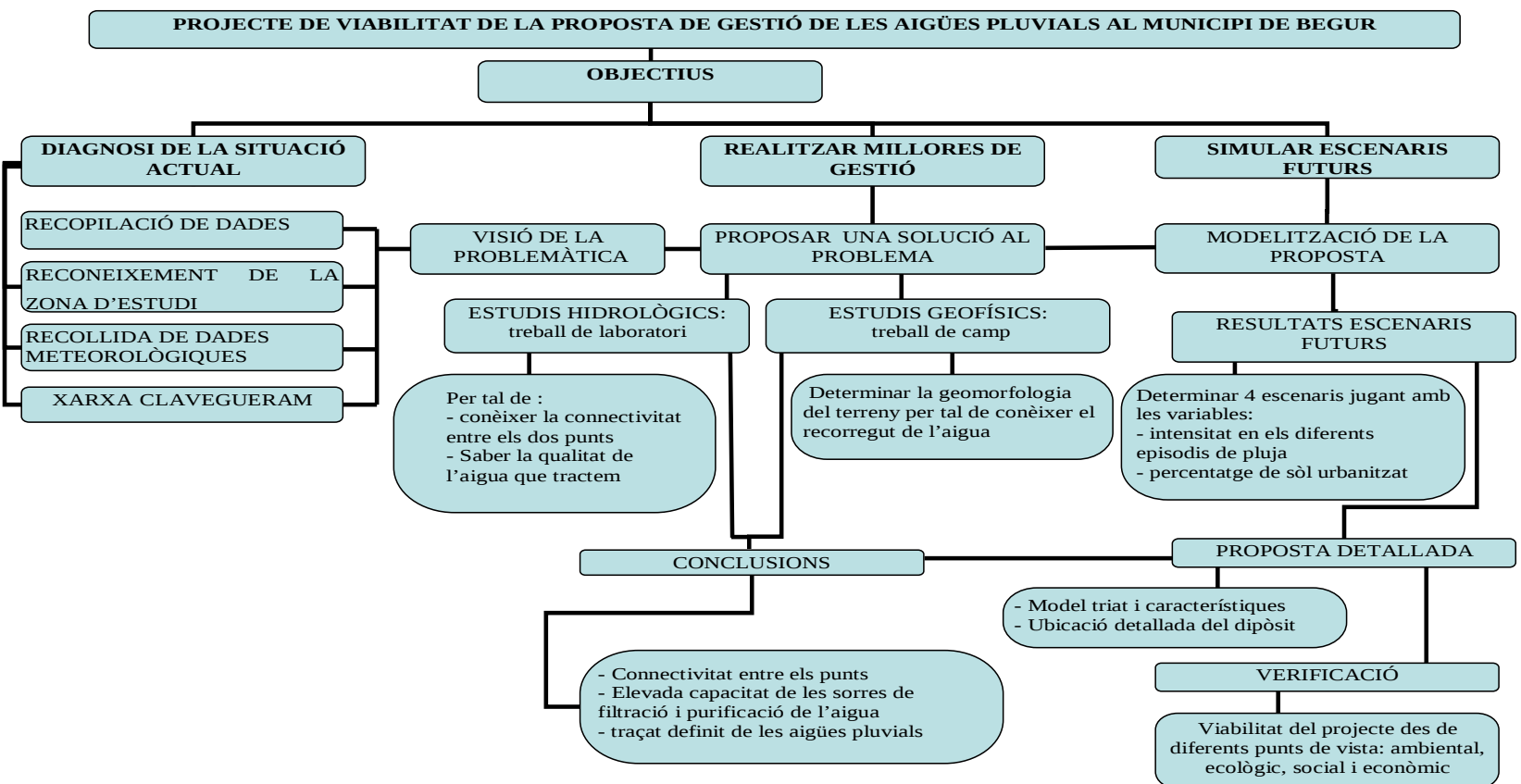
2. OBJECTIUS

El projecte es basa en millorar la gestió actual de les aigües pluvials del municipi de Begur, per tal de mitigar l'impacte ambiental provocat pels episodis torrencials, concretament a la desembocadura de la conca de Sa Riera.

L'objectiu principal que ens plantejem en el projecte és el de valorar la validesa de la proposta sobre la qual treballem. Partint d'aquesta base i per tal d'assolir aquest objectiu general, ens marquem els següents objectius específics:

- Diagnosi de la situació actual
 - Estudiar l'impacte ambiental, econòmic i social amb els episodis de pluges actuals.
- Realitzar una proposta alternativa que permeti millorar la gestió de les aigües pluvials a la zona de Sa Riera
 - Dotar una proposta de millora de la gestió respecte a la situació actual, partint d'una sèrie de fonaments mediambientals.
 - Buscar un traçat alternatiu al curs de les aigües pluvials actual, per minimitzar els impactes que provoquen a la platja.
 - Realitzar estudis sobre la viabilitat i la validesa de la proposta:
 - Establir les característiques tècniques per dur a terme l'aplicació de la proposta.
 - Cercar una relació entre la capacitat de depuració de les sorres i les anàlisis qualitatives dels dos punts de mostreig, tant el de la sortida de la depuradora com el de la bassa originada de la sorra.
- Modelització i simulació de la situació actual i escenaris futurs
 - Implementar la proposta alternativa mitjançant un sistema de modelització, adaptat a les necessitats geomorfològiques de la zona.
 - Simular diferents escenaris mitjançant la modelització, modificant paràmetres per tal de determinar escenaris actuals i futurs.

3. ESQUEMA METODOLÒGIC



4. METODOLOGIA DE TREBALL

Per fer front al problema, ens varem donar compte que com a punt de partida necessitàvem un coneixement del medi físic, tant geològic com hidrològic, un coneixement de l'abocament de les aigües i un coneixement de la interacció entre el vessament de les aigües i el terreny, és a dir, aquells efectes de filtració, dispersió... que es poden produir.

Amb la realització d'aquests estudis es pretén conèixer fonamentalment el comportament del medi físic subterrani vers el drenatge que segueix aquesta aigua, per tal d'emmarcar el funcionament hidràulic de la regió. D'altra banda, amb la prospecció geofísica s'aconsegueix el coneixement de la geometria del terreny, amb el qual es pot arribar a deduir quin serà el comportament de l'aigua en profunditat.

Tanmateix, en la realització dels anàlisis d'aigües, s'han seguit diferents objectius. Per una banda, s'ha analitzat l'aigua de Sa Riera per tal de saber la seva qualitat i així assegurar que no hi ha una contaminació que es pugui dispersar en altres medis i per l'altra, ha partir de l'estudi de l'aigua a la sortida de la depuradora i la bassa es vol conèixer la connexió entre aquests dos punts, a més de saber la capacitat depuradora del medi per on ha de passar l'aigua de la depuradora fins a arribar a la bassa.

Per tal de trobar la millor xarxa de pluvial per a la zona i que ens pugui solucionar el problema actual, hem emprat un programa que ens modelitza xarxes de clavegueram i on es poden simular diferents escenaris.

4.1. RECOPIACIÓ DE DADES I RECONeixEMENT DE LA ZONA D'ESTUDI

Per tal d'abordar el problema i trobar una alternativa en la que poder treballar, ens ha estat necessari recopilar una sèrie d'informació, tant del terreny en si, com de la climatologia de la zona, etc.

D'altra banda, les dades geològiques i les referents a la ubicació i urbanització del municipi, com són les dades altimètriques, els mapes de la xarxa de clavegueram, els diferents usos del sòl, etc. ens les ha proporcionat el mateix Ajuntament de Begur.

4.2. METODOLOGIA DE RECOLLIDA DE LES DADES METEOROLÒGIQUES

Per tal d'obtenir les dades meteorològiques necessàries per a realitzar la modelització, hem utilitzat les dades facilitades pel Servei Meteorològic de Catalunya (Meteocat), referents a precipitacions diàries acumulades per dies d'anys. Aquestes mesures són procedents de dues estacions meteorològiques diferents, degut a que la de Begur va està en actiu fins el 2002 i després hem hagut de basar-nos en les dades de l'estació meteorològica de la Bisbal d'Empordà, la qual es troba propera a la nostra zona d'estudi.

L'estació de la Bisbal d'Empordà, la qual es va posar en funcionament l'1 d'abril de 2004, es troba situada a les coordenades UTM (m) X: 503023 i Y: 4647475 a una altitud de 28m respecte el nivell del mar. Els paràmetres que s'estudien en aquesta estació són: velocitat del vent, direcció del vent, temperatura, humitat relativa, pressió, precipitació, radiació solar global, ratxa màxima de període i direcció de la ratxa màxima.

Les dades utilitzades són des del 1997 fins el març del 2007, tot hi que s'ha donat una especial importància als últims anys. D'aquestes dades se n'ha realitzat una selecció per tal d'extreure'n els dies que presenten un perfil de pluges intenses destacable; dies que en un període curt de temps ha plogut grans quantitats de pluja. (Veure l'annex 1.2).

4.3. TREBALL DE CAMP

4.3.1 CARTOGRAFIA

Pel que fa la cartografia, el material emprat en l'estudi ha estat el següent:

- *Mapa geològic de Begur: Escala 1: 13.400 aprox.*
- *Mapa topogràfic de Catalunya: Sa Riera; Escala 1: 5.000.*
- *Mapa topogràfic de Catalunya: Els Masos de Pals; Escala 1:10.000.*
- *Mapa topogràfic de Catalunya: Begur; Escala 1:10.000.*
- *Ortofotomapa de Catalunya: Begur; Escala 1:5.000.*
- *Ortofotomapa de Catalunya: Sa Riera; Escala 1:5.000.*
- *Ortofotomapa de Catalunya: Palafrugell; Escala 1:25.000.*

Aquests han estat necessaris per conèixer la zona d'estudi, i fer-nos una idea de la composició del terreny en que treballàvem, els pendents, la permeabilització del sòl... a més de proporcionar-nos valuosa informació a l'hora d'interpretar resultats un cop realitzat el treball de camp, enriquint d'aquesta manera, la proposta treballada. El fet de disposar d'aquesta cartografia, també ens ha estat de gran utilitat, a l'hora de ubicar el dipòsit en qüestió i localitzar-ne de manera concisa, la seva ubicació sobre paper.

4.3.2 PROSPECCIÓ GEOFÍSICA

Amb l'objectiu de conèixer la dinàmica hidrogeològica i les formacions geològiques de la zona d'estudi corresponent a les sorres de Begur, s'han realitzat una sèrie de proves en el terreny mitjançant la prospecció geofísica a diferents punts del territori. Concretament, s'ha utilitzat la tècnica del Sondeig Elèctric Vertical (SEV).

L'aparell a partir del qual hem realitzat la prospecció ha estat el RESISTIVITY METER GTR-3 24BIT A/D i amb el DC/DC CONVERTER MOD.GTE 6/1, ambdós de la casa GEOTRADE. Aquest equip proporciona uns valors de resistivitat aparent que permeten delimitar les diferents capes de material existents en el subsòl estudiat. Posteriorment, els resultats obtinguts s'analitzen al laboratori amb el programa d'interpretació adient.

4.3.3 ANÀLISI DE LES AIGÜES IN-SITU

Els paràmetres analitzats in-situ per conèixer les característiques de l'aigua han estat la temperatura, el pH, la conductivitat elèctrica i l'oxigen dissolt. Aquests caràcters de les aigües convé de mesurar-los al camp per tal d'evitar que la mostra d'aigua experimenti canvis en les seves condicions físico-químiques si es veu sotmesa al contacte amb l'aire, la temperatura ambient, o bé la pressió atmosfèrica durant el seu transport i/o manipulació.

Per analitzar els diferents paràmetres s'han utilitzat els següents aparells, el pH-metre Crison MicropH-2000 per calcular el pH, el conductímetre Cond 315i/7 per prendre el valor de la conductivitat de l'aigua i l'oxímetre utilitzat per mesurar l'oxigen dissolt ha estat Oxi 330i/SET, el material és de la casa WTW (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten). La temperatura ha estat mesurada amb els tres aparells anteriors.

4.4. TREBALL DE LABORATORI

4.4.1 ANÀLISI DE LES AIGÜES EX-SITU

L'anàlisi de les mostres d'aigua recollides als diferents punts de mostreig s'ha realitzat al Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA) de la Universitat de Girona.

Els paràmetres que s'han analitzat han estat el nitrogen total, el nitrogen amoniacal, els bromurs, clorurs, nitrats, nitrits, ortofosfats, sulfats, la terbolesa, la Demanda Química d'Oxigen (DQO), la Demanda Biològica d'Oxigen (DBO) i el Carboni Orgànic Total (TOC).

Nitrogen total

Per determinar el nitrogen total, s'ha seguit el mètode de referència 4500- Norg B (Standard Methods, 2005) per determinar el nitrogen orgànic i s'ha utilitzat el digestor BÜCHI Digest System K-437, mentre que per l'anàlisi del nitrogen amoniacal s'ha utilitzat el mètode de referència 4500-NH₃C (Standard Methods, 2005) i per determinar-lo s'ha dut a terme una destil·lació amb el BÜCHI Distillation Unit B-324.

Anions

La determinació dels anions (bromur, clorur, nitrat, nitrit, ortofosfat i sulfat) s'ha dut a terme amb l'aparell 761 Compact Ion Chromatography (Metrohm) segons el mètode figurat a Standard Methods 20 th ed. XXXX-X.

Terbolesa

Per determinar la terbolesa s'ha seguit la referència 2130 B (Standard Methods, 2005) i l'aparell utilitzat ha estat un Turbidimeter TN-100 (de la casa Eutech Instruments)

Matèria orgànica (DQO, DBO₅, TOC)

Per conèixer la DQO s'ha seguit el mètode de referència 5220C (Standard Methods, 2005) i s'ha utilitzat l'OxiTop IS 6 (WTW), el qual estava dins d'una nevera refrigeradora TS 606-G/4-i, per fer-ne la lectura es disposa d'un comandament de la mateixa casa. Per últim s'ha analitzat el carboni orgànic total de la mostra segons el mètode Carboni Orgànic Total referència 5310 B (Standard Methods, 2005) i per fer-ho s'ha utilitzat el TOC-V CSH SHIMADZU. Per calcular

la DBO₅ ha estat necessari novament l'oxímetre utilitzat en l'anàlisi in-situ, i la referència del mètode emprat és la de 5210B (Standard Methods, 2005). Pel que fa la matèria en suspensió s'ha fet ús de la referència 2540D (Standard Methods, 2005).

Val a dir que per realitzar aquests anàlisis també han estat necessaris materials de laboratori com pipetes, buretes, balança... ja que s'han hagut de fer les dilucions i preparacions prèvies necessàries abans de fer ús d'alguns dels aparells citats anteriorment. (A l'apartat d'aigües s'hi pot trobar la descripció d'aquests mètodes).

4.5. TREBALL DE GABINET

4.5.1 VALORACIÓ, ANÀLISI I INTERPRETACIÓ DE LES DADES RESULTANTS

Les dades obtingudes amb l'estudi de prospecció geofísic mitjançant els diversos sondejos elèctrics verticals (SEV's), hem pogut tractar-les amb el programa Ipi2Win, que les representa en un gràfic logarítmic donant lloc a una corba de resistivitat aparent.

A partir d'aquesta informació automatitzada pel mateix programa, la tasca s'ha basat en interpretar els valors per tal de determinar l'estructura geomorfològica (gruix de les capes...) valorant al mateix temps els valors trobats de resistivitat, per tal de conèixer els materials components de la zona. Aquestes corbes també ens permeten localitzar el nivell piezomètric, i per tant a partir de quina profunditat trobem la zona saturada.

Pel que fa l'anàlisi de les aigües, tant in-situ com ex-situ, se n'ha determinat la qualitat segons la legislació que es detalla més endavant. Així doncs, posteriorment, aquests resultats obtinguts s'han tractat i comparat entre ells per demostrar l'efecte depurador de les sorreses pel que fa la càrrega de partícules contaminants o no, presents a l'aigua abocada per la EDAR de Begur.

D'altra banda, també s'ha valorat els valors obtinguts del tercer punt de mostreig, corresponent al rec natural, per així assegurar la bona qualitat d'aquest, en el cas d'un possible futur subministrament d'un major cabal, referent a les aigües pluvials.

4.6. DETERMINACIÓ DE LA VALIDESA DE LA PROPOSTA TRACTADA

Una vegada s'ha efectuat la corresponent interpretació de tots els paràmetres estudiats, s'han determinat les principals problemàtiques existents a la zona d'estudi i s'ha establert el grau de viabilitat de la proposta.

4.7. REDACCIÓ DE LA MEMÒRIA

L'última fase del present projecte ha consistit en la redacció de la memòria, fet que implica una síntesi de la informació tractada, utilitzant-la com a base a l'hora de tractar el problema i treure conclusions dels aspectes treballats.

Aquesta etapa ha suposat un important esforç a l'hora de clarificar pas a pas les diferents conclusions que anàvem extraient dels diferents estudis realitzats, per tal d'anar matisant la validesa de la proposta estudiada. Així doncs, es podria definir com una tasca d'argumentació i alhora de relació entre els diversos aspectes tractats per tal de demostrar la viabilitat del projecte en tot moment.

4.8. FONAMENTS DEL PROGRAMA UTILITZAT EN LA MODELITZACIÓ

La situació actual i la proposta de gestió alternativa, s'han modelitzat amb InfoWorks CS (Collector System) de Wallingford Software Ltd. Aquest programa permet modelitzar xarxes de clavegueram a partir de les dades físiques i hidràuliques de la pròpia xarxa. La modelització de contaminants és conservativa, no hi ha interacció entre els contaminants i l'ambient, ni entre els propis contaminants. No obstant, el mòdul de qualitat d'aigua d'InfoWorks CS permet simular l'acumulació i el moviment de sediments i contaminants associats als sediments en la xarxa durant episodis de pluja.

InfoWorks CS utilitza tres elements bàsics per modelitzar una xarxa de clavegueram: els nodes (pous de registre, sobreexidors, dipòsits, etc.), els conductes (escomeses, canonades, col·lectors principals, etc.) i les subconques (àrea urbana amb escomeses connectades a un node en concret i

àrea urbana que drena l'aigua de pluja cap a un dels nodes d'entrada al sistema) (Figura 3.9).

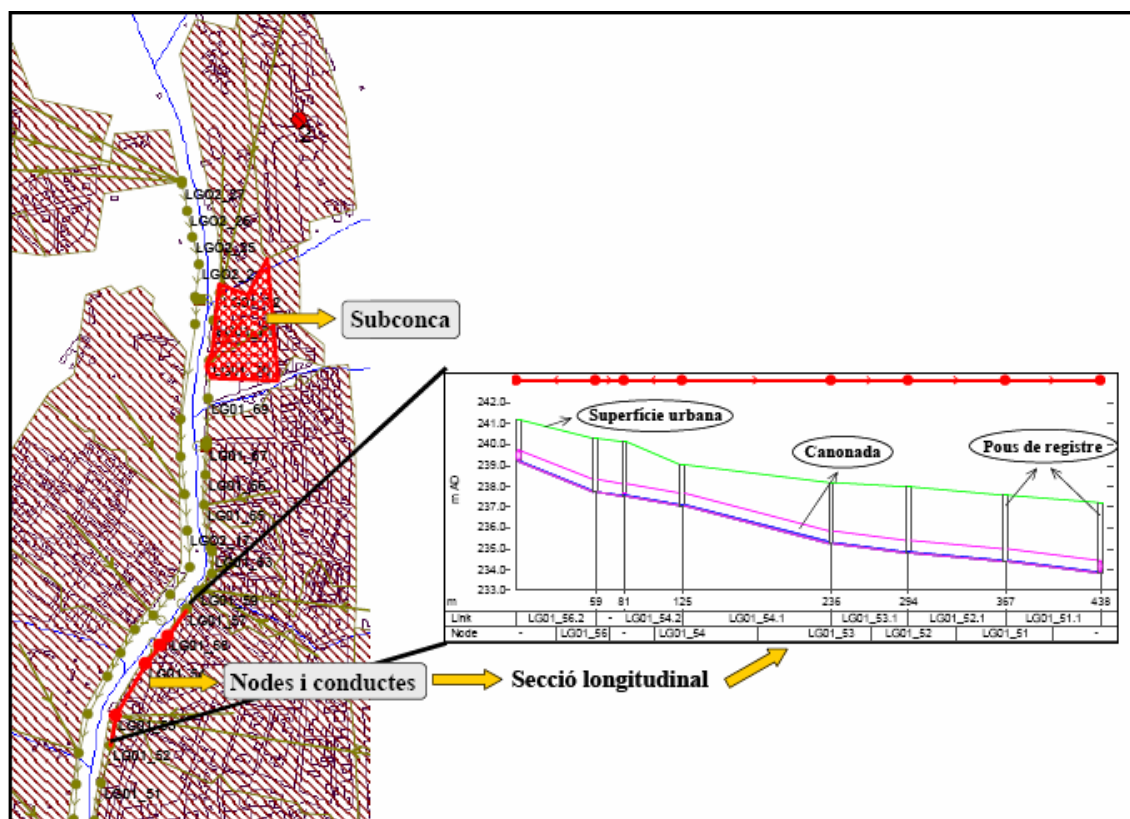


Figura 7: Exemples d'elements principals en la xarxa de clavegueram de La Garriga.

Els conductes poden ser simulats segons la seva forma, assignant-hi diferents valors de rugositat segons el material utilitzat en la seva construcció. A cada subconca s'assignen valors mitjans de consums d'aigua i abocament de contaminants per càpita i per indústria, nombre d'habitants i d'indústries, coeficients d'infiltració, permeabilitat, etc. Aquesta informació és utilitzada pel model per fer els càlculs de l'aigua i la càrrega contaminant que arriba a la xarxa.

Model numèric

A nivell hidràulic, i de forma simplificada, el model es basa en les equacions de *Saint-Venant* (Yen, 1973) per simular la conservació de la massa i del moment en un conducte de secció constant:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial x}{\partial y} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

4. Metodologia de treball

On:

Q = cabal ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

A = secció (m^2)

g = gravetat ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

θ = angle del llit respecte l'horitzontal (graus)

S_0 = pendent del llit

K = funció de transvasament

El model de qualitat de l'aigua funciona en paral·lel al model hidràulic i per a cada temps d'inferència els càlculs, simplificats, es donen a tres nivells:

- a) El model de xarxa calcula la concentració de contaminants dissolts i de la matèria en suspensió (MES) en tots els nodes, a través de l'equació de conservació de massa:

$$\frac{dM_j}{dt} = \sum_i Q_i C_i + \frac{dM_{sj}}{dt} - \sum_0 Q_0 C_0$$

On:

M_j = massa de MES o del contaminant dissolt en el node j (Kg)

Q_i = cabal en el node j , que prové de la connexió i ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

C_i = concentració en Q_i ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

M_{sj} = massa addicional que entra al node j des de fonts externes (Kg)

Q_0 = cabal cap a la connexió i , que prové del node j ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

C_0 = concentració en Q_0 ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

- b) El model de conducte calcula la concentració de contaminants dissolts i de la matèria en suspensió (MES) en els conductes:

$$\frac{dC}{dt} + u \frac{dC}{dx} = 0$$

On:

C = concentració ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

u = velocitat del cabal ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

t = temps (s)

x = coordenada espacial (m)

- c) El model de conducte calcula la erosió i la deposició de sediment en els conductes, en base al model *Ackers White* (Ackers, 1991):

$$C_v = J \left(\frac{W_e R}{A} \right)^\alpha \left(\frac{d_{50}}{R} \right)^\beta \lambda_c^\gamma \left\{ \frac{|u|}{\sqrt{g(s-1)R}} - K \lambda_c^\gamma \left(\frac{d_{50}}{R} \right)^\delta \right\}^m$$

$$D_{gr} = d_{50} \left(\frac{g(s-1)}{v^2} \right)^{1/3}$$

On:

C_v = capacitat de càrrega adimensional. Representa la màxima concentració de sediment que pot suportar el cabal.

λ_c = factor de fricció

R = radi hidràulic (A/P_0) (m)

P_0 = perímetre humit (m)

W_e = amplada del llit efectiva (m)

A = secció transversal cabal (m^2)

U = velocitat cabal ($m \cdot s^{-1}$)

V = viscositat cinemàtica de l'aigua ($m^2 \cdot s^{-1}$)

g = gravetat ($m \cdot s^{-2}$)

s = gravetat específica de la fracció de sediment

d_{50} = mida mitjana de la partícula del sediment (m)

Quan la concentració actual és major que la concentració màxima, l'excés de sediment es diposita. En cas contrari, el sediment dipositat és erosionat fins que les concentracions s'igualen (Wallingford Software Ltd, 1994).

5. CARACTERÍSTIQUES DEL MUNICIPI

5.1. SITUACIÓ GEOGRÀFICA I DEMOGRAFIA

El terme municipal de Begur és un poble amb una profunda personalitat històrica. Es troba situat al centre de la franja litoral de la comarca del Baix Empordà, a la província de Girona. Aquest municipi es caracteritza per trobar-se localitzat en una petita badia oberta al nord-est. Els seus límits són: Pals (Nord), Regencós (Oest) i Palafrugell (Oest i Sud). A l'est trobem el mar Mediterrani, i un seguit de platges i nuclis com els de Sa Riera, Sa Tuna, Aiguafreda, Cap sa Sal, Fornells i Aiguablava.



Figura 8: Localització de Begur



Figura 9: Localització de Begur dins la comarca del Baix Empordà



Figura 10: ortofotomapa del municipi de Begur

5. Característiques del municipi

Begur és una població de la Costa Brava amb una extensió de 20,7 Km². Ocupa quasi bé tot el massís de Begur i es caracteritza per ser una zona muntanyosa, amb presència de molts penya-segats. Cal destacar que aquesta zona es troba en la zona de l'Espai Natural de *Les Muntanyes de Begur*, reconegut com a tal pel decret 328/1992 de 14 de desembre, pel qual s'aprova el Pla d'Espais d'interès Natural (PEIN).

Durant els darrers anys, el nucli urbà ha anat creixent i el casc antic ha acabat ocupant una part molt petita del territori en relació a les urbanitzacions residencials que podem trobar a la seva perifèria, com serien: Sa Punta, Cala del Rei, Catalonia, Mas Mató, La Coma, Port d'es Pi, S'Antiga, Sa Nau Perduda, cap Sa Sal, Aiguafreda, d'Es Valls, Mas Gispert, La Xamada, Sa Fontans, Mas Prats Creu d'en Ralló, la Borna, Les Arenes, Son Rich, Font de la Salut, Ses Costes, Vancells, Olivós, Platja Fonda, Cap Rubí, Residencial Begur, Pla de Ses Vinyes Es Castellet, Can Ferran, Ses Falugues, Sector Sud d'Aiguablava, Aiguagelida, Casa de Camp, Cantallops, Veïnat de Sant Josep, Veïnat Els Blanquers, nucli Antic d'Esclanyà, Veïnat les Argiles, Veïnat la Colomina, Veïnat Mas Domingo i el Veïnat de Les Rajoleries. Aquestes urbanitzacions s'agrupen formant les següents entitats de població:

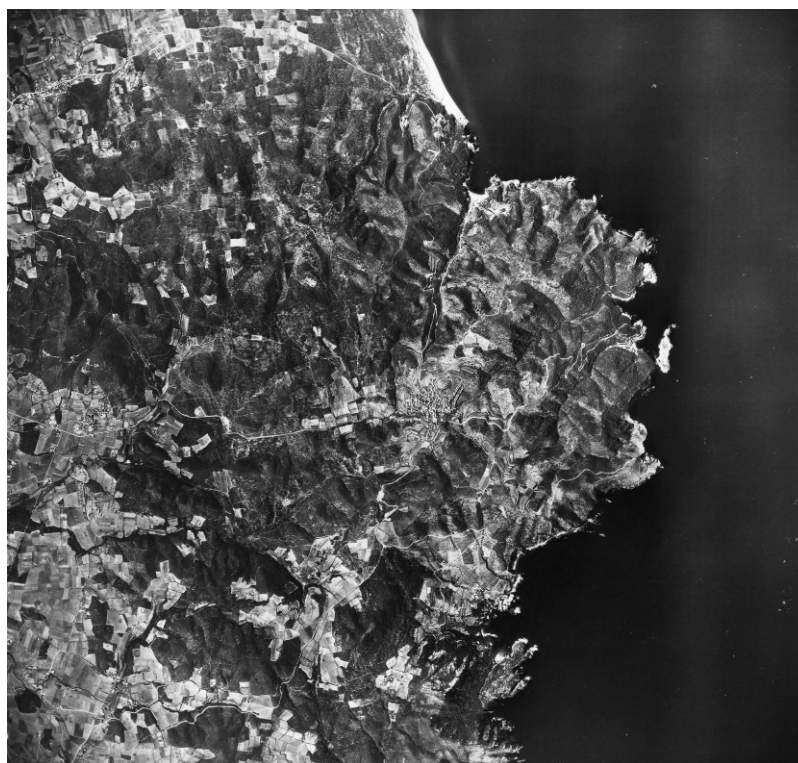
Entitat de població	Situació	Nº d'habitants (2003)	Nº d'habitants (2005)
El Racó	Nord	42	73
Sa Riera	Nord (sud Racó)	102	121
Aiguafreda	Nord-est	41	40
Sa Tuna	Nord (sud Aiguafreda)	104	122
Fornells	Sud-est	123	146
Aiguablava	Sud-est	24	25
Esclanyà	Sud-oest	732	808
Begur	Part inferior municipi	2117	2.651

Taula 2: Nombre d'habitants de les diferents entitats de població que componen Begur

Com es pot observar, en un període curt de temps hi ha hagut un important creixement demogràfic, algunes entitats ho han tingut d'una manera més moderada com és el cas d'Aiguablava i d'altres d'una manera més important, per exemple el nucli de Begur, que és la que presenta un creixement més destacable. Aquest creixement també es veu reflectit quan observem la població del 2006 al municipi, que era de 4076 habitants i la densitat era de 197.3 hab/km², creixement important respecte els 3179 habitats sensats el 1998. Aquest augment ha estat progressiu, però cal remarcar que el canvi més important es va poder observar entre el 2000 i el 2001, que el nombre d'habitants va passar de 3.411 a 3.545 habitants, és a dir, es van censar 134 habitants nous.

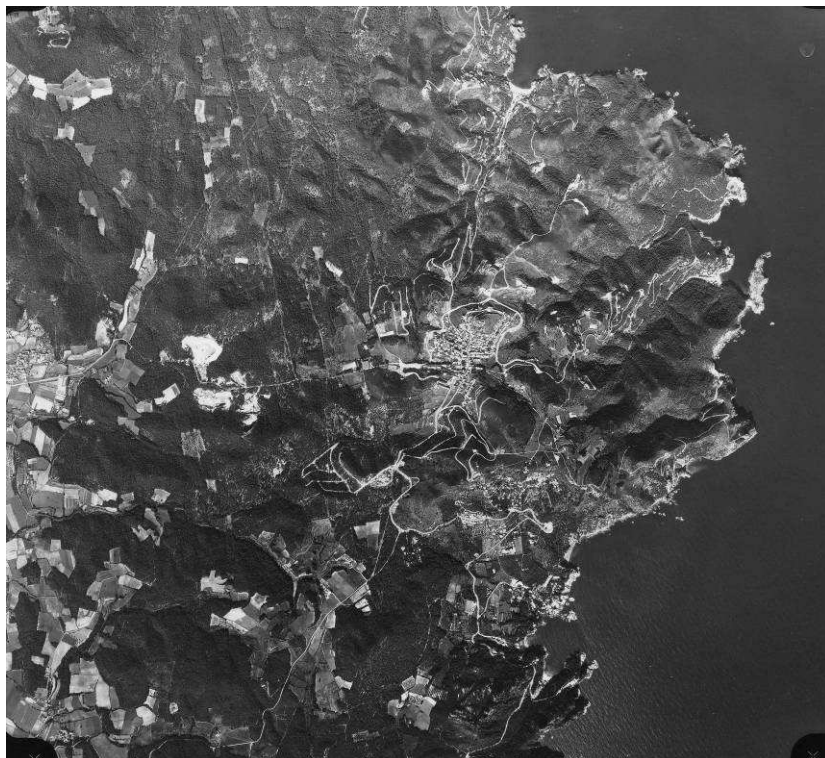
Aquest creixement va lligat a la gran superfície sense urbanitzar que existeix en aquest municipi, que permet créixer sense haver arribat a la saturació. L'augment de la població també és degut a l'actual estil de vida i a la millora de les comunicacions entre diferents municipis, que permet viure fora de les grans ciutats i desplaçar-s'hi de forma ràpida. Això ha permès que moltes segones residències situades a pobles costaners hagin passat a ser primeres residències.

A continuació, es pot veure l'evolució del nucli de Begur amb la successió de tres fotografies aèries que van des dels anys 50 fins als 90.



Imatge 3: Fotografia aèria en vol americà de l'any 1957

5. Característiques del municipi



Imatge 4: Fotografia aèria IGN vol regional 1004 de l'any 1969



Imatge 5: Fotografia aèria. ICC maig del 1991

Si es fa un recorregut per la història, es pot observar que a començaments del s. XX el municipi tenia una estructura de població equilibrada, amb 1.908 habitants que vivien bàsicament de la indústria surera; però degut a la crisi del sector la població va arribar a ser de 1.372 habitants el 1930. Tanmateix, també hi va haver un important descens de població degut a la guerra civil i la postguerra, provocant que l'any 1950 el cens de la població es situés en 1.005 habitants. La recuperació demogràfica va esdevenir una realitat gràcies a la immigració, especialment del sud de l'Estat Espanyol. Aquest creixement progressiu i equilibrat es pot observar en les fotografies aèries, on amb el pas dels anys es pot veure un important creixement de les zones urbanitzades, especialment de la part més propera a la costa. L'augment més important es mostra entre el 1969 i el 1991 on, a part d'haver-hi més sensats al nucli urbà, també hi són en els diferents disseminats del municipi, aquest fet està molt lligat a l'augment de turisme a la costa brava.

Pel que fa l'orografia, es caracteritza per tenir un relleu abrupte amb punts que assoleixen valors de fins a 325 metres d'altitud, com seria el cas del massís de Begur, també es pot observar aquest perfil topogràfic a la part occidental d'Es Valls (212,6 metres), el casc urbà de Begur (227,6 metres) i a la Borna: Puig Malaret (235 metres) i Puig Sagordi (262 metres) i Montcal a Aiguablava (237 metres).

5.2. CLIMATOLOGIA I HIDROLOGIA

Catalunya es troba situat a la costa mediterrània del NE peninsular. Es pot observar que, tot hi tenir una elevada variabilitat i forts contrastes climàtics a causa del seu relleu i la seva situació geogràfica, pràcticament tot el territori es troba sota la influència del clima mediterrani, tret d'algunes zones com ara la Vall d'Aran que té un clima de tipus atlàntic. La zona central de Catalunya presenta un clima predominantment continental.

El clima de la conca mediterrània es caracteritza per uns estius secs i calorosos, uns hiverns temperats, que se solen donar nevades especialment a les zones muntanyoses de l'interior, i un règim pluviomètric que concentra les pluges a la primavera i la tardor, amb una mitjana anual entre 400 i 600 mm.

Quan s'observa el sistema costaner, com que el mediterrani és una mar càlid, gairebé interior i situat a l'est, li confereix uns matisos climàtics particulars respecte a les característiques generals del

5. Característiques del municipi

clima mediterrani. La distància al mar és un factor geogràfic que condiciona molt el clima dels pobles de la Catalunya costanera. A més, sovint es veu afectat per la massa d'aire fred centreeuropeu, de caràcter anticiclònic, el que comporta temperatures baixes i estabilitat atmosfèrica.

D'altra banda, la temperatura de l'aigua del mar varia més lentament que la de la terra al llarg de l'any, i és per aquesta raó que el mar funciona com un regulador tèrmic, impedit els contrastos tèrmics acusats. Cal destacar que a les comarques litorals les glaçades són molt escasses, els estius són més frescos i l'amplitud tèrmica (diferència entre temperatura màxima i mínima) anual és menor que a les comarques interiors.

El clima característic de la zona de Begur és de tipus mediterrani marítim, amb hiverns temperats i màximes plujoses irregulars a la tardor i primavera. Les temperatures mitjanes anuals se situen entre els 13°C i els 16°C; les màximes s'assoleixen als mesos de juliol i agost, i les mínimes es donen als mesos de gener i febrer (en els quals hi ha una elevada humitat).

Si s'observen les precipitacions de la zona de Begur, *segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya*, podem observar que de mitjana cauen uns 500L/any. Aquesta quantitat, cau de forma progressiva, ja que normalment no hi ha grans pluges torrencials. Quan s'observen episodis de pluges torrencials es poden arribar a enregistrar entre 50 i 60 litres en 24 hores, que en alguns casos arriben a caure en un període curt de temps, com per exemple el dia 24 de setembre de 2006, on en mitja hora van caure més de 30 litres.

Referent a les previsions de pluges, s'ha observat un estudi realitzat pel Departament de Medi Ambient i Habitatge i el Servei Meteorològic de Catalunya, on es fan unes previsions sobre les *precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn*, mitjançant un mètode basat en “dades de les diferents estacions pluviomètriques, ajustant aquestes dades a funcions de distribucions de valors extrems, tipus Gumbel”. Veient això, es pot contemplar que en un període de retorn de 2 anys a la zona de Begur el període de retorn pugui assolir els 50 litres, una quantitat lleugerament menor a l'actual. Tot hi així, en els propers anys es preveu que la situació canviï i que d'aquí 5 anys pugui arribar a ser d'uns 90L/dia. Durant els anys següents es preveu que la quantitat vagi augmentat, poden arribar a ser d'uns 100L/dia d'aquí 10 anys, uns 150L/dia d'aquí 25 anys i fins a 170L/dia d'aquí 75 anys. Aquest augment de les pluges torrencials pot arribar a causar importants canvis en el perfil del territori. (Veure annex 1.1).

Pel que fa als vents a nivell de Catalunya, la direcció predominant és la d'oest vers est, aquesta tendència atenua la penetració d'influències marines cap a l'interior. Cal considerar el paper que juga la Serralada Transversal, tot impedit-ne el pas a una part del territori. D'altra banda, però, les baixes altituds de les Serralades Litoral i Prelitoral, com també la gran proximitat del mar, provoquen que les influències de la Mediterrània penetrin cap a l'interior de Catalunya amb major o menor intensitat segons l'indret. Si s'observa el cas de Begur, els més freqüents són el Garbí (SW), la Tramuntana (NW), el Mestral (NW) i Gregal (NE), tot hi que sempre és present la brisa marina.

5.3. USOS DEL SÒL

Actualment, aquesta zona de la Costa Brava combina dos usos del sòl, que són urbanitzacions amb zones de vegetació espontània tot i espais construïts, com és el nucli urbà de Begur. Cal destacar que aquest perfil és el seguit per la major part de la costa catalana, on en els últims anys, degut principalment a l'augment del turisme, han anat creixent les urbanitzacions a línia de costa i a les zones més properes al mar.

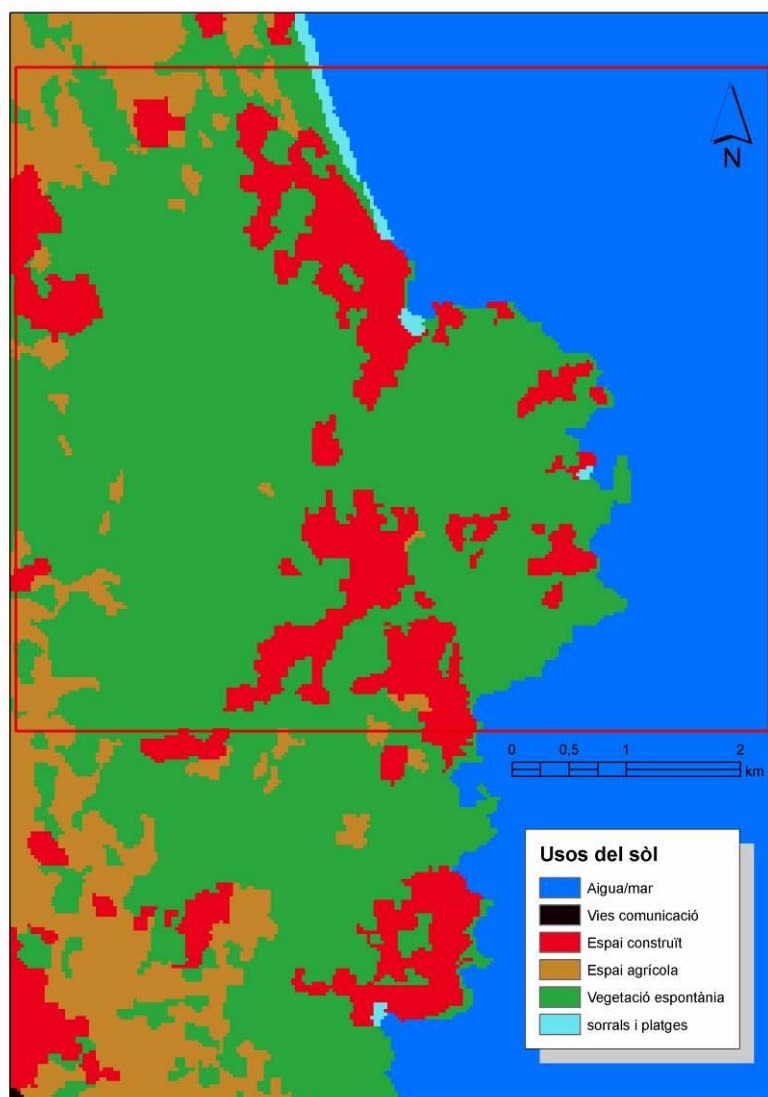


Figura 11: Mapa on s'hi diferencien els diferents usos del sòl

Pel que fa a l'evolució dels usos del sòl des de l'any 1992 en base als mapes de l'annex 2, i realitzant un anàlisi més detallat, podem observar que tot hi haver tingut un perfil similar, ha anat patint una sèrie de modificacions. Pel que fa al nucli urbà, en aquests anys ha tingut una superfície poc variable; en canvi les zones de bosc d'aciculifolis, bosquines i prats han anat guanyant connectivitat. Cal remarcar l'aparició d'una àrea cremada en l'any 2002 lligat a alguns incendis importants que hi han hagut en els últims anys.

Si mirem el repartiment dels usos del sòl segons el Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de novembre de 2002, on es va realitzar l'ampliació urbanística al municipi, es pot veure la classificació del sòl, la qual distingeix els següents punts:

De les 2127,91 Ha que formen el total de la superfície de Begur, el sòl considerat urbà ocupa una superfície de 674,89 Ha, el sòl urbanitzable delimitat és de 135,06 Ha. En canvi,, el sòl urbanitzable no delimitat té una superfície de 3,39 Ha i unes 1314,57 Ha són considerades àrees no urbanitzables.

D'altra banda, cal observar les característiques de les zones urbanes de Begur, podent dividir les seves conques urbanes en dos blocs: la zona urbanitzables i el nucli urbà. Pel que fa a les característiques de les urbanitzacions, podem destacar que inclou la major part de la superfície de Begur. En aquestes conques els habitatges són normalment de caràcter unifamiliar i aïllats, és a dir, són parcel·les amb jardí que fan que el coeficient d'impermeabilitat de terreny sigui baix.

Per contra, el nucli urbà és només la part central del municipi, on es troba la major part de la població. Els habitatges són de tipus plurifamiliar, amb més d'una alçada. Hi ha molt pocs espais lliures, sense edificar, i poques zones verdes. Per tot això, el coeficient d'impermeabilitat és més alt.

5.4. SA RIERA

Sa Riera, tant la vall com la cala, formen part del sistema muntanyós del massís de Begur. El règim d'aquesta riera segueix la mateixa tendència que la majoria de rieres del litoral del Baix Empordà; és típicament mediterrani, per tant, el seu comportament és molt irregular i predominantment torrencial. La major part de l'any el seu cabal és mínim, permetent que l'aigua que porta pugui ser infiltrada o evaporada abans d'arribar a desembocar al mar. Els problemes d'aquesta riera són presents a la tardor o a l'hivern quan degut a les pluges torrencials creix sobtadament el cabal, i donat el profund i ràpid desnivell que segueix, la riera excava un curs a través de la platja que li permet arribar al mar per desembocar. Actualment, Sa Riera desemboca a la part nord de la cala a través d'una canalització i en el seu extrem està coberta per una carretera que serveix d'accés a la zona de la platja.

El nucli urbà que es troba a l'entorn de Sa Riera té els seus orígens en l'agrupació de varies cases de

5. Característiques del municipi

pescadors constituïdes a finals del s. XIX als voltants de la platja. A partir de la dècada dels 50, amb l'arribada del turisme, es va iniciar la construcció de noves edificacions fins arribar a la situació actual. Aquest va ser un creixement gradual i bastant respectuós amb l'entorn.

En els darrers anys, el nucli de Sa Riera s'ha consolidat majoritàriament com una zona de segones residències. Això ha comportat una restauració de la zona i una millora dels serveis i infraestructures. Com a conseqüència hi ha hagut una modificació important del litoral. D'altra banda, al ser una zona compresa dins el pla director del sistema costaner, es troba dins de l'àrea de sectors de sòl urbanitzable delimitat sense pla parcial aprovat (PDUSC-2). Per això, pot mantenir el seu règim actual de sòl urbanitzable delimitat; no obstant, s'estableixen determinacions per al planejament urbanístic que es desenvolupi novament, tot delimitant els espais que s'hauran de preservar i establint directrius per assegurar una adient implantació paisatgística de les edificacions permeses.

Cal destacar que Sa Riera es troba dins la categoria de perill alt d'inundació segons un estudi realitzat sobre la “Delimitació de Zones Inundables per a la Redacció de l'Inuncat” (*Font: Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'Inuncat. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.*) per l'Agència Catalana de l'Aigua. L'objectiu d'aquest estudi és delimitar punts crítics per poder permetre un manteniment dels punts de la xarxa hidrològica que estant subjectes a perills d'inundació, o bé que el perill que l'incumbeix és de difícil modelització hidràulica.

En el nostre cas, el tall del pont de sobre de Sa Riera és considerat un punt crític amb perill d'inundació, ja que és un tram de desguàs i té una capacitat de llera insuficient. És en aquest tram on normalment quan es donen pluges torrencials s'hi ocasiona un desbordament de la riera i les conseqüents inundacions (veure article del Punt Diari a l'annex 8).

5.4.1 **DESCRIPCIÓ DE LA CONCA DE SA RIERA**

Per tal de definir d'una manera més acurada l'escenari en què treballem, cal descriure el traçat, origen i recorregut de les diferents masses d'aigua vinculades, o bé les que repercuteixen en el nostre estudi.

En primer terme, trobem el rec conegut amb el nom d'es Valls que prové d'una deu situada just a sota, on actualment s'hi ubica el pàrquing 11 de setembre. Aquest rec segueix pendent avall

l'avinguda en qüestió, i antigament emergia a la coneguda "Font de Baix" o d'en "Camilo", però actualment, queda soterrada i segueix curs avall, travessant l'esplanada de l'arbreda (remolada recentment) fins a brollar un tram més avall. Aquí s'acaba unint a un altre rec natural de la població, originari d'un altre focus situat en una baixant concreta de la carretera de circumval·lació, i convergeixen just en el punt on es pretén ubicar el dipòsit, donant lloc a la riera descrita anteriorment (Sa Riera), que serà la que en episodis de fortes pluges, baixarà amb turbulència conca avall provocant importants desperfectes com a conseqüència de l'arrossegament de sediments.

Cal incitar a la reflexió pel que fa a la perdurabilitat d'aquesta riera, i la manca d'impactes negatius que ha sofert fins el moment. És doncs, un problema relativament recent, l'haver de buscar una bona gestió de la riera, degut a les pressions urbanístiques a les que se l'està sotmetent de manera constant en els darrers anys.

No hem de passar per alt el fet que el ja estandaritzat sistema d'abocar les runes resultants de la construcció a la llera del riu, l'impermeabilitzar severament la seva trajectòria natural, juntament amb d'altres pressions a les que la riera s'ha d'adaptar són les principals i bàsicament úniques causes de l'actual comportament temperamental de la mateixa.

Són matisos que es solen menysprear i que resulten ser els punts conflictius que fallen de base. Ara bé, un cop arribats a aquesta situació a la que no hi ha marxa enrere s'han de trobar maneres per a gestionar una riera, que temps ençà fou totalment independent i no causava problemes com els que se'ns plantegen en aquest projecte.

5.4.2 ESTUDIS AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA REFERENTS A LA PLATJA DE SA RIERA

És interessant comentar el fet que s'hagin realitzat estudis relatius a l'impacte produït a la platja de Sa Riera des d'altres entitats, ja que reforça la idea del projecte en què es pretén fer una actuació estretament lligada a aquesta qüestió, de cares a la minimització d'aquests impactes, i per tant, es cenneix al compliment de la Directiva Marc de l'Aigua. Tanmateix, cal tenir present que l'estudi en qüestió ens engloba la platja de Sa Riera i la de Pals, considerant-les, per tant, dins una mateixa massa d'aigua. Així doncs, hi ha certs aspectes en què la platja de Pals influeix significativament en els resultats obtinguts, també, per la platja de Sa Riera.

5. Característiques del municipi

Pel que fa a la Directiva, doncs, i com ja hem esmentat amb anteriors capítols, estableix l'obligació de realitzar un estudi sobre les repercussions de l'activitat humana en l'estat de les aigües superficials i subterrànies. Aquest estudi inclou:

- a) La identificació de les pressions, que es basa en la recollida d'informació sobre el tipus i magnitud de les pressions antropogèniques significatives que puguin afectar les masses d'aigua definides a cada demarcació hidrogràfica.
- b) Una avaluació de l'impacte, mitjançant una avaluació de la susceptibilitat de l'estat de les masses d'aigua respecte les pressions considerades.

L'anàlisi de pressions i impactes (IMPRESS) de les aigües costaneres de Catalunya s'ha realitzat de forma semi-quantitativa, prenent com a base tant el sistema qualitatiu com el quantitatiu que el Ministerio de Medio Ambiente proposa en el seu manual (2004). La susceptibilitat de la massa d'aigua a la pressió s'avalua considerant la longitud de costa de la massa d'aigua.

Anàlisi de les pressions:

L'anàlisi de les pressions en aigües costaneres ha contemplat les pressions antropogèniques, les quals es poden agrupar en tres blocs: les alteracions morfològiques, les fonts de contaminació puntuals i difoses, i altres pressions.

A continuació adjuntem la taula en la que s'hi aprecien les pressions considerades en l'anàlisi de pressions en les masses d'aigua costaneres i de transició de Catalunya.

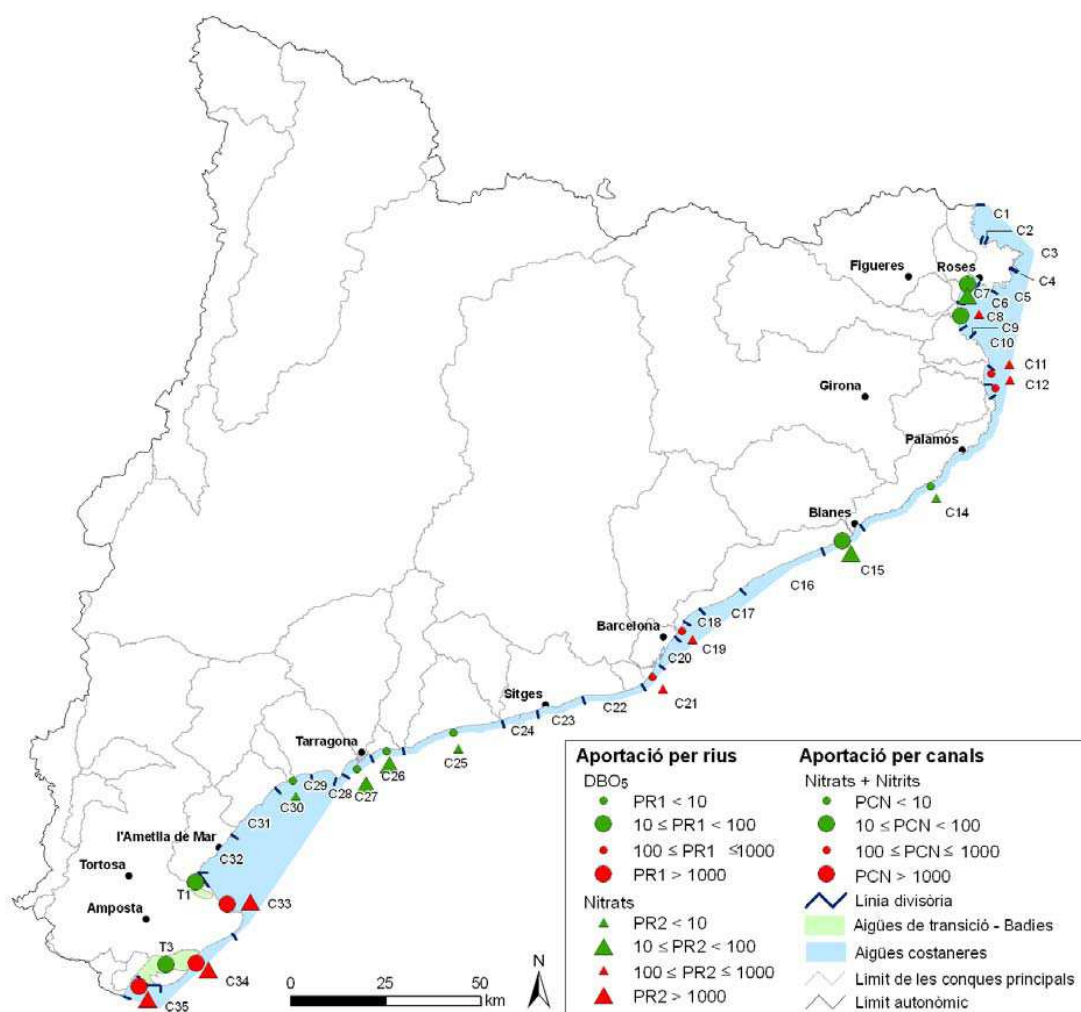
Tipus de pressió	Pressió	Categoria
Alteracions morfològiques	Artificialització de costa	Aigües costaneres i de transició
	Regeneració de platges	Aigües costaneres i de transició
	per aportació de sorra per extracció de sorra	
Fonts de contaminació:		
Puntual	Abocaments d'aigües residuals urbanes: a través de sistemes de sanejament per mancances dels sistemes de sanejament per descàrregues directes superficials en episodis de fortes pluges (DSU)	Aigües costaneres i de transició
	Abocaments d'aigües residuals industrials: de substàncies biodegradables de substàncies no biodegradables	Aigües costaneres
	Aportacions per rius	Aigües costaneres
	Aportacions per canals	Aigües de transició
Difosa	Usos del sòl urbans	Aigües costaneres i de transició
	Usos del sòl agrícoles	Aigües costaneres i de transició
Altres pressions	Espècies invasores	Aigües costaneres i de transició
	Turisme	Aigües costaneres i de transició
	Pesca	Aigües costaneres i de transició
	Ports:	Aigües costaneres i de transició
	esportius	
	pesquers comercials i industrials	

Taula 3: Pressions considerades en l'anàlisi de pressions i impactes en masses d'aigua costaneres i de transició -tipus Badia- de Catalunya.

Dintre d'aquestes categories, el punt que toca el nostre projecte ve donat pel que fa les fonts de contaminació puntuals, més concretament per les descàrregues directes superficials en episodis de fortes pluges.

D'altra banda, una altra pressió que contempla l'estudi en qüestió és la de l'aportació significativa de DBO₅ que reben les masses d'aigua costaneres. El mapa següent mostra el grau en què cada zona es veu afectada per aquest factor:

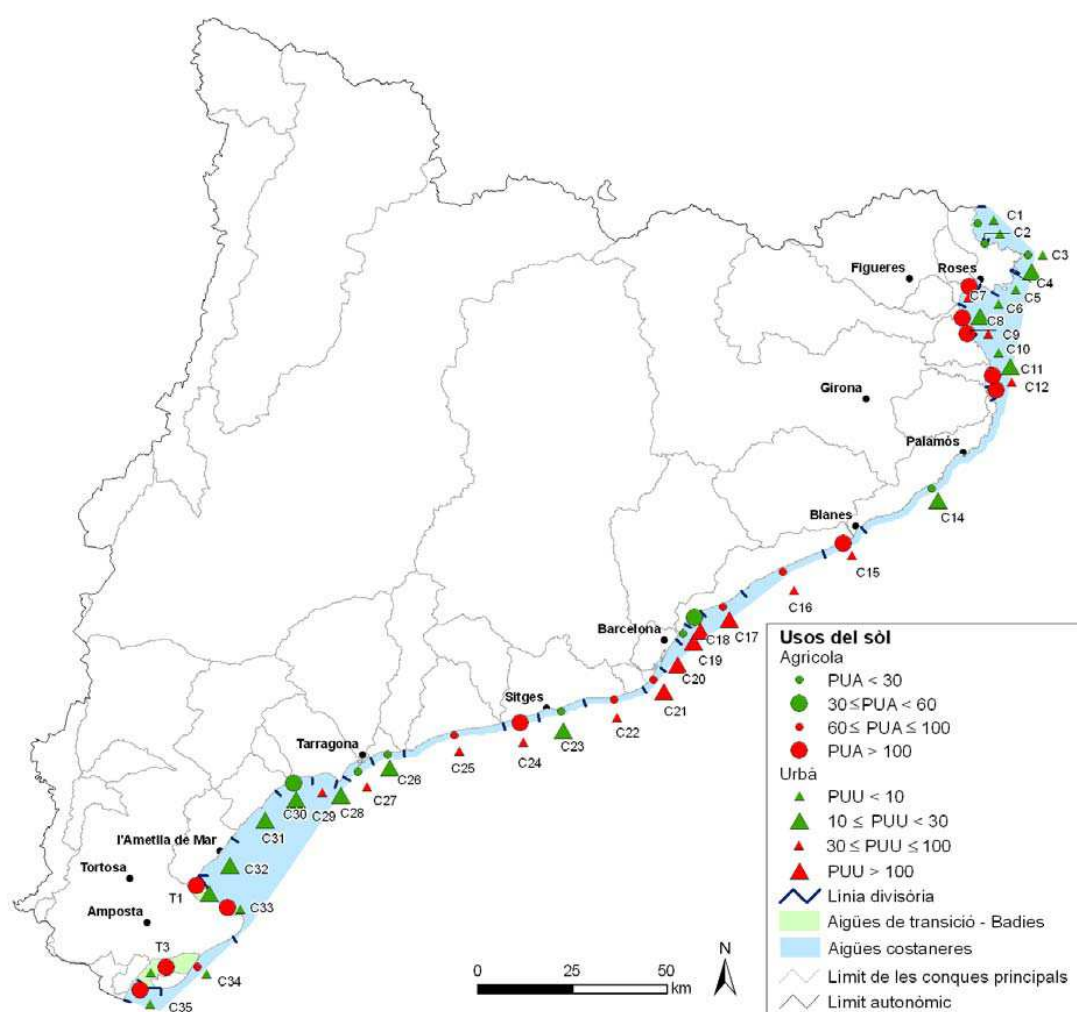
5. Característiques del municipi



Mapa 1: Pressió per aportacions de rius: DBO₅ i nitrats (kg/(dia x km)) en les masses d'aigua costaneres, i pressió per aportacions per canals en les masses d'aigua de transició de tipus Badia. Les masses d'aigua amb pressió significativa es mostren en vermell.

Com hem comentat a l'inici del capítol, aquest és un cas clar de la influència de la platja de Pals sobre la de Sa Riera, ja que aquesta pressió, pel que fa l'aportació de grans quantitats de DBO₅, és força més accentuada a Pals degut a la presència de la desembocadura del Ter. Així doncs, aquesta pressió es pot considerar menys significativa a la platja de Sa Riera, fet que ens demostren els anàlisis fets de la riera en qüestió, que donaven valors de DBO₅ pràcticament menyspreables. El mateix passa amb el cas dels nitrats.

D'altra banda, la massa d'aigua composta per aquestes dues platges (Pals i Sa Riera) també s'inclou dins les masses d'aigua costaneres que presenten una pressió significativa per usos agrícoles i urbans, com es mostra en el següent mapa:



Mapa 2: Pressió per contaminació difosa per usos del sòl agrícoles i urbans (ha/km) en les masses d'aigua costaneres i de transició (tipus Badia) de Catalunya. Les masses d'aigua amb pressió significativa es mostren en vermell.

En aquest cas també domina la influència de Pals sobre Begur, ja que s'hi exerceix un ús agrícola més important. Ara bé, referent als usos urbans, vindrien a ser equiparables en els dos casos, ja que en ambdós hi trobem una gran superfície ocupada.

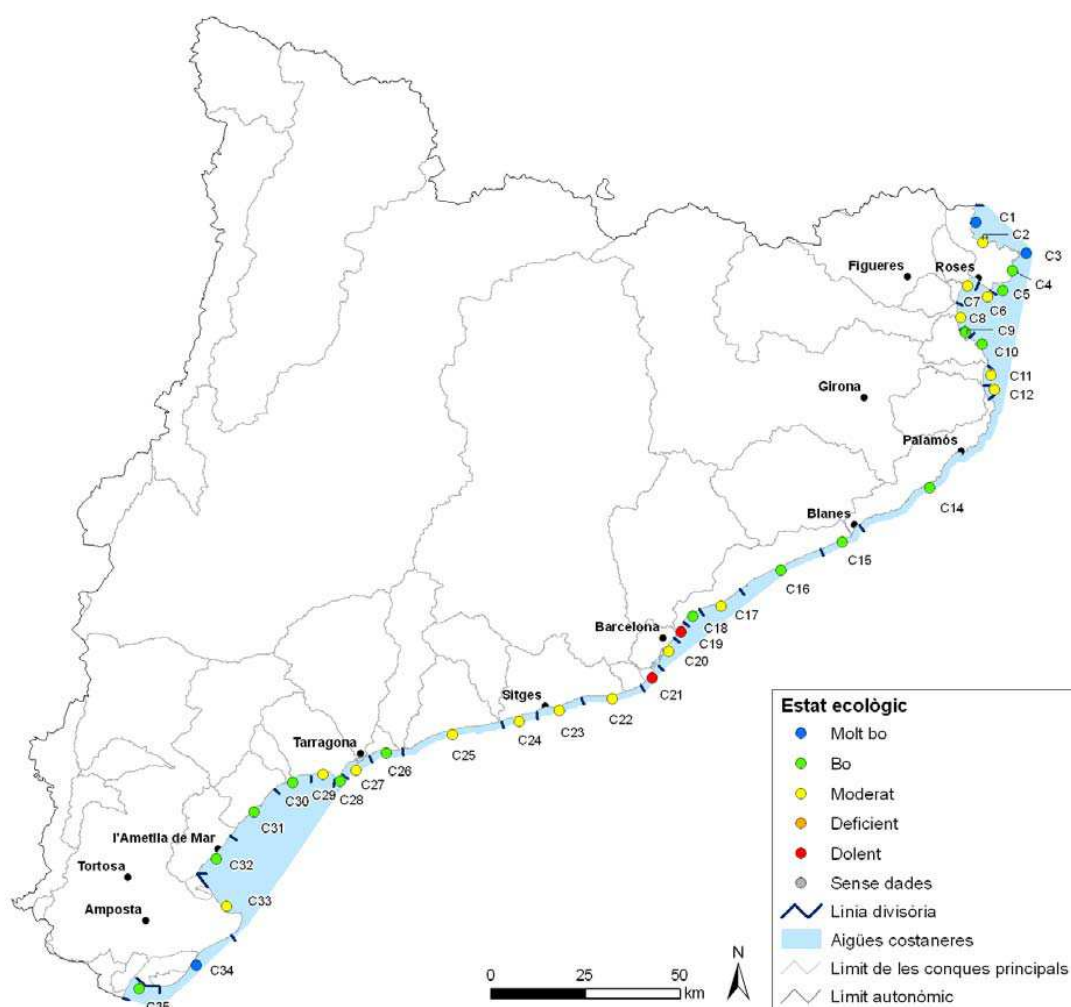
Aquest estudi de l'Agència Catalana de l'Aigua, també determina un estat ecològic resultant, en funció dels diferents paràmetres obtinguts, tant de qualitat biològica com físico-química. En la taula adjacent s'hi aprecien els resultats obtinguts:

5. Característiques del municipi

Massa d'aigua		Qualitat biològica	Qualitat fisicoquímica	Edat ecològica
Codi	Nom			
Conques internes				
C12	Pals – Sa Riera	Moderada	Bona	Moderat

Taula 4: Qualitat biològica, qualitat fisicoquímica i estat ecològic per cada massa d'aigua costanera de Catalunya.

Aquest resultat també es veu plasmat en el mapa general de Catalunya següent:



Mapa 3: Estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de Catalunya.

Així doncs, com molt bé mostra el mapa anterior, l'estat ecològic de la platja de Sa Riera es considera “moderat”. Fet que, basant-nos en la Directiva Marc de l'Aigua, s'espera que en un

termini de dos anys, l'any 2009, s'hagi pogut superar aquesta categoria i assolir la categoria de "bo". Un cop analitzat l'estat ecològic, i per tal de trobar l'impacte probable de la zona, s'ha de determinar l'estat químic de la massa d'aigua en qüestió, i així, amb la combinació d'ambdós estats, obtenir aquesta probabilitat d'impacte.

En la següent taula s'aprecien els diferents resultats de la combinació, tant de l'estat ecològic com del químic.

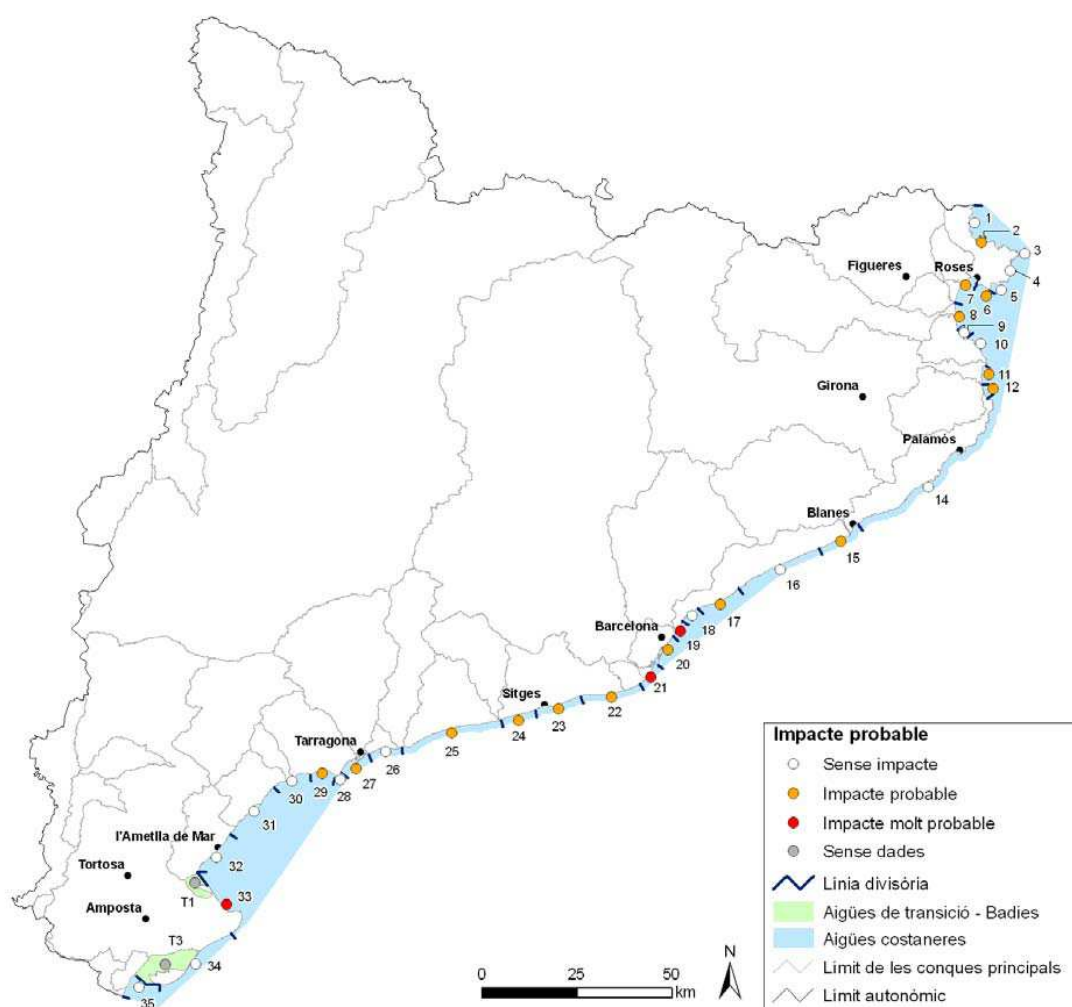
		Estat químic				
		Bo	Moderat	Deficient	Dolent	Sense dades
Estat ecològic	Molt bo	Sense impacte				Sense impacte
	Bo	Sense impacte	probable			Sense impacte
	Moderat		probable	Molt probable		probable
	Deficient					
	Dolent			Molt probable	Molt probable	

Taula 5: *Impacte probable resultat de la combinació dels estats ecològic i químic. Es presenten només les combinacions que es donen en les masses d'aigua de Catalunya.*

Segons aquests criteris, a Catalunya hi ha setze masses d'aigua que no presenten impacte apreciable, quinze amb impacte probable i tres amb un impacte molt probable.

Sa Riera queda compresa dins les masses d'aigua amb impacte probable, com es mostra a continuació:

5. Característiques del municipi



Mapa 4: *Impacte probable en les masses d'aigua costaneres i de transició (tipus Badia) de Catalunya.*

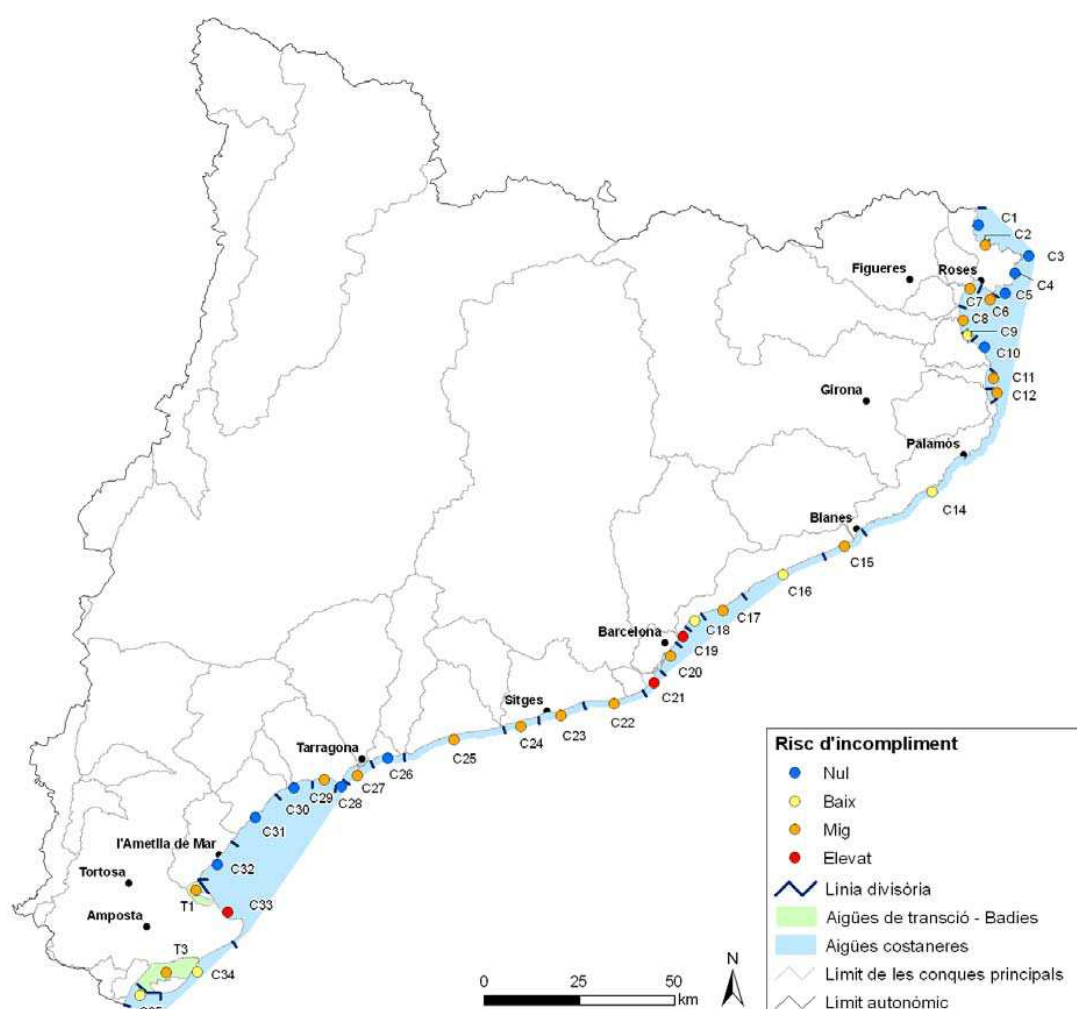
Per acabar, també es realitza una valoració del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc. Aquesta valoració es basa en la combinació dels resultats de l'anàlisi de pressions i impactes, i s'acaben obtenint diferents graus de risc, com són:

- Risc elevat, si:
 - i) existeix impacte *comprovat*, independentment del tipus de pressió, o
 - ii) existeix impacte *molt probable* i pressions *significatives*, o
 - iii) existeix impacte *molt probable* i *sense dades* per avaluar les pressions.
- Risc mig, si:
 - i) existeix impacte *molt probable* i pressions *no significatives*, o
 - ii) existeix impacte *probable*, independentment del tipus de pressió, o bé

iii) no hi ha dades per valorar l'impacte i la pressió és significativa.

- Risc baix, si:
 - i) no hi ha impacte i la pressió és *significativa* o *sense dades*, o bé
 - ii) no hi ha dades per valorar l'impacte i la pressió és *no significativa*.
- Risc nul, si no existeix impacte i la pressió *no és significativa*.

Tot seguit es mostra el mapa de Catalunya, on s'hi diferencien les diferents categories en que queden establertes les diverses masses d'aigua.



Mapa 5: Risc d'incompliment en les masses d'aigua costaneres i de transició (tipus Badia) de Catalunya.

5. Característiques del municipi

Finalment, adjuntem la taula on es plasmen els impactes, pressions i risc d'incompliment de la Directiva, útil a l'hora de fer-se una idea global dels resultats obtinguts un cop conclòs l'estudi realitzat per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Massa d'aigua		Pressions	Impactes	Risc d'incompliment
Codi	Nom			
Conques internes				
C12	Pals – Sa Riera	SIG	Impacte probable	MIG

Taula 6: Pressions, impactes i risc d'incompliment en les masses d'aigua costaneres de Catalunya. Pressions: significatives en taronja, no significatives en blanc. Impactes: probable en taronja; sense impacte aparent en blanc.

És interessant veure doncs, com en aquesta zona en concret s'hi han realitzat estudis d'aquest tipus que ens permeten tenir una visió general de l'estat en que es troben les diferents masses d'aigua de la regió de Catalunya.

Així doncs, estudis com aquest, donen peu a buscar alternatives viables per tal de minimitzar, d'una banda els riscos i impactes als que s'exposen aquests ecosistemes, i de l'altra, reduir en la mesura del possible el grau d'incompliment que se'ns atribueix.

Per tant, de cares al projecte, ens aporta un valor afegit a l'hora de justificar el perquè de la nostra actuació, i ens fa més conscients de les possibles millores que s'haurien de dur a terme per assolir les condicions previstes de les masses d'aigua de Catalunya.

6. DIAGNOSI DE LA SITUACIÓ ACTUAL

La diagnosi ha consistit en remarcar els trets principals de la xarxa de drenatge de Begur, especialment pel que fa referència a les aigües pluvials.

Per gestionar les aigües el municipi de Begur compta amb una xarxa de clavegueram de diferents tipus, i separada amb diferents parts. Una part del municipi funciona amb xarxa unitària, és a dir, l'aigua residual domèstica i l'aigua de pluja es mesclen en la mateixa canonada i per tant no es poden gestionar separatament. Aquesta és enviada a mar a través dels emissaris, o bé és conduïda cap a les estacions de bombament de cada conca, i d'aquí a les depuradores d'aigües residuals, concretament a Pals i Begur.

Pel que fa a la xarxa separativa, podem trobar dos situacions: una seria quan el clavegueram de tipus residual no té conductes d'aigües pluvials, que aleshores al carrer no hi ha embornals ni reixes, i l'aigua de pluja discorre per la seva superfície fins arribar a un punt d'entrada, que és generalment la riera o la platja. Mentre que en l'altra situació, les aigües residuals i pluvials circulen per conductes diferents. L'aigua pluvial accedeix al sistema mitjançant embornals, reixes, escomeses de terrats i patis interiors d'habitatges, mentre que l'entrada d'aigua residual es fa amb l'execució de les escomeses dels claveguerons dels edificis. Cal remarcar que, en molts punts, les canonades no tenen capacitat suficient per canalitzar tota l'aigua que els arriba de la pluja i acaba sobreixint a la superfície.

A Begur, les urbanitzacions presenten un clavegueram de tipus separativa on l'aigua de pluja discorre pel camp o carrers fins arribar a una riera o mar. Per contra, al nucli urbà hi podem trobar dos tipus de xarxa de clavegueram, la separativa i la unitària.

Un cas de xarxa separativa seria el tram on drena l'aigua des de la plaça del poble fins a l'arbreda on acaba desembocant a Sa Riera; per aquesta canonada només hi passa aigua pluvial. Hi ha dues zones en aquest tram on es produeixen problemes per incapacitat de la xarxa: una seria en xarxa residual i l'altre en xarxa pluvial on el col·lector d'aigües i la seva canonada són insuficients per engolir les aigües procedents dels episodis de pluges torrencials.

Pel que fa a la xarxa de clavegueram de Begur, té una longitud total d'aproximadament 65km, la

6. Diagnosi de la situació actual

qual suposa una relació de 17m de clavegueram/habitant. A més, disposa de 913 pous amb una distància mitjana entre ells d'uns 71m. La major part de canonades que formen la xarxa de clavegueram de Begur tenen diàmetres compresos entre els 200 i els 500mm, però aproximadament un 72% es troba compresa entre els 300 i 400mm de diàmetre.

Actualment, el tram de Sa Riera compta amb una canonada d'un diàmetre aproximat d'un metre, que recull aigua d'una àrea d'aproximadament 500 m², localitzada en el nucli urbà del municipi. Finalment desemboca al principi d'un torrent anomenat Rec des valls, que comunica amb Sa Riera. La sortida d'aquesta aigua es troba a sota de la plaça de l'Arbreda, situada uns 5 metres per sobre del nivell del Rec. Per tant, quan plou molt i l'aigua surt de la canonada amb molta pressió, guanya en energia potencial. A partir d'aquest moment, l'aigua segueix el curs de la Riera. Sa Riera es troba en una llera molt marcada per l'impacte del creixement urbanístic present en aquest tram del municipi, i per aquest motiu es troba plena de residus procedents de la construcció (plàstic, runes, etc.), ja que no es porta a terme cap gestió de control en la seva llera.

S'ha pogut observar que el 18 d'octubre de 2006 van caure 61 litres per metre quadrat en 90 minuts o el dia 24 de setembre de 2006 on en 60 minuts van caure 42 litres. Aquests només són uns exemples puntuals d'episodis de pluges intenses produïts en un període curt de temps. Aquests valors són prou significatius per tal d'imaginar els efectes que pot tenir l'aigua sobre un territori tan alterat i amb un desnivell pronunciat. Com a conseqüència, l'aigua adquireix una elevada velocitat i força, ocasionant l'arrossegament dels obstacles que s'hi troben i la conducció violenta fins a la desembocadura.

Aquests episodis de pluja s'han utilitzat en el programa de modelització Infoworks CS que ha permès desenvolupar un model per a la situació actual i així poder estimar la quantitat d'aigua perduda i que va anar directament a mar. Així, per exemple, el dia 24 de setembre, en el moment de la màxima intensitat de pluja (en només 60 minuts) es van perdre 1653 litres d'aigua provinents del nucli urbà i urbanitzacions, que van anar a parar cap al mar sense tenir la possibilitat d'aprofitament d'aquesta aigua. Aquesta xifra és més elevada quan l'episodi de pluja no té tanta intensitat però la durada de la precipitació és més llarga; i per tant, amb precipitacions que tenen una durada de fins a 9 hores es poden perdre 2556 litres d'aigua, provinents de nucli urbà i urbanitzacions, que van a parar a la desembocadura de Sa Riera. La desembocadura es troba a la platja de Sa Riera, la platja més important del poble i de gran atractiu turístic per les seves vistes. En els episodis ja esmentats

es produeixen destrosses importants a la platja degudes a la velocitat de l'aigua i als materials arrossegats per aquesta, causant l'acumulació de les deixalles al tram final, és a dir, a la sorra de la platja i a la plaça situada just abans d'arribar a la sorra, on la riera hi passa per sota. Quan plou tant, el conducte subterrani no pot assimilar el cabal que porta i per tant l'aigua acaba passant per sobre en direcció a la platja.

D'altra banda, s'ha de tenir en compte les despeses econòmiques que suposa per l'Ajuntament arreglar aquests desperfectes i deixar la platja i la plaça de Sa Riera en bones condicions. En aquests casos l'ens local ha de fer una inversió que pot arribar fins a uns 3000 €, entre els salaris dels operaris i les reparacions necessàries, per cada episodi fort de pluja.

7. ALTERNATIVA PROPOSADA

Amb la realització d'aquest projecte es pretén proposar una alternativa a la gestió actual de les aigües pluvials del municipi de Begur, concretament a la zona de la riera de Sa Riera. Per fer-ho, hem estudiat una alternativa que creiem que és la que s'adequa millor a un aprofitament de l'aigua des de un punt de vista mediambientalment sostenible.

Com ja hem mencionat anteriorment, un dels principals problemes que afecten aquest tram concret del municipi és quan es donen episodis de pluges torrencials, els quals aglomeren grans quantitats d'aigua en poc temps i a una gran pressió. Aquestes riuades provoquen un important arrossegament de tot el que l'aigua es troba al seu pas, quedant acumulat, i per tant, causant danys al llarg de la conca i més notòriament, a la desembocadura de la riera.

Així doncs, l'alternativa proposada consisteix en dimensionar un dipòsit en una zona estratègica de la conca de Sa Riera, el qual s'emprarà per emmagatzemar l'aigua procedent del nucli urbà i de diverses urbanitzacions properes, temporalment, fins que sigui bombada tot just després d'experimentar un primer filtrat que n'elimini les partícules més grolleres, procedents de l'escorrentia superficial del nucli urbà. Així doncs, un cop l'aigua estigui dins el dipòsit, serà expulsada mitjançant un mètode de bombament que l'enviarà a una zona de sorreres, on actualment ja s'hi envien les aigües procedents de la depuradora municipal. D'aquesta manera s'aconsegueix una filtració d'aquesta aigua gràcies a la capacitat infiltradora del terreny en sí, fet que ens garanteix un segon filtrat natural d'aquesta aigua amb el seu pas per les sorres.

Creiem oportú recircular aquesta aigua pluvial cap a l'esmentada zona de sorreres ja que:

1. Actualment, partim d'un recorregut de referència corresponent al circuit emprat per abocar les aigües provinents de la depuradora, que ens garanteix un curs d'aigua útil per a regenerar possibles aqüífers ja presents a la plana del municipi fronterer de Regencós.
2. La zona de les sorreres és el primer recurs natural que trobem, que ens permet abocar-hi les aigües que posteriorment divergiran, aprofitant així aquest recurs en comptes d'abocar-lo directament al mar, i deixar-lo perdre.

Aquesta proposta es verificarà a mesura que es realitzin els diversos anàlisis i estudis de la zona, per tal de que els resultats finals siguin fiables i el més aproximats possible a la realitat.

7.1. ESTUDIS DE VIABILITAT DE LA PROPOSTA

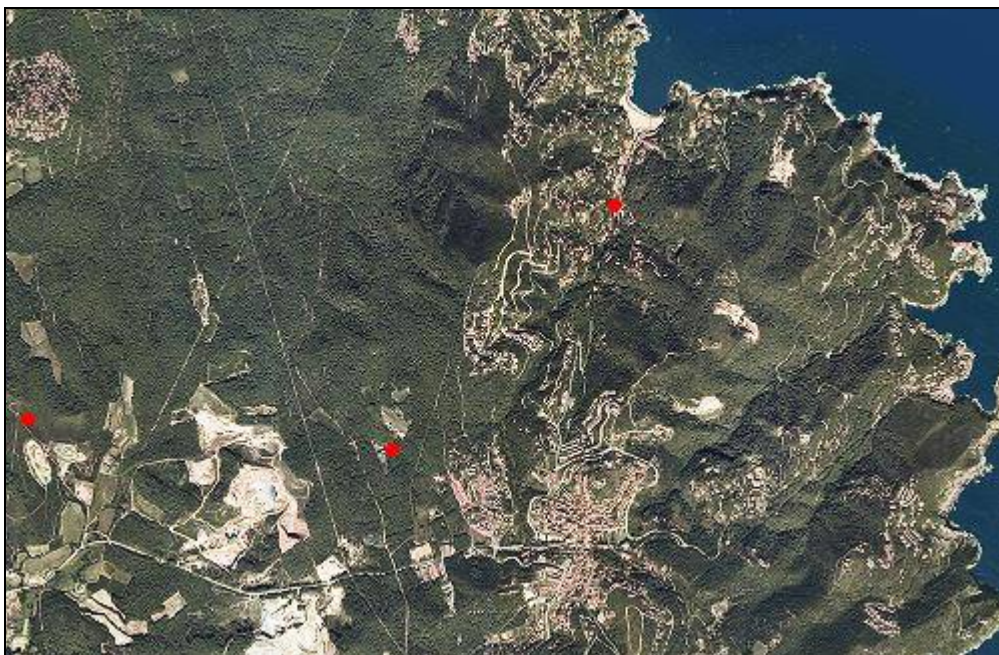
7.1.1 ANÀLISI D'AIGÜES

7.1.1.1 Introducció

L'objectiu d'aquest apartat és conèixer la caracterització físico-química de les aigües presents a l'àrea d'estudi, per tal de corroborar que l'aigua que surt de la depuradora és la mateixa que es troba en una bassa formada de manera natural en un tram més avall (i així poder determinar si el curs hídric que segueix subterràniament és el de la nostra hipòtesi). Per altra banda es fa un anàlisi de l'aigua del rec de Sa Riera, per tal de garantir que la seva qualitat és bona, i en el cas de que la proposta del dipòsit sigui viable, ens assegurarem de que l'aport d'aquesta aigua no ens alterarà la qualitat dels aquífers de la zona.

Descripció dels punts de mostreig:

A continuació es mostra un mapa on es poden observar els diferents punts de mostreig on s'han extret les mostres d'aigua per analitzar. D'esquerra a dreta hi trobaríem: la bassa formada de forma natural en el tram baix de la zona on trobem els dipòsits eòlics (situada ens les coordenades UTM: X: 514659 i Y: 4645458), el punt on s'aboca l'aigua procedent de la sortida de la depuradora (situada en les coordenades UTM: X: 516189 i Y: 4645388) i en tercer lloc s'ha analitzat l'aigua del rec de Sa Riera (situada en les coordenades UTM: X: 517329 i Y: 4646248).



Imatge 6: Retall d'ortofotoimatge de l'ICC, E 1: 25.000

S'ha cregut convenient l'anàlisi de tres mostres d'aigua de procedència diferent. Primerament s'ha analitzat l'aigua de Sa Riera (resultats dels anàlisis disponibles a l'annex 3, apartat 5) amb l'objectiu de conèixer-ne la qualitat per tal de poder-la bombar cap a les sorreres i verificar que la seva aportació no empitjorà l'estat del bioma actual.

El segon punt estudiat ha estat l'aigua de la sortida de la depuradora de Begur. Aquesta depuradora es va posar en funcionament l'any 1974 i forma part del Consorci de la Costa Brava. L'EDAR té una cabuda de 2.190 m³/dia i el tractament que s'hi fa és un tractament de fangs activats. Val a dir, que aquesta només rep una part de l'aigua residual del municipi de Begur, la resta va a parar a l'EDAR d'Esclanyà, al municipi de Pals i a dos emissaris que aboquen a mar (el de Sa Tuna i Fornells).

7. Alternativa Proposada

A continuació es descriuen breument els processos de depuració de les aigües residuals que tenen lloc a la depuradora de Begur:

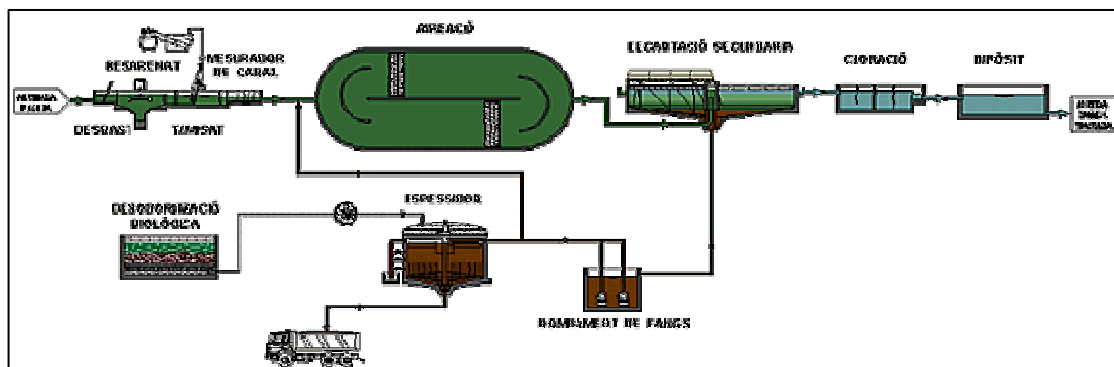


Figura 12: Representació esquemàtica dels processos realitzats a la EDAR de Begur. (Font: Consorci de la Costa Brava)

Tan bon punt les aigües arriben provinents de la xarxa de clavegueram, se'ls hi realitza un pretractament que consisteix en conduir les aigües a través d'una cadena rotatòria. Primerament, aquestes passen per unes reixes grosses on es realitza un desbast groller dels sòlids més grans, aquest és un procés manual i es retiren els elements recollits amb un rasclí. Seguidament, es condueixen per un tamís més fi, el qual separa les partícules més petites i les fa passar per un compactador, el producte resultant va en un cubell i posteriorment és llençat als contenidors d'escombraries. En els desarenadors el que s'aconsegueix és separar les sorres més fines i els greixos i olis presents en l'aigua. A continuació, es prossegueix a fer la mesura del cabal d'entrada. Seguidament, l'aigua procedent del pretractament va en el tanc d'aireació, aquest conté fangs a la part inferior i consta de dos rotors que s'alternen a banda i banda per tal d'aeriar les aigües; és un procés d'aireació perllongat, per això l'aigua procedent del pretractament ha de romandre 24 hores dins el tanc d'aireació, en aquest s'accelera el procés biològic que es donaria a la natura de la matèria orgànica dissolta en l'aigua residual. L'última etapa correspon a la decantació de l'aigua procedent del tanc d'aireació. En aquesta s'assoleix una separació òptima entre l'aigua tractada i la biomassa present. El sobrenedant ben clarificat antigament rebia un tractament més avançat de cloració. Actualment, aquest no es duu a terme i les aigües són conduïdes en un pou on es bomben fins un tram més avall de la depuradora, cap a les sorres on s'allibera i s'infiltra en el terreny.

Pel que fa als fangs procedents de la decantació, una part són recirculats al tanc d'aïreació perllongada. La resta de fangs es col·loquen en un dipòsit i se'ls hi precisa un tractament específic per tal de reduir-ne el seu volum, pes i característiques; a la depuradora de Begur aquest procés no hi té lloc, per això els fangs són traslladats a la depuradora de Torroella de Montgrí, on són tractats.

Per últim, s'ha tingut en consideració l'aigua dolça, procedent d'una llacuna de formació natural a la zona de les sorreres. La formació d'aquesta es deu a l'explotació de les sorreres, al excavar la sorra es va arribar al nivell freàtic de l'aigua i l'emergència d'aquesta ha ocasionat la formació d'una bassa amb un petit ecosistema. Dóna la impressió d'una llacuna tancada, però per la part superficial rep un aport d'aigua procedent d'un tram de més amunt, per altra banda, segurament hi ha un intercanvi d'aigua per la part inferior de la bassa. La fondària exacte de la bassa no s'ha pogut determinar, però per l'observació dels vegetals que hi creixen al centre es pot intuir que és bastant profunda, ja que els canyissars i arbres que hi ha, queden bastant coberts. Al llarg dels mesos s'ha pogut observar com l'estat de la bassa canviava a mesura que arribava el bon temps, la presència de flora i fauna s'ha fet més evident i la coloració de l'aigua ha adquirit un color més verdós. La bassa rep una aportació petita d'aigua procedent de la surgència de les sorreres, si aquesta quantitat deixés de rebre-la segurament seria una bassa sensible a l'eutrofització.

Adicionalment, s'ha cregut convenient considerar les analítiques de qualitat de l'aigua procedent dels pous de propietat privada, que se'ns varen facilitar al seu moment; d'aquesta manera, s'ha pogut avaluar la qualitat de l'aquífer present en aquest punt, proper a la zona d'estudi. Els anàlisis realitzats d'un d'aquests pous per l'empresa SOREA es poden trobar a l'annex 4.

En el primer anàlisi, el qual se'n va finalitzar el dia 30/11/00 es pot observar que tots els paràmetres es troben per sota la concentració màxima admissible fixada per la reglamentació Tècnico-Sanitària vigent segons el Real Decret 1138/90. Exceptuant l'amoníac, el qual es troba en el límit permès. Cal remarcar que no hi ha presència de clor residual lliure, això ens indica que en aquest punt no s'hi troba aigua procedent de la depuradora, la qual és abocada uns metres més avall. El pendent de la zona fa que l'aigua de la depuradora no afecti els pous ja que és conduïda cap a les sorreres.

Quan observem el segon anàlisi, podem destacar, que tot i està fet en diferent època de l'any respecte el primer, (tardor i primavera respectivament), no s'observen grans canvis. Els canvis més remarcables s'han pogut observar en la disminució de diferents paràmetres, com el canvi de terbolesa, la qual ha

7. Alternativa Proposada

disminuït de 0,08 a 0,05 U.N.F., dels nitrats, que s'ha passat de tenir-ne 19,3 mg NO₃/l en el primer a tenir-ne 13,8 NO₃/l en el segon, i de la conductivitat que disminueix en 259 µS/cm.

Vistos els resultats obtinguts dels anàlisis Ref.441 i el Ref. 442 i un cop realitzat l'estudi dels diferents paràmetres, podem assegurar, basant-nos en el *R.D.1138/90*, que l'aigua analitzada compleix la reglamentació, ja que no sobrepassa cap dels valors establerts en aquesta.

Quatre anys després d'aquests anàlisis, el mateix propietari del pou va ordenar unes noves proves de control d'aquesta aigua degut a la nova normativa d'aigües (*R.D. 140/2003*). Així doncs, els resultats obtinguts més recentment són els que mostrem a l'annex 4 amb data del 06/06/2005.

Com veiem, pels paràmetres analitzats, els resultats obtinguts compleixen les especificacions descrites al *RD 140/2003*. Això ens ho demostra que tots els paràmetres analitzats es troben per sota el valor paramètric, el qual és el màxim o mínim de cada paràmetre d'acord amb al *R.D. 140/2003*. Aquest anàlisi doncs, ens verifica la bona qualitat d'aquesta aigua, i per tant, el bon estat de l'aigua subterrània que circula pel terreny d'estudi.

7.1.1.2 Legislació d'aigües

L'objectiu de la gestió per al proper mil·leni segons l'actual política de l'aigua, és aconseguir, com a mínim, el bon estat ecològic de totes les masses d'aigua, també es centrarà en aspectes biològics i se seguiran valorant els paràmetres fisicoquímics descriptors de la qualitat de les aigües, ja sigui per si mateixos o per les implicacions que tenen precisament en alguns indicadors de tipus biològic.

Tanmateix, l'aigua ha de complir unes exigències legals i normatives en funció de l'ús que se li atribueixi: aigües potables, aigües superficials destinades a ser potables, aigües residuals, etc.

Després de l'aprovació de la DMA hi ha vigents les següents directives:

➤ **Directiva 98/83/CE**

Aquesta Directiva Europea és fruit de la modificació de la Directiva sobre la qualitat de l'aigua potable (80/778/CE).

En aquesta directiva s'estableixen normes estrictes de la qualitat de l'aigua destinada al consum humà, s'hi fixen els valors màxims autoritzats i els valors guies segons els diferents components que pot contenir l'aigua. Els Estats tenen l'obligació de controlar la qualitat de la seva aigua.

➤ **Directiva sobre el tractament de les aigües residuals urbanes (91/271/CEE)**

Té per objectiu protegir al medi ambient dels possibles danys que se l'hi puguin ocasionar com a resultat del vessament de les aigües residuals urbanes i les procedents de determinats sectors industrials. Per això, s'han de complir els requisits pertinents que estableix la Directiva depenent de les característiques que defineixin cada situació. En funció de la vulnerabilitat de les aigües receptores les aigües rebran un tractament primari, secundari o terciari. La present Directiva també té en contemplació la recollida de les aigües, totes les zones edificades han de disposar d'un sistema col·lector de les aigües residuals urbanes adaptades a les seves dimensions.

Totes les zones edificades han de disposar d'un sistema col·lector de les aigües residuals urbanes adaptades a les seves dimensions.

Paràmetre	Concentració	Percentatge mínim de reducció (1)
Demanda Bioquímica d'Oxigen (DBO ₅ a 20 °C) (2)	25 mg O ₂ /l	70-90
Demanda Química d'Oxigen (DQO)	125 mg O ₂ /l	75
Total de sòlids en suspensió	35 mg/l (més de 10.000 hb-eq (3))	90 (més de 10.000 hb-eq)
	60 mg/l (de 2.000 a 10.000 hb-eq)	70 (de 2.000 a 10.000 hb-eq)

(1) Reducció relacionada amb la carga del cabal d'entrada

(2) Es pot substituir per un altre paràmetre, com el carboni orgànic total (COT), o la demanda total d'oxigen (DTO), si es pot establir una relació entre els dos i la DBO₅.

(3) 1 hb-eq (equivalent evitant), és la carga orgànica biodegradable amb una Demanda Biològica d'Oxigen amb cinc dies (DBO₅) de 60 grams d'oxigen per dia.

Taula 7: *Requisits pels vessaments de les aigües residuals urbanes procedents de les instal·lacions del tractament d'aigües residuals urbanes, valors extrets de la Directiva 91/271/CE, segons els articles 4 i 5.*

7. Alternativa Proposada

En el cas que els vessaments de les aigües residuals tinguessin lloc en zones sensibles a l'eutrofització, aplicariem els següents límits de nitrogen i fòsfor:

Paràmetre	Concentració	Percentatge mínim de reducció (1)
Fòsfor total	2 mg/l (de 10.000 a 100.000 hb-eq) 1 mg/l (més de 100.000 hb-eq)	80
Nitrogen total (2)	15 mg/l (de 10.000 a 100.000 hb-eq) 10 mg/l (més de 100.000 hb-eq)	70-80

(1) Reducció relacionada amb la càrrega del cabal d'entrada

(2) Equival a la suma de N-Kjeldahl (N-orgànic + NH₃), nitrats més nitrats.

Taula 8: *Requisits que han de complir les aigües residuals urbanes a la sortida de la depuradora quan el vessament es produeixi en zones sensibles propenses a eutrofització.*

➤ Directiva sobre nitrats (91/676/CEE)

Té per objectiu mitigar la presència de les altes concentracions de nitrats, limitant els efectes contaminants de la producció agrària intensiva i reduint-ne l'ús de fertilitzants. Inclou disposicions sobre el tractament de les aigües residuals i la seva gestió a l'agricultura.

Els Estats membres tenen l'obligació de designar i controlar <<zones vulnerables>> les zones contaminades per nitrats i aquelles que es preveuen que en un futur pròxim també ho estaran.

Pel que fa a l'àmbit Català, l'encarregat a gestionar les aigües és l'Agència Catalana de l'Aigua. Aquest és l'ens públic adscrit al Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat amb competències plenes en el cicle integral de l'aigua a les conques internes i intercomunitàries de Catalunya. Pel que fa les conques internes l'ACA assoleix la competència del control de la qualitat i la quantitat de les aigües, entre moltes d'altres. Fins ara els paràmetres de qualitat els hi venien donats per la Junta de Sanejament i més tard, pel Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Industrials del 2003.

La Junta de Sanejament de Catalunya defineix quatre categories de qualitat de les aigües en funció dels usos simultanis que se'ls hi puguin donar. Aquestes són *Tots els usos exigents; Amplis usos, amb precaucions; Usos restringits; Usos mínims*. Els valors més exigents per a cada paràmetre

s'estableixen principalment en la primera categoria, on es fixen fins i tot objectius més rigorosos que els de les normatives, disponibles a l'annex 3, apartat 3.1. Tanmateix, al 2003 va entrar el nou Programa que feia referència a les aigües residuals industrials i aquest tenia en compte diferents paràmetres fisicoquímics que es van utilitzar a fi d'avaluar l'estat de les aigües i poder-ne determinar els objectius de qualitat (consultar taula referent als nivells de qualitat fisicoquímica per avaluar l'estat de les aigües, a l'annex 3.1.).

En el present, trobem que la situació de l'ordenament jurídic a Catalunya es troba en "stanby", després de l'aprovació de la DMA la legislació a Catalunya referent a la qualitat d'aigües subterrànies, superficials... ha quedat derogada. Actualment la nova legislació que contempla aquests paràmetres encara es troba en tràmit, degut a la gran complexitat que suposa l'elaboració d'un document d'aquestes característiques.

L'ACA preveu que pel 2015 els documents oficials reguladors d'aquests paràmetres ja estiguin adscrits. Fins el moment, com que no hi ha cap legislació en vigor que tingui en compte aquests factors els tècnics que els avaluen utilitzen els objectius de qualitat establerts per la Junta de Sanejament o bé pel Programa de Sanejament d'Aigües Residuals Industrials del 2003, però en cap cas s'obliga a fer-ne ús d'una o de l'altra. L'avaluador té el criteri de decisió per utilitzar-ne una o altre, segons cregui més convenient, ja que la normativa no li exigeix explícitament el document en que s'ha de regir per efectuar l'avaluació de la qualitat de les aigües.

7.1.1.3 Paràmetres a analitzar

Per realitzar l'estudi hem cregut convenient fer una classificació dels diferents paràmetres indicadors de la qualitat de l'aigua segons la naturalesa de l'espècie que determina. Així, els podem dividir en:

- Paràmetres de caràcter físic:

Característiques organolèptiques (olor i color)

Terbolesa i Matèries en suspensió

Temperatura

Conductivitat

7. Alternativa Proposada

- Paràmetres de caràcter químic:

Determinació del pH

Oxigen dissolt

Determinació de la matèria orgànica: DBO, DQO, TOC

Determinació de la matèria inorgànica: cations, anions...

No s'ha cregut convenient analitzar paràmetres de caràcter radioactiu, ni tampoc de caràcter microbiològic, ja que amb aquesta presa de mostres només es pretén establir un lligam entre l'aigua que entra procedent de les sorres i s'infiltra, i la que més tard acaba sortint a la superfície donant lloc a una bassa.

7.1.1.4 Presa de les mostres d'aigua

Una de les fases més importants per tal d'obtenir uns bons resultats analítics de l'aigua en qüestió ha estat la presa de les mostres d'aigua en els diferents punts de mostreig. Aquesta és una etapa molt delicada que s'ha de realitzar amb el màxim rigor, ja que un error durant la seva execució pot condicionar els resultats analítics i la interpretació que se'ls hi pugui donar.

L'objectiu de la presa de mostres és obtenir una porció de material amb un volum suficientment petit com perquè pugui ésser transportat i manipulat en el laboratori. Per obtenir uns resultats òptims, la presa de la mostra ha de ser representativa i, depenent dels paràmetres que es volen analitzar, s'hauran de tenir en compte unes consideracions o altres alhora de recollir les mostres.

Un cop in situ s'ha escollit el punt de mostreig més representatiu per la mostra. S'ha agafat una galleda d'aigua, prèviament netejada amb la mateixa aigua a analitzar, i s'ha omplert per tal de no modificar les característiques fisicoquímiques de l'aigua. Després s'ha remenat amb una vara i s'ha pres la mesura de la temperatura, el pH, la conductivitat i l'oxigen dissolt.

Els recipients on s'ha posat la mostra que més tard s'analitzarà al laboratori han estat esbandits tres vegades amb l'aigua a analitzar. S'ha extret un litre d'aigua de la galleda i s'ha introduït dins d'una botella de polietilè-plàstic, aquesta s'ha emplenat fins que vessés i s'ha tapat tot mirant que no hi quedessin bombolles. Per analitzar el paràmetre de la DBO₅ ha estat necessari emmagatzemar mig litre d'aigua en una botella de vidre de litre tupa (per això s'ha embolicat amb paper d'alumini).

Les mostres han estat etiquetades correctament per tal de facilitar-ne la seva integritat des del moment en què s'ha pres fins a l'emissió de l'informe. A l'etiqueta s'han indicat el nom del punt de mostreig, la data i l'hora de la presa de la mostra.

Per acabar, s'han col·locat les mostres dins d'una nevera portàtil refrigerant fins al moment d'arribar al laboratori per realitzar-ne les analítiques pertinents.

Les mostres que han estat utilitzades per fer les analítiques són mostres simples o de sondeig. Es tracten de mostres recollides en un punt de mostreig concret i en un moment determinat, ja que s'ha considerat que la composició d'aquestes aigües és bastant constant al llarg d'un cert temps i d'una certa distància.

7.1.1.5 Mètodes d'anàlisi de les aigües

ANÀLISI DE LES MOSTRES IN-SITU

En el camp es van analitzar tres caràcters organolèptics de les mostres d'aigües, el color, l'olor i la terbolesa. Pel que fa a caràcters fisicoquímics, s'han analitzat el pH, la conductivitat, la temperatura i els compostos químics habituals. El color i la olor s'han determinat de forma qualitativa, tot i que es coneixen els mètodes emprats per determinar-los.

Color:

Pel que fa al color podem distingir entre el color aparent que és el que presenta l'aigua bruta, i el vertader que és aquell que presenta quan ja s'ha eliminat la matèria orgànica en suspensió.

Olor:

L'olor pot ser molt específica depenent de si la font es d'origen natural o artificial, generalment, els compostos inorgànics són inolors, excepte el clor, el sulfur d'hidrogen, amoníac i derivats. Els compostos orgànics solen despendre males olors, en serien exemples els fenols, clorofenols, aldehids, detergents, àcids grassos...també hi ha determinats organismes que són causants de les males olors: algues, bacteris, fongs i la descomposició de determinats vegetals i animals.

7. Alternativa Proposada

Terbolesa:

La terbolesa de l'aigua es deu a la presència de matèria insoluble, en suspensió o en dispersió col·loïdal. És un fenomen òptic que consisteix, essencialment, en una absorció de llum combinada amb un procés de difusió.

Els paràmetres químics inorgànics que s'han determinat han estat les sals anióniques Br^- , Cl^- . Per altra banda, s'han analitzat els bionutrients: els compostos nitrogenats (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) i pel que fa als compostos fosforats només s'han tingut en consideració els fosfats (PO_4^{3-}).

La terbolesa s'ha calculat al laboratori amb el Turbidímetre TN-100 (de la casa Eutech Instruments).



Imatge 7: Turbidímetre TN-100 (de la casa Eutech Instruments)

Temperatura:

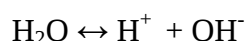
La temperatura és la mesura del potencial calorífic de l'aigua i s'expressa en graus centígrads ($^{\circ}\text{C}$). La temperatura de l'aigua és un paràmetre molt important perquè afecta directament les reaccions químiques i les velocitats de reacció, la vida aquàtica i l'adequació de l'aigua per la seva utilització.

La mesura s'ha realitzat amb l'oxímetre Oxi 330i/SET.

Determinació potenciomètrica del pH:

El pH d'una aigua mesura la seva acidesa o alcalinitat i és degut als caràcters dels sòls que travessa. Les aigües calcàries tenen un pH elevat, mentre que els terrenys pobres en calcita o silicats tenen un pH molt proper a 7 o inferior, i les aigües que travessen regions volcàniques solen ser àcides.

Es defineix com el logaritme negatiu de la concentració del ió hidrogen en la dissolució. La concentració del ió hidrogen es troba molt relacionada amb la dissociació de les molècules d'aigua:

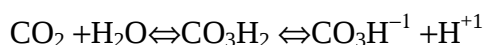


La concentració del ió hidrogen s'ha mesurat amb un instrument anomenat pH-metre.

La diferència de potencial existent entre un elèctrode de vidre i un de referència submergits en una mateixa dissolució és funció de l'activitat dels ions hidrogen.

Per determinar-lo s'ha connectat l'aparell uns 15 minuts abans de fer-lo servir. Seguidament s'ha calibrat el pH-metre, tenint en compte les instruccions recomanades pel fabricant. Per tal de determinar el pH de la mostra d'aigua recollida al camp s'ha posat en un vas de 100 ml i s'hi ha introduït l'elèctrode combinat dins la solució procurant que el contacte porós quedés submergit. S'ha agitat a mà uns trenta segons i a continuació s'ha premut el botó pH per dur-ne a terme la lectura. Al començar la lectura un llum verd comença a parpellejar i quan s'apaga es considera que la lectura és estable.

El pH es veu afectat per les pèrdues de CO₂. Si a l'aigua hi ha CO₂, existeix un equilibri:



És a dir, la presència de CO₂ a l'aigua implica que aquesta presenti un caràcter àcid. Si el diòxid de carboni desapareix, l'equilibri es desplaça cap a l'esquerra amb el consegüent canvi de pH.

7. Alternativa Proposada



Imatge 8: *pH-metre Crison MicropH-2000*

Conductivitat elèctrica:

És la mesura de la capacitat que té l'aigua per conduir el corrent elèctric a través seu. La corrent elèctrica és transportada pels ions que es troben dissolts en l'aigua, si augmenten el nombre de ions la conductivitat de l'aigua és més elevada.

La conductivitat elèctrica es pot utilitzar com a indicador de la qualitat elèctrica de les aigües superficials, aigües de plantes de tractament, aigües de subministrament, aigües residuals, etc. i ens permet conèixer-ne la seva mineralització.

La reglamentació espanyola estableix com a valor orientador de qualitat fins a 400 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i com a valor màxim tolerable el corresponent a la mineralització de l'aigua.

Per determinar-lo s'utilitza un conductímetre, el qual porta connectat una cel·la de conductivitat específica amb un compensador automàtic de temperatura. El procediment a seguir per a la determinació de la conductivitat ve descrit detalladament a les instruccions de l'ús del conductímetre, primer es renta la cel·la de conductivitat diverses vegades amb aigua destil·lada, es prem el botó 1/0, es submergeix la cel·la en la dissolució que es vol mesurar i s'agita evitant l'aparició de bombolles a les plaques. La lectura que apareix a la pantalla és la conductivitat específica, a 20 °C. L'aparell selecciona automàticament l'escala òptima.



Imatge 9: Conductímetre Cond 315i/7

Oxigen dissolt:

El paràmetre d'oxigen dissolt es mesura amb mg/l i representa els mg d'oxigen que es troben dissolts en un litre d'aigua.

L'instrument utilitzat per fer-ne la mesura és un oxímetre. Aquest mesura la diferència de potencial que es crea entre els elèctrodes (cèl·lula galvànica) o subministrada per una font exterior (cèl·lula polarogràfica). L'oxigen es redueix en el càtode, produint una corrent de difusió que és linealment proporcional a la pressió parcial de l'oxigen de la mostra, a una temperatura determinada. Aquesta mesura es veu molt afectada per la temperatura i la pressió.

Si la lectura sobre la mostra es realitza a una temperatura diferent a la del calibrat de l'instrument, l'aparell corregeix el valor indicat automàticament. Aquesta correcció té en compte la diferència de solubilitat de l'oxigen per les dues temperatures.



Imatge 10: *Oxi 330i/SET*

ANÀLISI DE LES AIGÜES EX-SITU

Matèria en suspensió:

Aquest paràmetre ens indica la presència de sòlids en suspensió que podem trobar en l'aigua analitzada. Per realitzar l'anàlisi de sòlids s'efectua una gravimetria a partir de la filtració de la mostra amb un filtre de 0.45 µm de pas de llum. Per al càlcul cal determinar-ne primerament els sòlids en suspensió volàtils i els totals. Per fer-ho es pren la mostra, amb l'ajuda de la càpsula de porcellana, es pesa un paper de filtre, aquest prèviament haurà estat col·locat a una estufa a 500°C i durant 30 minuts, d'aquesta manera obtindrem el pes inicial del filtre (Tara, T). Amb l'ajuda de l'equip de filtració al buit, es procedeix a filtrar un volum conegut de la mostra, procurant que no quedin restes de sòlids en les parets de l'equip de filtració. Seguidament es procedeix a retirar el filtre de l'embut i a col·locar-lo damunt de la mateixa càpsula amb la que ha estat tarat. Es posa durant un període de 2 hores a l'estufa a 105°C. Un cop passat el temps, es treu de l'estufa i es posa en el dessecador fins que recuperi la temperatura ambient i es procedeix a pesar la càpsula i el filtre junts, per obtenir el pes (P₁). Un cop pesat, es posa la càpsula amb el paper de filtre dins la mufla i s'incinera a 550°C durant 30 minuts. Llavors es treu la càpsula de la mufla i es torna a posar en el dessecador per refredar-ho a temperatura ambient. Un cop la temperatura és estable es torna a pesar (P₂).

$$SST = \frac{P1 - T}{Vmostra} \quad SSV = \frac{P1 - P2}{Vmostra}$$

On, T, Tara inicial del filtre, mg
P₁, pes obtingut després de l'estufa a 105°C, mg
P₂, pes obtingut després de la mufla a 550°C, mg
Vmostra, volum de la mostra filtrada (litres)

Cromatografia iònica:

La cromatografia iònica en fase líquida ens serveix per determinar la concentració dels anions dissolts en les mostres d'aigua recollides, en unitats de mg/l. Els anions a determinar són els següents: bromur, clorur, nitrat, nitrit, ortofosfat i sulfat. El mètode utilitzat es basa en l'ús de resines d'intercanvi iònic.

7. Alternativa Proposada

Amb aquesta tècnica, els anions presents a la mostra es separen degut a les diferents retencions que es donen al posar-se en contacte amb la fase estacionària de les columnes analítiques. Un cop separats, la mostra passa a través d'un detector, en el nostre cas, conductimètric, on es registra la senyal obtinguda respecte el temps de reacció. El resultat són uns cromatogrames on la posició del màxim ens indica l'anió present (caràcter qualitatiu) i la seva àrea ens indica la quantitat de cada anió (caràcter quantitatiu).

El principi del mètode és la separació d'ions per cromatografia en fase líquida mitjançant la columna de separació.

La fase estacionària és un intercanviador aniònic i, generalment, la fase mòbil (eluent) és una solució aquosa de carbonat, bicarbonat i acetonitril. Aquesta ha de tenir una conductivitat suficientment baixa, per això el sistema es combina amb un supressor que transforma els anions separats en els seus components àcids. El detector utilitzat és de conductivitat.

L'eluent filtra a 0,2µm, tant als tubs com a la columna. La mostra la posem a l'automostrejador i és conduïda a través dels tubs al "loop". El volum del "loop" és el que s'injecta dins de la columna i és aquí on es produeix la retenció iònica; el resultat són uns cromatogrames a on la posició del màxim ens indica l'anió present (caràcter qualitatiu) i la seva àrea ens indica la quantitat de cada anió (caràcter quantitatiu). Cada un d'ells té el seu temps de reacció. La mostra passa per tres membranes, a la primera s'hi produeix l'intercanvi d'anions per protons i són conduïts directament al detector de la conductivitat, a la segona hi ha aigua Milli Q que renta la mostra i a la tercera membrana hi trobem l'àcid sulfúric per regenerar la membrana de protons.

Cada vegada que es canvia l'eluent s'han de fer rectes patrons de 0.2, 1, 2, 5 i 10 ppm abans de posar en marxa l'aparell. Aquestes rectes les realitza automàticament el programa associat al 761 Compact IC a partir de les diferents concentracions dels patrons i la seva àrea. La concentració de les mostres es determina per interpolació a la recta.

Cal tenir en compte que l'aigua no pot contenir matèria particulada de diàmetre superior als 0,45 µm. (En el nostre cas s'ha hagut de fer una dilució amb aigua Milli Q 1: 11 perquè se'ns veiessin els pics).

Determinació del nitrogen amoniacal:

El nitrogen amoniacal es determina mitjançant una destil·lació amb el destil·lador Büchi de nitrogen. Es posa la mostra dins del tub que queda a la part esquerre de l'aparell, en aquest hi ha una caldereta que escalfa l'aigua i evapora els gasos que conté, els vapors d'amoni passen per un tub refrigerant i el líquid procedent de la destil·lació es recull en un vas tancat hermèticament, on hi ha una sonda de pH. Dins del vas també hi ha un dosificador d'àcid sulfúric d'una concentració coneguda que atura la valoració quan el pH arriba a 4,63. El destil·lador Büchi està connectat directament amb el valorador automàtic de Metrohm, per tant el resultat de cada mostra és directe.

Seguidament podem fer la lectura del resultat. És un procés força llarg però es realitza de manera automàtica.



Imatge 11: *Distillation Unit B-324. Büchi.*

Determinació del nitrogen total:

Aquest mètode s'aplica en anàlisis d'aigües naturals potables i residuals.

L'anàlisi del TKN¹ es basa en la conversió dels components nitrogenats d'una mostra a sulfat amònic, i es determina mitjançant una destil·lació Büchi de nitrogen. Aquest és un procediment automàtic.

Per fer la digestió es col·loquen les mostres dins d'uns tubs, aquest procés té lloc durant la mineralització de la mostra amb àcid sulfúric, un elevat contingut de sulfat potàssic s'utilitza per elevar el punt d'ebullició de la mescla, i la presència de seleni actua com de catalitzador. Per realitzar el blanc s'agafen 50 ml d'aigua destil·lada i es posen en un matràs TKN. S'hi afegeix una pastilla de catalitzador de Seleni i 10 mols de sulfúric concentrat, utilitzant el dosificador.

Un cop el tub està preparat, es col·loca el digestor prèviament escalfat a 200°C o es deixa a aquesta temperatura durant 45 minuts. Es puja la temperatura fins a 370 °C i es deixa digerint durant 105 minuts. Per fer l'assaig de la mostra es fa exactament el mateix que en el cas del blanc. La mostra està completament digerida quan es detecta que té un color transparent.

Posteriorment, la mostra digerida es destil·la amb el destil·lador BÜCHI mitjançant l'addició d'un alcalí i d'aquesta manera el ió amoni del sulfat amònic queda alliberat. La determinació de l'amoni es realitza per valorització amb un àcid normalitzat.

Per destil·lar les mostres i el blanc, després de deixar refredar les mostres, se'ls hi afegeix 40 mL d'aigua destil·lada a cada matràs de nitrogen total (suma del nitrogen Kjeldahl, els nitrats i els nitrats) per evitar reaccions violentes durant la destil·lació.

Un cop s'ha fet el blanc a l'aparell de destil·lació, s'analitza el blanc mineralitzat com si fos una mostra, el qual es tindrà en compte alhora de donar la concentració final, restant-lo del resultat de cada mostra.

El destil·lador Büchi està connectat directament amb el valorador automàtic de Metrohm, per tant el resultat de cada mostra és directe.

¹ Nitrogen Kjeldahl (TKN): és el contingut de nitrogen orgànic i de nitrogen amoniacal d'una mostra prèviament digerida. No inclou el nitrogen en forma de nitrats i nitrats.



Imatge 12: Digest System K-437. BÜCHI.

Per determinar la matèria orgànica que trobem en les aigües analitzades s'han utilitzat els següents mètodes la Demanda Química d'Oxigen, la Demanda Biològica d'Oxigen i el Carbó Orgànic Total.

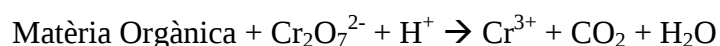
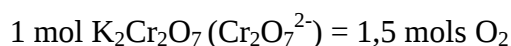
Demanda química d'oxigen (DQO):

La DQO és la concentració màssica d'O₂ equivalent a la quantitat de dicromat consumit per la matèria orgànica dissolta i en suspensió. És un paràmetre indicatiu de la matèria orgànica global, biodegradable i no biodegradable de l'aigua.

La DQO es determina mitjançant una modificació del mètode del dicromat i per reflux obert, on es mesura la quantitat de matèria orgànica de la mostra que és susceptible de ser oxidada químicament per un oxidant fort, en aquest cas el dicromat de potassi.

El mètode es basa en una digestió en presència de sulfat de mercuri II més una quantitat coneguda de dicromat de potassi i un catalitzador de plata, tot en un medi fortament àcid durant un període de 2 hores a 150 °C.

La DQO es calcula a partir de la quantitat de dicromat reduït.



7. Alternativa Proposada



Imatge 13: Nevera que conté les ampolles per controlar la DQO.

Demanda biològica d'oxigen (DBO₅):

És el paràmetre que s'utilitza per conèixer la matèria orgànica biodegradable que conté l'aigua, per calcular-lo es calcula la disminució de la concentració d'oxigen dissolt de l'aigua després d'incubar una mostra durant 5 dies a 20°C.

Primerament s'agafa la mostra i es mesura l'oxigen que hi ha dissolt en aquell moment. Es tanca la mostra en un recipient hermèticament, es segella, i es guarda a la foscor i a temperatura ambient (20-25°C) durant cinc dies. Passats aquests, es torna a mesurar la quantitat d'oxigen dissolt. La segona lectura serà menor, la diferència correspondrà a la quantitat d'espècies presents a l'aigua que són capaces de consumir oxigen. L'oxigen amb aquests cinc dies ha oxidat les espècies oxidables (matèria orgànica, ió amoni).

A l'annex 3, apartat 3.4 hi trobem explicada la relació entre la DBO₅ i la DQO.

Carboni orgànic total (TOC):

El TOC-V CPH mesura quantitats de carboni total² (TC), carboni inorgànic³ (IC), carboni orgànic total (TOC) i carboni orgànic no purgable (NPOC) en l'aigua.

² CT Carboni total : Quantitat de carboni que conté l'aigua, aquest es pot trobar en forma orgànica, inorgànica o elemental.

³ IC Carboni inorgànic : Suma dels carbonats, bicarbonats i diòxid de carboni dissolts.

A continuació es mostra el fonament emprat per fer cada determinació:

Determinació del TOC (Mètode TC-IC):

El TOC és una mesura del contingut de carboni de la matèria orgànica present en l'aigua, tant la dissolta com la que no ho està. No ens aporta informació sobre la naturalesa de la substància orgànica.

Abans de la determinació del TOC, s'ha de determinar el carboni total i el carboni inorgànic total. Aquest mètode és especialment adequat per mostres d'aigües en les que el carboni inorgànic és inferior al COT.

Principi de l'anàlisi del TC:

La mostra s'introdueix en uns tubs de combustió que s'omplen amb un catalitzador d'oxidació a 680°C (en el nostre cas platí). Es produeix la combustió i el TC es converteix en CO₂. El gas portador condueix els productes de la combustió de la mostra a un deshumificador electrònic, on es refreda i es deshidrata el gas. Després, el gas porta els productes de combustió de la mostra a través d'un depurador halogen ("scrubber") per treure el clor i els altres halògens. Finalment, el gas portador condueix els productes de combustió a la cèl·lula d'un analitzador d'infraroig no dispersiu del gas (NDIR) on es detecta el CO₂, aquest fa sortir un pic, i l'àrea del pic ens proporciona la concentració de TC de la mostra. Aquesta és mesurada pel software TOC-Control V.

Les mostres es punxen tres vegades i el resultat n'és la mitja.

Principi de l'anàlisi de IC:

La mostra en el moment de recollida es filtra amb vials de 0,45 . El mostrejador automàtic fa un rentat de la mostra i la passa per la xeringa, fa l'anàlisi de l'IC, i fa una extracció de l'ordre de µl i àcid fosfòric al 25%.

El CO₂ i CO₂ dissolt en la mostra són volatilitzats bombollejant aire comprimit que no conté CO₂ a través de la mostra.

7. Alternativa Proposada

El *kit* del reactor IC del TOC-V s'usa per purgar la solució de reaccions d'IC (reacció líquida, acidificada, H_3PO_4) amb el gas portador. La mostra s'injecta al recipient de reacció de l'IC i passa a CO_2 , que es volatiliza pel procés de purga i és detectat pel NDIR.



Imatge 14: *Aparell TOC-V CSH SHIMADZU*

Per conèixer els reactius, instruments.... referents als mètodes químics citats anteriorment, consultar annex 3, apartat 3.2.

7.1.1.6 Resultats

A continuació s'adjunten els resultats obtinguts al realitzar els diferents anàlisis:

CARÀCTERS FÍSICS				
Paràmetre	Unitats	Resultat sortida de la depuradora	Resultat llacuna de la sorra	Mètode
Color	-	incolor/impureses	Marronosa/tèrbola	Qualitatiu
Olor	-	lleugera olor	Inolor	Qualitatiu
Terbolesa	NTU	17,5	27,7	Electrometria
MES	mg/l	8	16	Gravimètric (1)
Temperatura	°C	12,3	10,1	Electrometria
Conductivitat	S/cm	$1,343 \cdot 10^{-3}$	$1,760 \cdot 10^{-3}$	Electrometria
CARÀCTERS QUÍMICS				
Paràmetre	Unitats	Resultat sortida de la depuradora	Resultat llacuna de la sorra	Mètode
pH a 20°C	-	7,7	8,43	Electrometria
Oxigen dissolt	mg/l	3,73	7,27	Electrometria
DBO ₅	ppm	1,4	< 1,00	(2)
DQO	ppm	39	28	(3)
SO ₄ ³⁻	ppm	171,32	180,88	Cromatografia iònica
Cl ⁻	ppm	195,69	208,04	Cromatografia iònica
Br ⁻	ppm	0,47	3,16	Cromatografia iònica
PO ₄ ³⁻	ppm	0,24	0,16	Cromatografia iònica
TOC	ppm	1,76	0,83	Per diferència del TC amb IC
TC	ppm	61,71	88,74	Determinació automàtica
IC	ppm	59,95	87,9	Determinació automàtica
TKN	ppm	8,5	1	Digestió
Nitrogen amoniacal	ppm	7,2	0,2	Destil·lació i valoració automàtica amb elèctrode de pH
N-NO ₃ ⁻	ppm	1,26	0,81	Cromatografia iònica
N-NO ₂ ⁻	ppm	-	0,04	Cromatografia iònica

7. Alternativa Proposada

- (1) Filtració d'una mostra representativa a través d'una membrana de filtració de 0,45 micres. Secat a 105° i pesat. Centrifugació de la mostra representativa (durant 5 minuts com a mínim, amb una acceleració mitjana de 2.800 a 3.200 g.), secat a 105° i pesat.
- (2) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Determinació de l'oxigen dissolt abans i després de 5 dies d'incubació a 20 °C ± 1°C en completa obscuritat. Inhibició de la nitrificació.
- (3) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Dicromat potàssic.

Taula 9: Relació dels resultats dels paràmetres analitzats de l'aigua de la sortida de la depuradora i de la llacuna situada a les sorres (dades puntuals).

La taula que segueix ens mostra una part dels resultats de les analítiques obtingudes a la depuradora de Begur. Els valors donats dels anys 2004 al 2006 fan referència a la mitjana mensual dels valors enregistrats durant el mes de març, en el cas del 2007 el valor que es mostra és el resultat de l'anàlisi puntual que es va fer de les aigües recollides el 23 de març de 2007.

Paràmetre	Unitat	2004	2005	2006	2007 (1)	QMA (2)	Mètode
pH a 20°C	-	7,6	7,7	7,8	7,7	6,5-9,5	Electrometria
Conductivitat	S/cm	0,14	0,16	0,17	1,34·10 ⁻³	400	Electrometria
DBO ₅	mg/l	9	9	6	1,4	25	(3)
DQO	mg/l	42	33	56	39	125	(4)
MES	mg/l	7	8	9	8	60	(5)
TKN	mg/l	16,2	11,8	12,9	8,5	15	Cromatografia iònica

- (1) Valor obtingut de la mostra recollida el 23 de març de 2007. Es tracta d'una mostra puntual. Concentració Màxima Admesa segons la Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE). Pel que fa els paràmetres de pH i conductivitat, tot i tractar-se de les aigües residuals, hem establert com a paràmetres orientatius els màxims admesos marcats pel Real Decret 1138/90 pel que s'aprova el Reglament Tècnic-Sanitari pel subministrament i control de la qualitat d'aigües potables de consum públic.
- (2) Concentració Màxima Admesa.
- (3) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Determinació de l'oxigen dissolt abans i després de 5 dies d'incubació a 20 °C ± 1°C en completa obscuritat. Inhibició de la nitrificació.
- (4) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Dicromat potàssic.
- (5) Filtració d'una mostra representativa a través d'una membrana de filtració de 0,45 micres. Assecat a 105 °C i pesat. Centrifugació d'una mostra representativa (durant 5 minuts com a mínim, amb una acceleració mitjana de 2.800 a 3.200 g.) assecat a 105°C i pesat.

Taula 10: Resultats dels valors obtinguts dels diferents paràmetres analitzats al llarg dels anys a la depuradora de Begur.

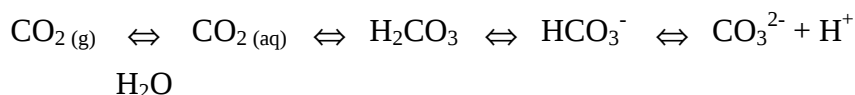
7.1.1.7 Conclusions

Caràcters físics:

- L'aigua que surt de la depuradora és incolora i presenta algunes impureses apreciables a simple vista. La bassa presenta una coloració lleugerament groguenca, i aquesta coloració va lligada a la presència de substàncies húmiques, fulles, etc que poden haver caigut a la superfície de l'aigua de la llacuna. La mateixa raó potser la que origini la terbolesa lleugerament superior de l'aigua de la llacuna respecte la de l'aigua de la sortida de la depuradora.
- Pel que fa a l'olor, tot hi ser suau en els dos punts, és més destacable a la sortida de la depuradora ja que la infiltració de l'aigua a través de les sorreres afavoreix l'eliminació d'aquestes olors i per això a la bassa es percep una olor més terrosa.
- La temperatura presenta valors superiors a la sortida de la depuradora com a conseqüència de l'activitat que s'hi ha dut a terme, després del pas per les sorreres l'aigua circula a menys fondària i per tant la temperatura és inferior a la de l'aire, havent-hi una disminució de la temperatura de 2.2°C.
- La conductivitat presenta valors superiors a la bassa lligat al fet que durant la infiltració per les sorreres es produeix una dissolució de compostos iònics (sals) que fa augmentar la concentració de ions.

Caràcters químics:

- Els valors de pH en els nostres punts d'anàlisi són lleugerament bàsics (7.7 i 8.43) però es troben dins del marge de valors aconsellables (6.5-9.5). Aquest lleuger augment es deu al procés de dissolució d'algunes sals de tipus carbonat i a l'activitat biològica que s'hi produeix.



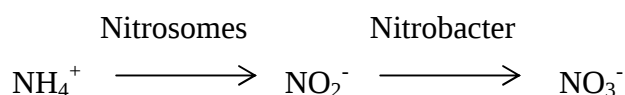
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

- Quan s'ha analitzat la quantitat d'oxigen dissolt present en aquestes aigües s'ha obtingut un valor de 3.73 ppm a la depuradora i a la bassa de 7.27 ppm. La quantitat d'oxigen dissolt a la sortida de la depurador és molt baix en relació a l'aigua de la bassa. Això es deu als

7. Alternativa Proposada

processos que tenen lloc en un sistema de fangs actius durant la depuració de les aigües residuals, els microorganismes que hi ha en l'aigua utilitzen l'oxigen present per tal de consumir-ne el substrat o l'aliment (molècules biodegradables que conté l'aigua, matèria orgànica, amoníac, amoni... que donen lloc a la formació de diòxid de carboni, aigua, nitrats i a noves cèl·lules de microorganismes). Pel que fa a la bassa estudiada, aquesta no és una bassa estancada, això ho podem corroborar amb la quantitat d'oxigen dissolt que presenta, si ho fos veuríem com la quantitat d'oxigen dissolt seria més baixa degut a la reacció que tindria lloc amb la matèria orgànica. La bassa rep un cabal constant de $0,057 \text{ m}^3/\text{s}$ i per tant rep una oxigenació superficial constant, al caure l'aigua es remou l'aigua superficial de la bassa i s'aireja, una petita part també es deu a l'activitat fotosintètica que hi té lloc.

- Després d'utilitzar diferents mètodes per determinar el contingut orgànic de les aigües ha resultat que la presència de matèria orgànica ha estat superior a la sortida de la depuradora. En aquesta les concentracions són més elevades per la presència de matèria orgànica d'origen antròpic que no ha pogut ser eliminada completament durant el procés de depuració, tanmateix, el pas d'aquesta aigua a través de les sorres actua com un "tractament terciari" de la depuradora que contribueix al millor filtratge i biodegradació d'aquest material orgànic. Així doncs, quan l'aigua arriba a la bassa el contingut de matèria orgànica s'ha reduït considerablement però hi segueix havent un aport constant de matèria orgànica.
- Si observem els paràmetres de temperatura, oxigen dissolt i matèria orgànica conjuntament, es pot veure que un descens de la temperatura va lligat en aquest cas a un augment de l'oxigen dissolt i conseqüentment a una disminució de la matèria orgànica. L'augment de l'oxigen dissolt també es deu a l'activitat fotosintètica que hi té lloc.
- Referent a la matèria inorgànica observada, els valors obtinguts dels anions estudiats augmenten de forma general degut a la dissolució de compostos iònics.
- En el cas del ió fosfat i el ió nitrat s'observa una disminució, més notable en el cas del nitrat. Això es deu al procés de desnitrificació dut a terme per les bactèries heteròtrofes en condicions d'anòxia que es produeixen en el tram previ a la bassa. D'altra banda, com que la bassa és un sistema aeròbic, presenta les condicions òptimes perquè bactèries autòtrofes, com ara els nitrosomes, puguin realitzar l'oxidació del ió amoni a nitrit. També hi pot haver bactèries com nitrobacter que oxiden el ió nitrit a nitrat.



Llavors aquest nitrat serà desnitrat de nou a nitrogen gas.

- Pel que fa a la matèria en suspensió, podem observar que el valor de la bassa és el doble del valor de la sortida de la depuradora. La presència de matèria en suspensió a l'aigua és la que n'ocasiona, en molts casos, la seva coloració.

Si observem la taula 10 podem adonar-nos que els resultats són força semblants als valors dels resums mensuals de les dades de la depuradora, i que en cap cas sobrepassen el llindar màxim establert per la Directiva 91/271/CEE, exceptuant el valor de TKN de l'any 2004 que superava amb 1,2 ppm el valor establert per la llei. No obstant, aquestes negligències no s'han tornat a produir a la EDAR de Begur. Referent a la conductivitat de les aigües en el darrer anàlisi realitzat per nosaltres, obtenim valors molt petits respecte els donats per l'EDAR. Això pot ser degut a un error ho bé dels treballadors de l'EDAR a l'hora d'entrar les unitats dels valors analitzats, o bé al llegir les unitats del conductímetre.

Per concloure, és necessari remarcar que la qualitat de l'aigua de la sortida de la depuradora presenta uns valors satisfactoris ja que en cap cas supera els límits marcats per la directiva 91/271/CEE.

Pel que fa a l'aigua de la llacuna formada a la sorra, si es tenen en compte els criteris de la Junta de Sanejament, podem assignar-li una categoria 1, la qual pertany a tots els usos existents. Per contra, si es segueix la classificació marcada pel programa de sanejament d'aigües residuals industrials, podem catalogar-la com a aigua de qualitat molt bona.

A la taula de l'annex 3.3, referent als resultats de l'anàlisi del rec de Sa Riera s'observa que aquesta aigua es pot catalogar amb una categoria 1 i de molt bona qualitat, segons els dos programes de sanejament ja citats anteriorment.

7.1.2 **ESTUDI DE LA GEOMETRIA DE LA VALL FOSSILITZADA DE SORRES**

7.1.2.1 **Introducció**

L'estudi següent pretén veure la geometria de la vall de les sorreres per tal de veure quina direcció pren l'aigua en profunditat i la viabilitat de l'abocament d'aigua.

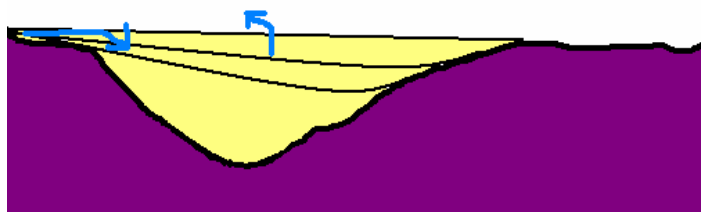
Cal esmentar que en aquesta zona hi tenim un abocament d'aigües depurades provinents de la depuradora de Begur, que es van alliberant de manera constant en diferents punts de la carena de la vall mitjançant una canonada. A partir d'aquest punt és on l'aigua comença a infiltrar-se a les sorreres, després d'haver circulat un tram superficialment, on la vegetació de la zona en qüestió, és considerablement més frondosa i verda que la resta. A l'altra costat de vall hi ha una explotació sorrera que roman mig activa, al fons de la qual s'hi localitza una surgència d'aigua bastant important, fins el punt que arriba a constituir una llacuna. Així doncs, els indicis apunten que aquesta aigua prové directament de la depuradora, igualment ens ho indica la topografia del terreny. Per tant, basant-nos en aquests aspectes, som partidaris que la geometria de la vall porta l'aigua abocada per part de la depuradora cap a la sorrera. Tot i això, no podem descartar, encara, l'altra possibilitat, que es basa en que una part d'aquesta aigua se'n va cap a la conca de Sa Riera i acaba directament al mar.

Per verificar aquesta possibilitat i reafirmar que la surgència d'aigua de l'explotació de sorreres prové dels abocaments de la depuradora, s'han dut a terme una sèrie de sondejos elèctrics verticals a la vall on es produeixen els abocaments.

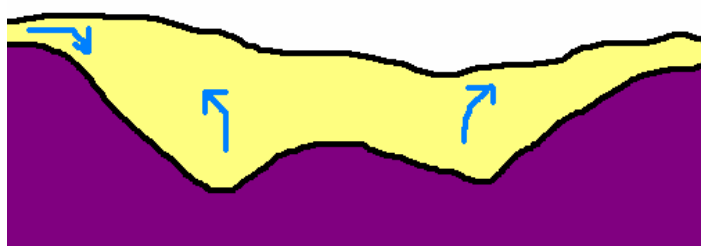
En l'estudi doncs, tenim dues hipòtesis inicials, breument exposades a continuació:

- Primera hipòtesi: Els dipòsits eòlics (secció groga del dibuix) es van reduint pel que fa la seva fondària i així, la zona no permeable (secció lila del dibuix) va pujant, fent impermeable l'infiltració de l'aigua cap a la zona i conduint-la tota cap a l'explotació de sorreres.
- Segona hipòtesi: Els dipòsits eòlics tenen la mateixa fondària i la zona impermeable (secció lila del dibuix) està al mateix lloc, o fins i tot més avall, permetent així una part de l'aigua infiltrar-se cap a la conca de Sa Riera.

Primera hipòtesi:



Segona hipòtesi:



LLEGENDA			
	Aport eòlic de sorres	 Substrat	 Possible direcció de l'aigua

Figura 13: Il·lustració de les dues hipòtesis anteriorment comentades.

7.1.2.2 Antecedents

Els únics estudis previs que disposem de la zona corresponen a un informe geològic i geofísic (mitjançant prospecció electromagnètica EM) de la zona de la depuradora de Begur, situada uns centenars de metres més amunt d'on nosaltres ubiquem els diferents SEV's per tal de fer el corresponent estudi geofísic. Aquest informe doncs, consta de tres línies de recerca convergents, la primera de les quals consta d'una contextualització dins el marc geològic amb la seva cartografia corresponent del sector adjacent a la depuradora.

D'altra banda, es realitzaren una sèrie de sondatges mecànics per tal de facilitar la interpretació dels resultats obtinguts un cop finalitzats els estudis geofísics que es realitzaren posteriorment. Amb aquest estudi geofísic es pretenia acotar la presència i geometria de les diverses unitats presents al subsòl, al mateix temps que definir a grans trets la disposició i potència dels rebliments quaternaris de la zona en qüestió.

Gràcies a aquest estudi en concret, sabem que en aquesta zona propera a la depuradora s'hi troben

7. Alternativa Proposada

presentes dos conjunts principals de materials; d'una banda les roques de l'era primària, com són les fil·lites i els marbres dolomítics, i per l'altra, sediments quaternaris continentals.

7.1.2.3 Metodologia i fonaments de la geofísica

El mètode geofísic de prospecció elèctrica de corrent continu (DC) és una tècnica de baix cost que es pot dur a terme amb equips molt senzills. És àmpliament utilitzat per estudiar els metres més superficials del subsòl terrestre i aquest fet és molt important, ja que aquesta zona és molt susceptible a ser contaminada i alterada per l'activitat de l'home. De fet, les profunditats que s'estudien amb aquesta tècnica corresponen als punts del subsòl on es troba localitzada la presència d'aigua i, també, on es poden emmagatzemar la major part dels residus industrials i agrícoles. Per aquests motius, durant els darrers anys, s'han potenciat i millorat molt els mètodes de prospecció geofísica que ens donen informació sobre la part més superficial del subsòl. Un fet a tenir en compte és que s'han utilitzat aquest tipus de mètodes per a solucionar problemes mediambientals. Alguns exemples serien estudis de caracterització i seguiment de l'evolució d'aqüífers, la detecció de subsòls contaminats i la caracterització de formacions o estructures geològiques entre altres (Gabàs Gasa, Anna, 2003).

a) Fonaments d'electricitat:

a.1) Càrrega elèctrica i camp elèctric:

Una càrrega elèctrica (positiva o negativa) genera al seu voltant un camp elèctric que atrau a altres càrregues de signe contrari i repel·l a les càrregues del seu mateix signe. La força amb què el camp elèctric repel·l o atrau a una càrrega unitària es denomina intensitat de camp. Si existeixen diverses càrregues elèctriques, la força amb que una càrrega "q" és atreta o repel·lida s'obté sumant els vectors resultants de cadascun dels camps existents. (La unitat de càrrega elèctrica és el Coulomb).

Líneas de campo eléctrico entre dos cargas iguales.

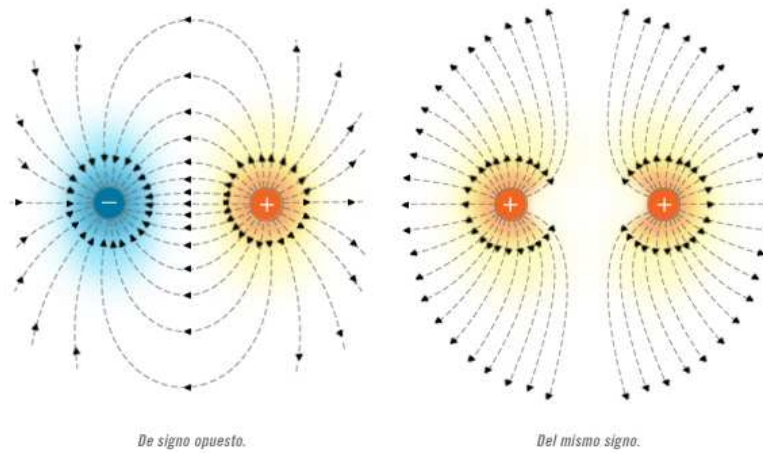


Figura 14: Línies de camp elèctric entre dues càrregues iguals.

a.2) Potencial Elèctric i diferència de potencial:

El potencial d'un camp elèctric en un punt és el treball que realitza el camp per repel·lir una càrrega d'un coulomb fins a l'infinit. La diferència de potencial entre dos punts d'un camp elèctric és el treball que s'ha de realitzar per moure una càrrega d'un coulomb d'un punt a un altre contra les forces del camp. (Les unitats d'ambdós són els volts).

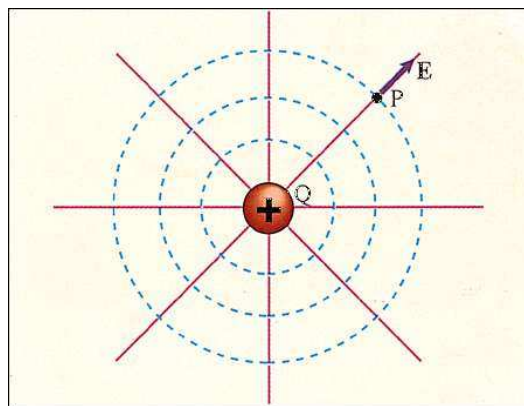


Figura 15: Potencial d'un camp elèctric

a.3) Superfícies equipotencials:

Són el lloc geomètric dels punts que tenen el mateix potencial. Així doncs, són superfícies tridimensionals i per aquest motiu, en representar-les sobre paper, el traçat de la superfície equipotencial és el que anomenem línia equipotencial. En la figura 16 es pot apreciar que les línies

de força (intensitat del camp) i les línies equipotencials són perpendiculars entre si.

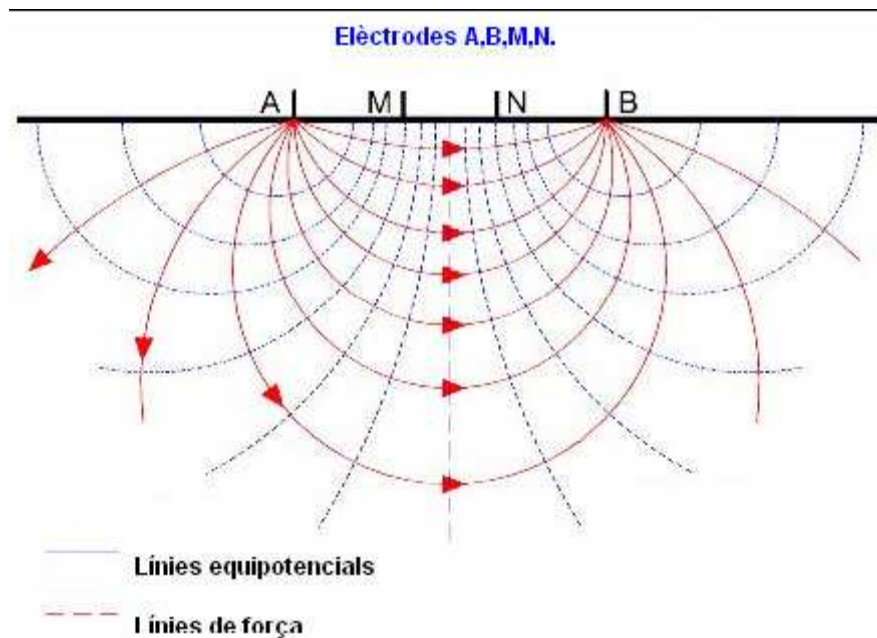


Figura 16: Camp elèctric generat en realitzar un sondeig elèctric vertical.

a.4) Flux elèctric, intensitat:

Si existeixen càrregues elèctriques lliures en un camp elèctric, aquestes es mouran impulsades per les forces del camp. La mesura d'aquest flux de càrregues elèctriques és la intensitat. (Les seves unitats són els amperes).

a.5) Resistència elèctrica:

La següent expressió indica que la resistència que oposa un cos al pas de la corrent elèctrica és directament proporcional a la longitud i inversament proporcional a la secció. La constant de proporcionalitat lineal ρ (ro) és la resistivitat, un paràmetre característic de cada material. (Les unitats de resistència són els ohms (Ω)).

$$R = \rho \frac{\text{longitud}}{\text{secció}}$$

Així doncs, les unitats de la resistivitat són $\Omega.m$.

b) Equacions fonamentals:

La prospecció elèctrica de corrent continu es fonamenta en la determinació de la distribució del potencial elèctric en la superfície de la Terra generat a partir d'unes fonts d'origen artificial. La descripció del problema es realitza a partir de l'equació de continuïtat en tots els punts del medi:

$$\nabla \cdot J = F(x, y, z) \quad (1.1)$$

on $F(x, y, z)$ representa el terme que introdueix el corrent elèctric en el medi, és a dir, el valor de la font artificial, la qual es materialitza amb els elèctrodes clavats en el subsòl. Aquest terme es pot descriure com una funció delta de Dirac, la qual val 0 en qualsevol punt del medi que sigui diferent de la posició dels elèctrodes (x_f, y_f, z_f).

$$F(x, y, z) = f(x, y, z) \cdot \delta(x - x_f) \cdot \delta(y - y_f) \cdot \delta(z - z_f) \quad (1.2)$$

L'expressió de la llei d'Ohm, (1.3), permet relacionar el vector densitat de corrent, $\hat{J}$, i, el camp elèctric, $\vec{E}$, mitjançant la conductivitat elèctrica del medi, σ , segons l'expressió:

$$\hat{J} = \sigma \cdot \vec{E} \quad (1.3)$$

Sota la consideració de règim estacionari, la primera llei de Maxwell s'expressa com l'equació (1.4), la qual indica que el camp elèctric és irrotacional i que es pot determinar a partir d'un potencial elèctric, (1.5).

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad (1.4)$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} \cdot V \quad (1.5)$$

Treballant les equacions (1.5), (1.3) i (1.1), s'obté una equació diferencial del tipus Poisson que cal resoldre per trobar la distribució del potencial elèctric en qualsevol punt del medi, $V(r)$. Aquesta equació diferencial en derivades parcials és el·líptica, de segon ordre i es compleix en qualsevol punt de l'espai, $\vec{r}$.

$$-\vec{\nabla} \cdot (\sigma(\vec{r}) \vec{\nabla} V(\vec{r})) = F(\vec{r}) \quad (1.6)$$

$$-\vec{\nabla} \cdot (\sigma(\vec{r}) \vec{\nabla} V(\vec{r})) - (\sigma \cdot \vec{\nabla}^2 \cdot V(\vec{r})) = F(\vec{r}) \quad (1.7)$$

c) Determinació de la resistivitat aparent:

La resistivitat és una propietat elèctrica fonamental dels materials rocosos que està estretament relacionada amb la seva litologia. Per tant, determinant la distribució de la resistivitat del subsòl a través de la realització de mesures en la superfície, es pot obtenir informació sobre l'estructura o la composició de les formacions geològiques que el conformen. Un mètode comú consisteix en la transmissió de corrent directa al subsòl. Generalment s'utilitza una configuració de quatre elèctrodes on hi ha un parell d'elèctrodes d'emissió i un altre d'elèctrodes de potencial. Els elèctrodes d'emissió són aquells per on s'introdueix i surt directament el corrent elèctric, mentre que els de potencial serveixen per mesurar la diferència de potencial que hi ha entre ells dos.

La solució del problema de la prospecció elèctrica es basa en la determinació de la variació del potencial elèctric, el qual depèn de la resistivitat elèctrica del medi, ρ . En el cas d'un medi homogeni, aquest valor es calcula a partir del corrent elèctric i de la diferència de potencial mesurats, segons la següent expressió:

$$\rho = K \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (1.8)$$

on el factor K és un coeficient que només depèn de la geometria del dispositiu electròdic i té dimensions de longitud. En el cas particular que el dispositiu estigui format per dos elèctrodes de corrent i dos de potencial col·locats de forma alineada, el coeficient K es calcula a partir de les distàncies entre els quatre elèctrodes designats generalment amb les lletres A, B, pels elèctrodes de corrent i, M i N, pels elèctrodes de potencial. Així, l'expressió de la K s'escriu com:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BN} \right)^{-1} \quad (1.9)$$

Els terrenys sobre els que s'acostumen a practicar les campanyes de prospecció no són medis homogenis. Per tant, en aplicar l'expressió (1.9) sobre les dades mesurades, en realitat s'està determinant una resistivitat fictícia anomenada resistivitat aparent. Aquesta seria el valor resultant de la mescla de les resistivitats de diversos materials. En el cas de la prospecció elèctrica de corrent continu els valors de resistivitat aparent es disposen segons els eixos x i z . D'aquesta manera, es construeix una imatge de la resposta elèctrica del medi que no representa la imatge real del subsòl, sinó una visió suavitzada d'aquesta propietat física. La variació de les distàncies entre els elèctrodes permet estudiar les variacions de la resistivitat elèctrica del subsòl. La seva representació rep el nom de pseudosecció. (*Gabàs Gasa, Anna, 2003*).

LA TÈCNICA DEL SONDEIG ELÈCTRIC VERTICAL SEV

Totes les tècniques geofísiques intenten reconèixer les diferents formacions geològiques que es troben a certa profunditat a través d'algun paràmetre físic. Per exemple, en sísmica aquest paràmetre és la velocitat de transmissió de les ones sísmiques i en prospecció elèctrica és la resistivitat. Aquest apartat es centra bàsicament en l'explicació de la tècnica del sondeig elèctric vertical i de les característiques tant de l'equip utilitzat com del dispositiu tetraelectròdic Schlumberger.

a) Tècnica del sondeig elèctric vertical:

S'anomena sondeig elèctric vertical (SEV) a aquell dispositiu geoelèctric simètric que, en augmentar la separació entre els elèctrodes d'emissió (A i B) i mantenir constant el centre dels elèctrodes de potencial (M i N) al llarg de totes les mesures, determina la resistivitat elèctrica del terreny.

7. Alternativa Proposada

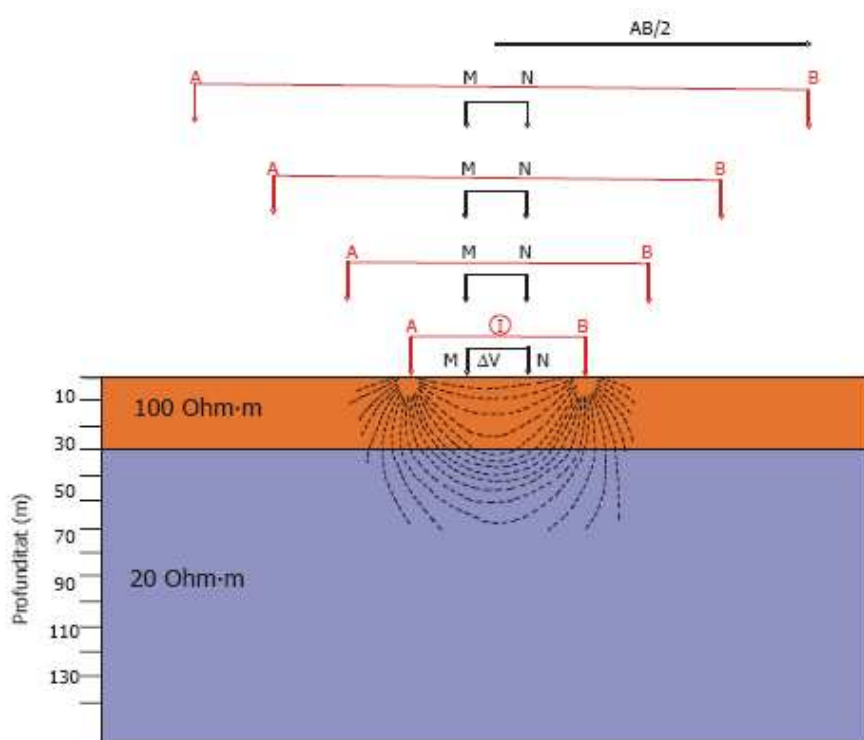


Figura 17: Mostra de la disposició dels quatre elèctrodes en un SEV i distribució de les línies de corrent pel cas d'un medi estratificat de dues capes.

Així doncs, la distància entre els elèctrodes d'emissió, anomenada obertura d'ales $AB/2$, va augmentant de manera que les línies de corrent tenen un recorregut més llarg i aporten informació de les capes més profundes. En canvi, els elèctrodes de potencial es mantenen en la mateixa posició al llarg de tot el sondeig. L'objectiu principal d'aquest dispositiu és determinar la distribució de la resistivitat en funció de la profunditat. Per tant, és molt útil per identificar medis que estiguin formats per capes paral·leles a la superfície els quals reben el nom de medis estratificats. De fet, l'experiència en campanyes de camp indica que fins a inclinacions dels estrats d'aproximadament 30° s'obtenen resultats fiables (Orellana, 1982). Una característica que diferencia el SEV d'altres tècniques de prospecció geofísica és que aporta una bona resposta de les estructures localitzades a certa profunditat i, alhora, proporciona informació sobre els primers metres del subsòl. En el següent esquema (figura 18) es mostra la configuració per a una sola mesura del SEV, juntament amb l'expressió de la constant geomètrica K (deduïda a partir de la distància existent entre les parelles d'elèctrodes de corrent i de potencial).

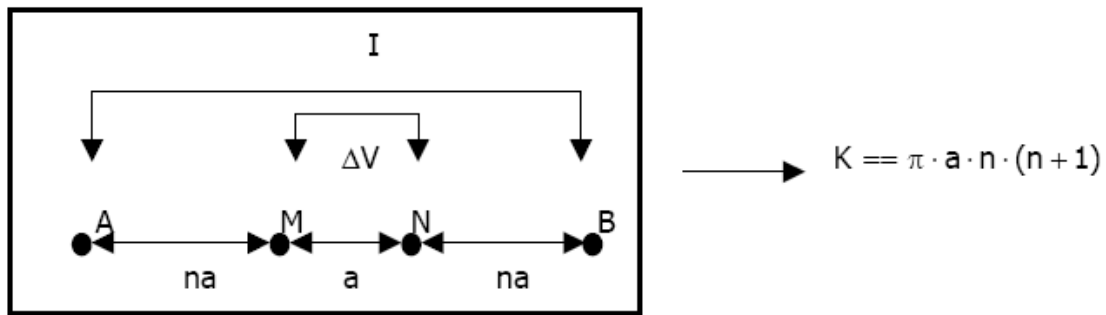


Figura 18: On na és la distància entre els elèctrodes AM i NB, i a és la distància entre MN.

Les resistivitats mesurades es representen en un gràfic bilogarítmic en funció de les distàncies entre els elèctrodes de corrent, $AB/2$, com es pot observar en la figura 19.

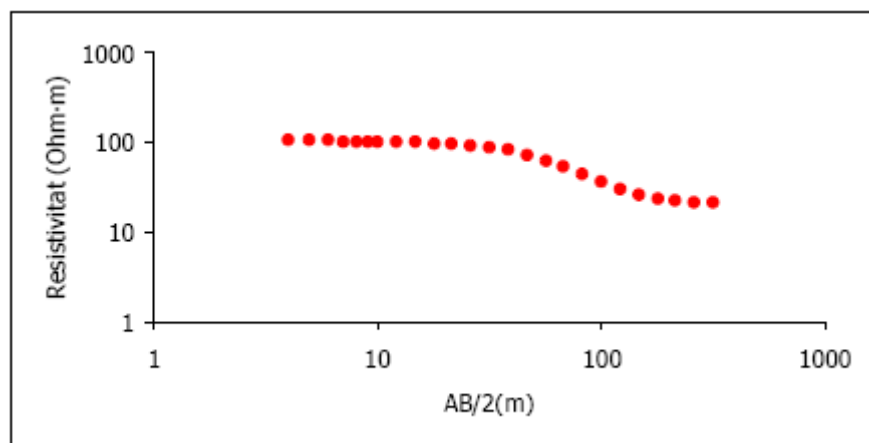


Figura 19: Representació gràfica de la corba obtinguda amb un SEV pel medi estratificat de dues capes de la figura 17.

Una altra qüestió interessant dins de la prospecció elèctrica és la profunditat de penetració del sondeig elèctric vertical. Per conèixer la profunditat màxima del subsòl sobre la que un SEV proporciona informació, és necessari estudiar com varia la densitat de corrent en funció de la profunditat. A partir del comportament del camp elèctric creat per un elèctrode d'emissió, es pot deduir la fracció de corrent elèctric que circula per sobre d'una certa profunditat. De fet, és conegut que un 70.6% del corrent elèctric, circula per sobre d'una profunditat que és igual a la separació entre els elèctrodes d'emissió (Orellana, 1982). Ara bé, és difícil considerar una profunditat màxima a partir de la qual les mesures realitzades amb el SEV ja no aporten informació del subsòl, ja que la densitat de corrent disminueix de forma gradual i suau amb la profunditat segons la

7. Alternativa Proposada

composició del terreny. És evident que les zones més profundes influiran menys en el potencial elèctric mesurat en superfície, ja que aquestes tenen una densitat de corrent menor que les zones més superficials. Tot i així, aquesta profunditat d'investigació no depèn només del corrent sinó que també es determina a partir de la posició dels elèctrodes de corrent i dels de potencial (Roy i Apparao, 1971).

En la següent figura (figura 20) hi ha representat el comportament de les línies de corrent per a un model on la capa inferior té una resistivitat més gran que la capa superior. És a dir, la capa inferior presenta una major resistència al pas de les línies de corrent i, per tant, aquestes penetren menys en el terreny resistiu. El resultat d'aquest comportament és que el SEV o qualsevol altre dispositiu de prospecció elèctrica, aporta poca informació del material que hi ha per sota de la zona més resistent.

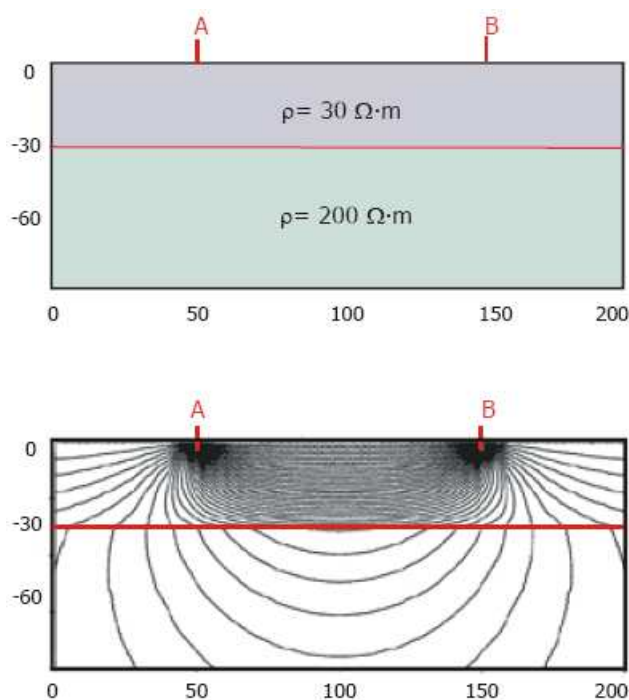


Figura 20: Exemple de la distribució de les línies de corrent per a un model estratificat de dues capes on la capa inferior té una resistivitat més gran.

La millor manera de poder aprofitar la bona resolució vertical que dona el sondeig elèctric vertical és mitjançant la realització de perfils de SEV. A partir d'aquests es pot obtenir una imatge bidimensional de la distribució elèctrica del terreny. És molt important tenir en compte que el mètode elèctric general es basa en el supòsit d'un medi estratificat continu ja que, per tant, quan més s'aproximi el subsòl en qüestió a aquesta hipòtesis de partida, més bons resultats s'enregistraran. Així doncs, si a una mateixa profunditat hi ha dos materials diferents, el valor de

resistivitat aparent mesurat no serà el corresponent, sinó una barreja dels dos. Per aquest motiu, en realitzar un SEV s'ha d'anar en compte de no dur-lo a terme just a la zona de fractura o falla.

b) Característiques de l'equip utilitzat i dispositiu tetraelectròdic Schlumberger:

Existeixen nombrosos mètodes de prospecció elèctrica segons el nombre d'elèctrodes utilitzats i la seva distribució. En aquest treball només s'han considerat aquells dispositius formats per quatre elèctrodes alineats; A i B per on s'introdueix i surt directament el corrent elèctric, i els altres dos elèctrodes M i N entre els quals es mesura la diferència de potencial. La intensitat injectada al subsòl és generada per un generador de corrent continu i mesurada per un amperímetre que està en contacte amb els elèctrodes A i B. Per a mesurar el potencial elèctric, els elèctrodes M i N es troben en contacte amb un voltímetre, figura 4.2. D'aquesta manera el dispositiu elèctric consta de dos circuits independents que s'anomenen circuit de corrent, d'emissió o d'alimentació i circuit de potencial, de recepció o de mesura, segons els diferents autors (Orellana, 1982).

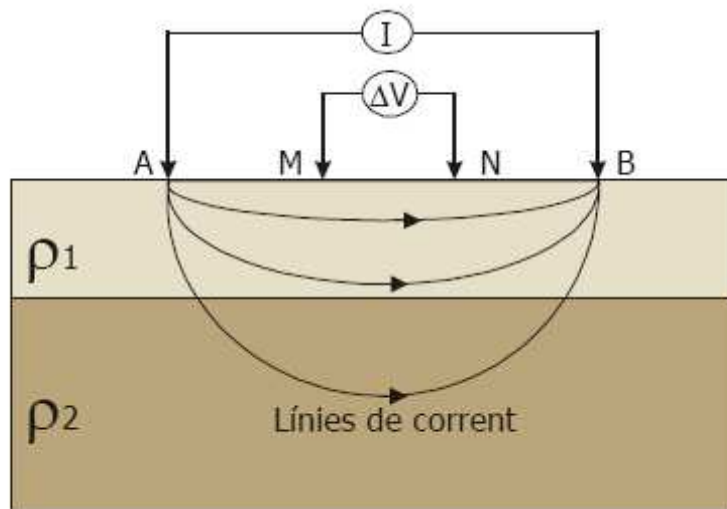
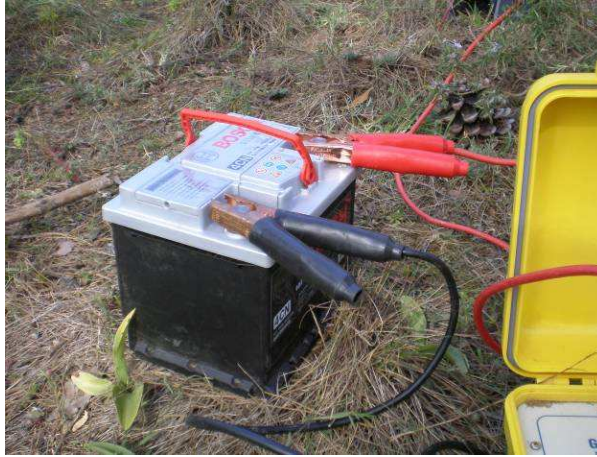


Figura 21: Mostra d'un dispositiu de corrent elèctrica on s'indiquen els elèctrodes de corrent en contacte amb l'amperímetre i els elèctrodes de potencial en contacte amb un voltímetre.

7. Alternativa Proposada

L'equip utilitzat consta dels següents aparells:

- Una bateria:



Imatge 15: Bateria

- Un convertidor de corrent altern a corrent continu de la casa GEOTRADE DC/DC CONVERTER MOD.GTE 6/1:



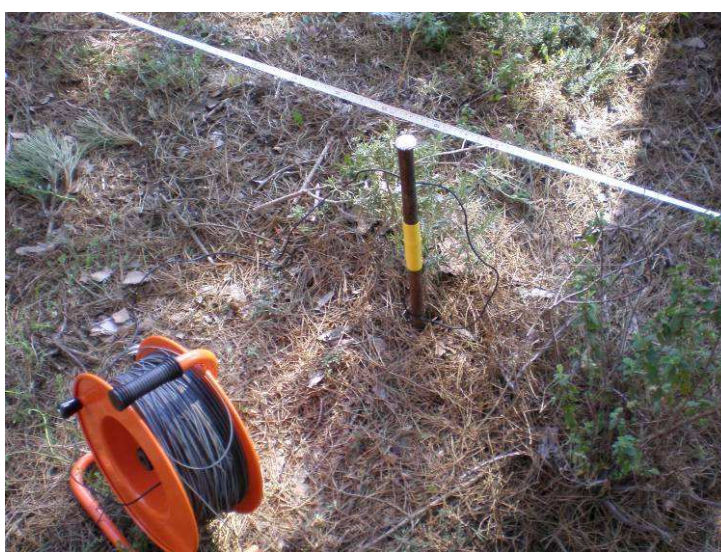
Imatge 16: Convertidor de corrent altern a corrent continu.

- Un resistímetre, també de GEOTRADE, anomenat RESISTIVITY METER GTR-3 24BIT A/D. Aquest aparell incorpora un amperímetre i un voltímetre, per tant, realitza les funcions de mesura de la intensitat injectada al subsòl i de mesura del potencial elèctric. Ara bé, el més interessant és que proporciona el valor de resistivitat aparent directament:



Imatge 17: Resistivímetre.

- Quatre elèctrodes de coure (se'n mostra un d'ells a la fotografia):



Imatge 18: Un elèctrode dels quatre que s'utilitzen

- Dos elèctrodes porosos de GEOTRON 6lmp2 nº1629. Aquests són millors conductors que els de coure perquè són de ceràmica i, en omplir-los d'aigua amb sal (dissolució conductora), els valors que llegeix el resistivímetre són més fiables. De fet, s'han utilitzat com a elèctrodes M i N, és a dir, elèctrodes de potencial:



Imatge 19: *Elèctrode porós impolaritzable*

El circuit que s'ha muntat parteix d'una connexió entre la bateria i el convertidor. D'aquesta manera, s'ha aconseguit tenir la intensitat que, seguidament, el resistímetre introduirà al subsòl a través dels elèctrodes A i B. Per últim, el resistímetre enregistrarà el valor de potencial elèctric a través dels elèctrodes M i N. En la realització dels sondeigs elèctrics verticals els quatre elèctrodes s'han col·locat segons l'estructura anomenada dispositiu tetraelectròdic Schlumberger. En aquesta configuració els dos parells d'elèctrodes es disposen de manera alineada i simètrica respecte el centre del dispositiu. És molt important destacar que la distància entre M i N és petita en relació amb la que hi ha entre A i B. Normalment $AB/5 > MN > AB/20$. De fet, durant els sondeigs la distància MN es manté tant petita com sigui possible, sempre i quan es puguin aconseguir lectures correctes del voltímetre o, en el nostre cas, del resistímetre. En canvi, la distància entre A i B es va augmentant segons uns valors predeterminats. És a dir, en la primera estació de mesura els elèctrodes A i B es col·loquen a 1m, en la segona a 1.25m, en la tercera a 2.40m, per tant, es va augmentant de manera progressiva la separació entre ells.

7.1.2.4 Medi geològic

La zona objecte d'aquest estudi es troba situada en el massís de Begur, petit sistema muntanyós que, junt amb el massís de les Gavarres, constitueix l'acabament septentrional de la serralada Costanera Catalana, que es va enlairar com a conseqüència de la fase de tectònica distensiva que va afectar el marge mediterrani durant el Neogen.

En el massís de Begur hi afloren roques de l'Era primària, sobretot metasediments del Cambrià i de l'Ordovicià, així com diverses menes de roques ígnies del Carbonífer i del Permià. A les vores occidental i septentrional del massís, damunt aquests materials antics, es dipositen sediments terciaris i quaternaris de diferents tipus.

A la zona on s'han fet les mesures geofísiques es diferencien dos conjunts principals de materials (mapa geològic). Per una banda trobem roques de l'era primària – fil·lites i marbres dolomítics –, i per l'altra, sediments quaternaris continentals.

Pel que fa a les roques de l'era primària, es tracta de fil·lites i de marbres dolomítics d'edat imprecisa, si bé s'accepta per elles una edat compresa entre el Cambrià i l'Ordovicià.

Les fil·lites presenten un aspecte setinat i coloració verdosa, degut a la seva constitució mineralògica a base de clorita. Presenten una esquistositat dominant molt marcada i, sovint, plecs de tipus “kink band” que l'afecten. Els afloraments de fil·lites no constitueixen un conjunt continu. Es presenten individualitzant nombrosos blocs originats per un enreixat subvertical de plans de diaclasat, d'espaiat i d'orientació molt variable.

En aquest cas, la formació dels plecs que afecten a les fil·lites, va acompanyada de la formació de nombroses venes de quars, circumstància que sol ser comuna en els processos de deformació on es mobilitzen fluids, precipitant minerals en espais que s'obren per efecte de la deformació.

D'altra banda, els marbres dolomítics, són roques de color gris, constituïdes per dolomita, que és el mineral dominant, i per calcita i quars, que són accessoris. Són roques molt resistents, explotades en pedreres properes a la depuradora. L'esquistositat gairebé no afecta aquests materials, però, en

7. Alternativa Proposada

canvi, estan intensament fracturats per plans de diaclasat. A través d'aquestes fractures es va desenvolupar durant el plistocè un sistema càrstic poc important, avui en dia en bona part reblert de sediments més moderns.

Ambdues litologies (marbres i fil·lites) es troben afectades per la tectònica polifàsica hersiana responsable de la formació de foliacions tectòniques i posteriorment plecs. Els plecs són de tipus kink (angulosos) tant en fil·lites com en els marbres. Sobre aquest conjunt de litologies i estructures s'hi sobreposen algunes falles (possiblement alpines) que compliquen la configuració estructural de la zona.

També trobem sediments quaternaris, on els materials dominants en la zona d'estudi són de caràcter eòlic. Es tracta de sorres fines ben classificades, que constitueixen un conjunt de dunes continentals que s'estenen des de la platja de Pals fins prop de Tamariu. Són materials moderns, que es disposen per damunt dels altres sediments quaternaris.

La resta de sediments quaternaris corresponen a dipòsits col·luvials i d'estancament, aquests darrers detectats únicament en sonatges fets per la zona (Roqué, 1994). Els materials col·luvials estan compostos per argiles vermelloses amb còdols, constituint acumulacions detrítiques originades pels processos de vessant.

(**Font:** Sistema d'informació sobre el Patrimoni Natural : L'Inventari d'Espais d'interès Geològic).

A continuació es descriuen breument les diferents tipologies de roques que trobem en la zona d'estudi:

Argiles: Roca sedimentària detrítica, es troba dins del grup de les lutites. És un material granular natural d'un diàmetre inferior a 1/256mm procedent de la descomposició de les roques feldespàtiques, principalment compost per silicats d'alúmina hidratat. És de la família de les roques sedimentàries. Poden formar sòls homogenis o ser part de sòls heterogenis essent la fracció més fina del sòl. Els sòls que en contenen són altament impermeables. En els buits entre partícules d'argiles sempre hi ha aigua amb ions dissolts. Aquestes partícules normalment es disposen en forma de disc. Els cations de l'aigua són atrets i acumulats a la base del disc, impedit que d'altres partícules s'hi acostin. L'argila es caracteritza per adquirir plasticitat al barrejar-la amb l'aigua i s'endureix quan s'escalfa.

Sorres: S'inclou dins el grup de roques sedimentàries, a més és un material granular, inclou

aquelles que presenten un diàmetre d'entre 0,02 i 2mm. Es crea per un procés natural dividint la roca finament, en partícules o grànuls que segons la mida que presenten es poden classificar segons: gra de sorra, llim o grava. Està compost principalment per silici. La sorra es transporta pel vent i l'aigua i és dipositada en forma de platges i dunes.

Marbres: Roca procedent de metamorfisme regional de contacte. Es caracteritza per estar formada principalment per carbonàtica i per tenir colors clars. A causa de ser constituïda per carbonatats, molt sovint presenta carstificació.

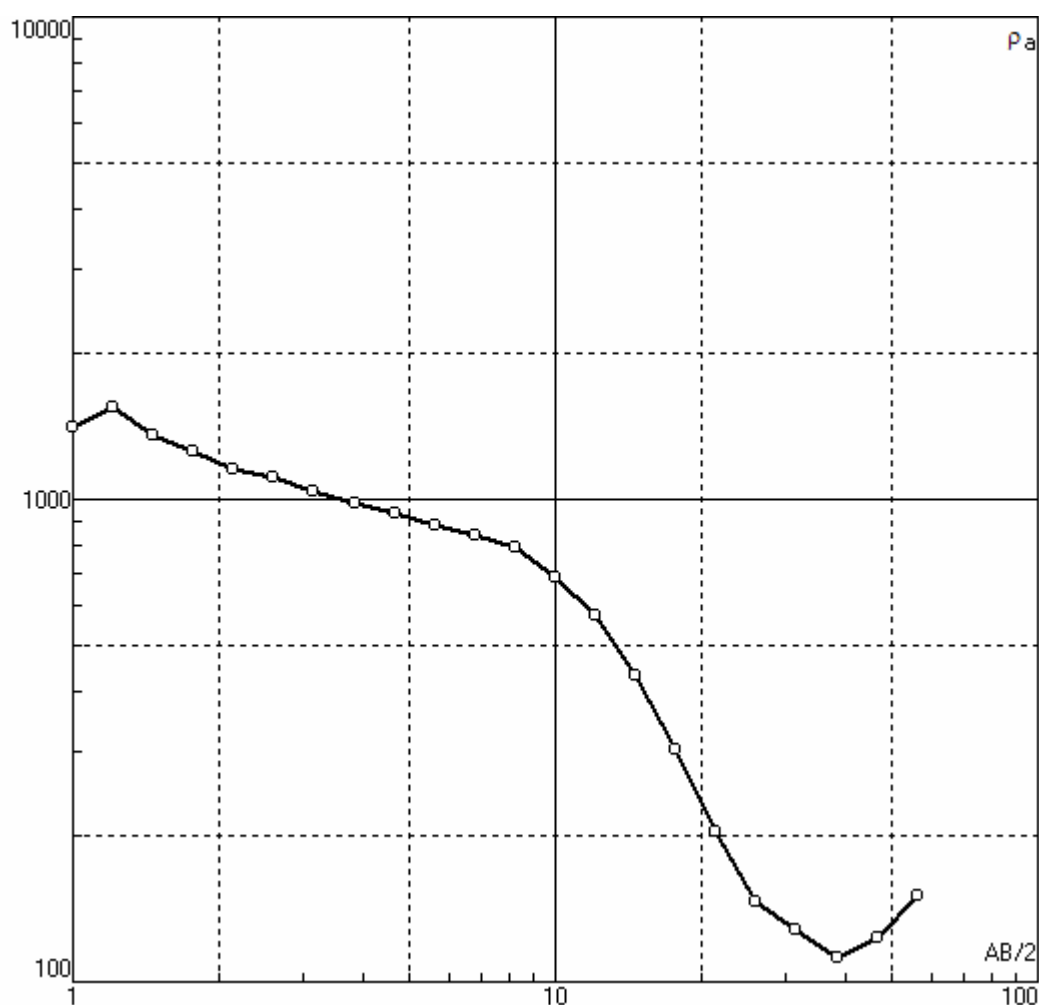
Fil·lites verdes: Són roques metamòrfiques provinents de roques de composició pelítica, com són les lutites. Tenen una coloració verdosa degut a que estan constituïdes per clorita. El metamorfisme que han estat sotmeses és del tipus regional. Són materials bastant impermeables, tot i que poden presentar esquerdes com a conseqüència del metamorfisme.

7.1.2.5 Corbes de camp obtingudes

Per tal de visualitzar d'una manera més clara l'estudi geofísic, es mostra a continuació, el mapa de la zona, amb l'ubicació dels diferents SEV's marcada:



Imatge 20: Localització dels diferents punts de mostreig, en els quals es varen realitzar els SEV's.



Cada punt de mostreig representat a la gràfica ens determina un punt de mostreig, i per tant, correspon a una estació de mesura. Així doncs, els valors obtinguts de AB/2 que concorden amb cadascun dels punts, ens indiquen la distància a la qual es varen situar els elèctrodes A i B, a banda i banda del centre de dispositiu. En aquest cas, el SEV 1 està situat a 136,5 metres d'alçada.

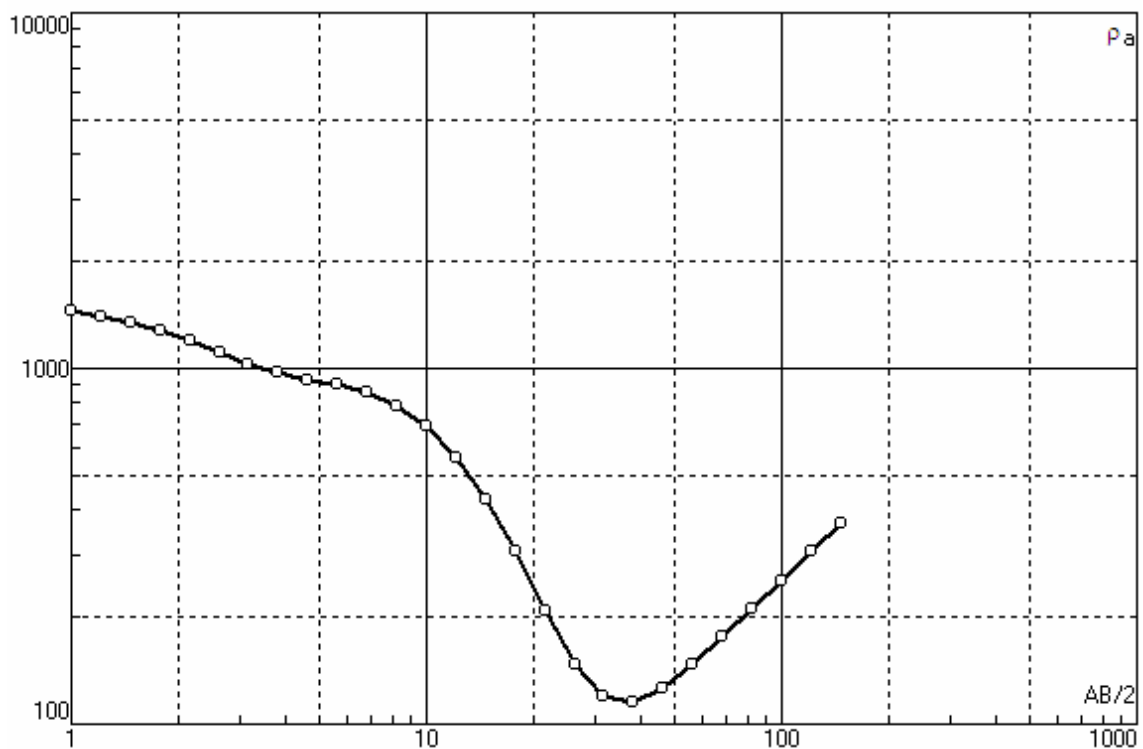
Com podem observar, la figura obtinguda ens mostra un màxim pel que fa la resistivitat en l'estació número 2, corresponent a 1556 KΩ, i per tant, localitza un punt en el qual aquest paràmetre és molt alt, fet que fa que consegüentment la conductivitat en aquest punt sigui mínima. D'altra banda, trobem un mínim de resistivitat, corresponent a 112,5 Ω, a l'estació número 20, i per tant, en aquest punt s'enregistra una mínima resistivitat en el terreny.

Així doncs, veiem com, en aquest SEV, les dades obtingudes a camp corresponents als valors de

7. Alternativa Proposada

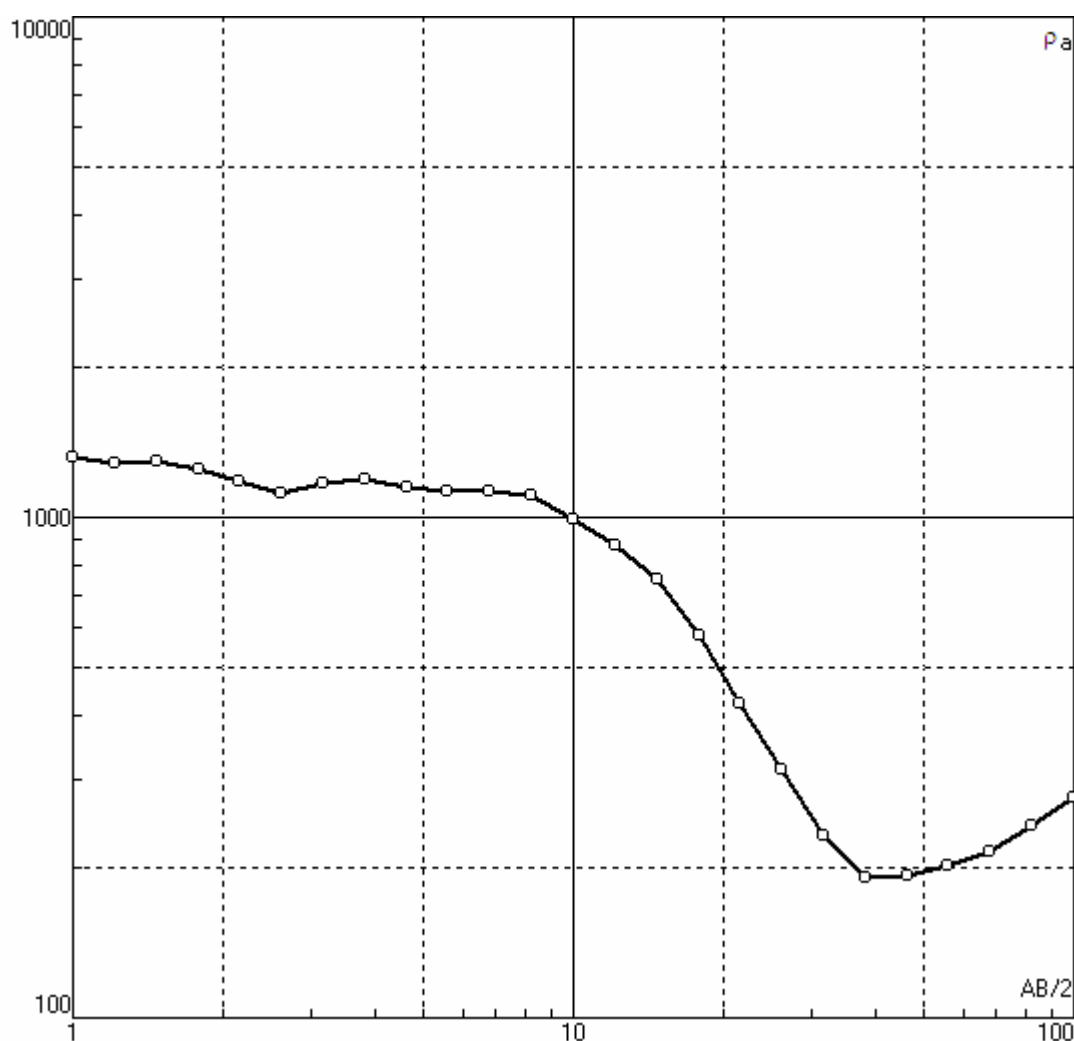
resistivitat, disminueixen progressivament a partir del màxim fins a l'estació número 20, en la qual els valors tornen a remuntar lleugerament fins a l'estació 22.

SEV 2)



Aquest segon SEV situat a 136 m d'alçada, segueix una tendència molt similar a l'anterior, fet que ens demostra un comportament elèctric pel que fa la resistivitat aparent força igual. Ara bé, en aquest sondeig varem poder afegir unes quantes estacions més, per això la corba és més llarga. Veiem com les resistivitats aparents baixen i tornen a pujar amb una cert pendent, cosa que indica un canvi de substrat.

SEV 3)



I per últim, aquest tercer SEV, el qual varem situar a 140 m d'alçada. A primer cop d'ull, es veu la baixada i pujada que fan les altres dues corbes però les resistivitats no baixen tan ràpidament com en els altres dos SEV's, i tampoc arriba a valors tan baixos.

Amb aquestes tres corbes de camp i els corresponents valors de resistivitat obtinguts durant el treball de camp, realitzarem una secció resultant de la unió d'aquests tres SEV's gràcies al programa Ipi2Win, mitjançant el qual podrem visualitzar millor la seqüència d'aquest valors sobre el terreny, i per tant, deduir-ne la composició, la situació del nivell piezomètric etc.

7.1.2.6 Valors de resistivitat de diferents materials naturals

El rang de valors de resistivitat en els materials naturals és molt ampli, es mou entre els $10^{-8} \Omega\text{m}$ i els $10^{15} \Omega\text{m}$, i per tant, determinar un valor de resistivitat d'un material concret és un fet simplement orientatiu per tenir una mica de referència, ja que aquest paràmetre depèn íntegrament del lloc d'estudi en què ens trobem.

Els valors de resistivitat d'una roca vénen marcats, més que per la seva composició, pel fet de contenir més o menys quantitat d'aigua, tant per la seva porositat com per la salinitat d'aquesta. Això implica valors més alts de conductivitat i, per tant, menors de resistivitat.

D'altra banda, també cal tenir en compte factors com:

- la conductivitat dels minerals que formen la part sòlida de la roca
- la conductivitat dels líquids i gasos que omplen els porus del material en qüestió
- la humitat de la roca
- la textura i forma de la roca, juntament amb la distribució dels porus
- els diferents processos que succeeixen en el contacte entre els líquids dels porus i l'esquelet sòlid.

Tots aquests aspectes, doncs, influeixen i fan variar significativament els valors de resistivitat, i per tant també de conductivitat. Tot i això s'han establert uns determinats valors als diferents materials que ens trobem a camp, que són els següents:

Material	Resistivitat (Ωm)
Granit	500-20.000
Basalt	20-5.000
Calcària	200-100.000
Gres	20-500
Limnolita	20-500
Gneis	100-5.000
Marbre	1.000-100.000

Esquist	100-3.000
Argiles	0,5-15
Llims	10-100
Sorres	100-1000
Graves	200- >1000

Taula 11: *Diferents valors de resistivitat en funció dels materials.*

7.1.2.7 Interpretació de dades geofísiques

Les mesures geofísiques obtingudes en la campanya s'han analitzat qualitativament i quantitativament amb l'ajuda del programa IPI2Win, elaborat per la Universitat Estatal de Moscou i distribuït per GEOSCAN – M Ltd. Aquest programa està dissenyat per a la interpretació en una dimensió de les corbes d'un sondeig elèctric vertical al llarg d'un perfil. El fet que estigui enfocat cap a l'obtenció d'un resultat geològic és la característica que el distingeix d'altres programes populars d'inversió automàtica.

Anàlisi qualitatiu:

S'ha realitzat l'anàlisi qualitatiu de les 3 corbes de resistivitat aparent obtingudes durant la campanya. En la figura hi ha representats els valors de resistivitat aparent en funció de la profunditat de les capes.

A simple vista es pot dividir aquesta pseudosecció en dues parts ben diferenciades. Una part amb gran variabilitat elèctrica, amb valors de resistivitat aparent força alts que van dels 800 Ωm fins als 1700 Ωm , i amb una capa de més profunditat que té un comportament elèctric molt constant, cosa que ens indica que el medi està estratificat i els valors de resistivitat aparent són més baixos que en menys profunditat i van dels 100 Ωm fins a 500 Ωm , és a dir, hi ha una diferència important dels materials en les dues parts.

Si ens fixem, concretament, en el tram elèctric del SEV-3 al SEV-2, es pot observar que els colors defineixen una cunya amb valors resistivitats força alts.

7. Alternativa Proposada

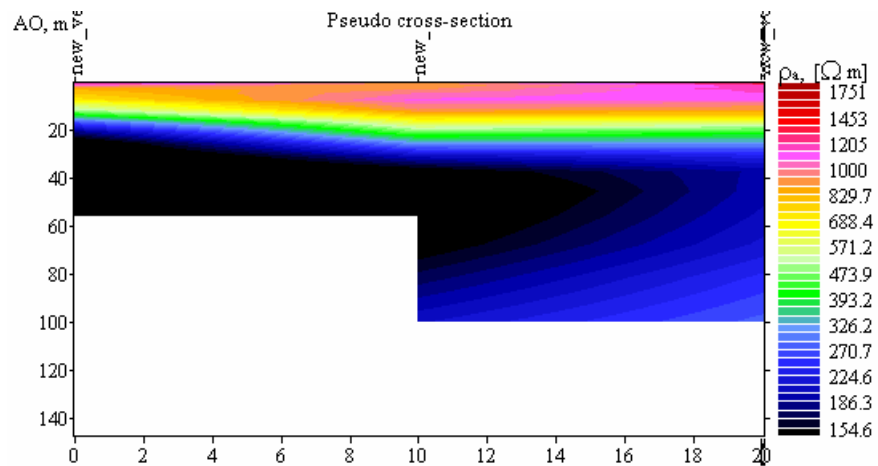


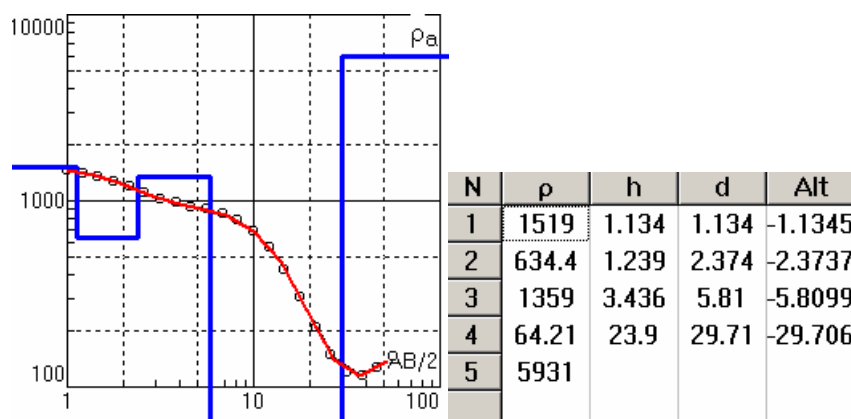
Figura 22: Pseudosecció de resistivitat aparent

Anàlisi quantitatiu:

Per tal de poder analitzar quantitativament les mesures geofísiques que s'han obtingut durant la campanya, també ha estat imprescindible l'ajuda del programa IPI2Win.

Sondeig elèctric vertical 1

La interpretació del SEV 1 s'ha resolt mitjançant el model automàtic amb el nombre mínim de capes elèctriques.

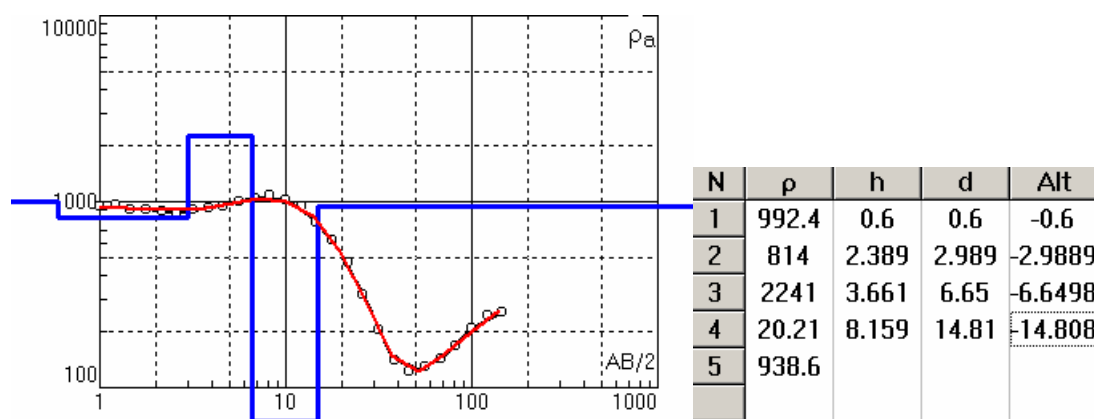


Els resultats obtinguts amb el model automàtic són de 5 capes elèctriques amb un error del 0.177%. Cal destacar el gran canvi de resistivitat als 5.8 metres de profunditat, on passariem dels 1359 Ωm

als 64.21 Ωm . En una primera anàlisi podries esmentar que és aquí on es troba la zona saturada, però el valor de conductivitat és molt alt i l'aigua hauria de tenir una concentració de salts bastant elevada. Per tant, també es podria trobar el nivell freàtic a 1.1 metres de profunditat ja que el canvi de resistivitat és prou significatiu (dels 1519 Ωm als 634.4 Ωm)

Sondeig elèctric vertical 2

La interpretació del SEV 2 s'ha resolt mitjançant el model automàtic amb el nombre mínim de capes elèctriques.

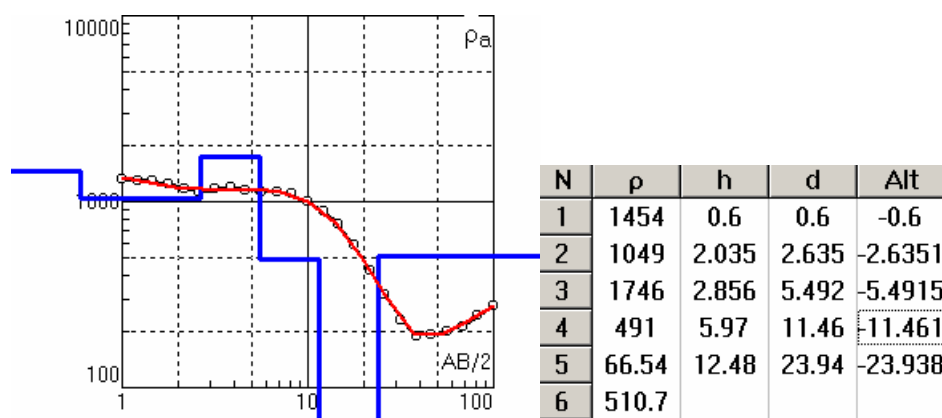


Els resultats obtinguts amb el model automàtic són de 5 capes elèctriques amb un error del 1.97%. Cal destacar que el gran canvi que en el SEV 1 el trobàvem a 5.8 metres ara el trobem una mica més avall, concretament a 6.6 metres de profunditat, i el canvi de resistivitat és més accentuat passant dels 2241 Ωm als 20.21 Ωm . L'altre opció que comentàvem en el SEV 1 ara aquí no es veu tan clarament, però potser és degut a que el SEV 1 està situat davant de l'abocament d'aigua de la depuradora, en canvi, el SEV 2 està més allunyat.

Sondeig elèctric vertical 3

La interpretació del SEV 3 s'ha resolt mitjançant el model automàtic amb el nombre mínim de capes elèctriques.

7. Alternativa Proposada



Els resultats obtinguts amb el model automàtic són de 6 capes elèctriques amb un error del 1.96%. cal destacar, en aquest cas, l'aparició d'una nova capa elèctrica a la profunditat de 5.4 metres i amb una resistivitat de 491 Ωm . I el canvi sobtat a resistivitats més baixes ara es troba a 11.46 metres, on es podria trobar el nivell freàtic. I a la superfície són valors molt semblants fins als 5.4 metres de profunditat, tot i que en els 2.6 metres trobem una petita baixada de la resistivitat.

7.1.2.8 Conclusions

A la vista dels resultats del programa IPI2Win, podem oferir dues possibles opcions del subsòl.

La primera opció indicaria que el sòl estaria compost per 5 materials – sorres, material col·luvial, argiles, fil·lites i marbres (Croquis 1). En aquesta opció hi hauria un gruix de sorres d'uns 6 metres i el nivell piezomètric estaria al voltant d'1 metre de profunditat. Passats els 6 metres, intuïm la presència d'argiles, ja que informes geològics fets a la zona (*Roqué, Brusi i Pallí, 1994*) on es van fer sonatges demostren la seva presència, i a més els valors de resistivitat són més adequats per aquest tipus de material. En el SEV 3 ens trobem amb un dipòsit col·luvial associat a processos de vessant que no es troben en els altres SEV's, ja que el SEV 3 és l'únic que pel relleu es troba en una vessant. Sabem que poden existir a la zona perquè els informes que anteriorment hem esmentat també alerten d'aquests dipòsits que en superfície no es detecten. A més en l'anàlisi qualitatiu es veu com en el SEV 3 hi ha una cunya amb valors de resistivitat anòmals, fet que ens fa pensar que podria ser un dipòsit col·luvial. En aquest cas veiem com la infiltració cap a la zona de Sa Riera és bastant improbable, perquè l'aigua hauria de passar per uns dipòsits col·luvials que contenen argiles vermelloses amb còdols i seguidament argiles. Per tant tota l'aigua de la depuradora, abocada a la

zona, aniria dirigida cap a la sorra.

Pel que fa a la segona opció es pot determinar que el sòl està compost per 3 materials – sorres, fil·lites i marbres – i el nivell piezomètric estaria a uns 6 metres en profunditat (Croquis 2). En aquesta opció veiem com en el SEV 3 el nivell piezomètric està a una cota més avall que els altres dos SEV's i el substrat canvia, no tenim fil·lites com en els altres 2 SEV's sinó que tenim marbres, on l'aigua podria penetrar cap al possible aquífer càrstic de la zona. En definitiva, que part de l'aigua abocada aniria a parar a la zona de Sa Riera.

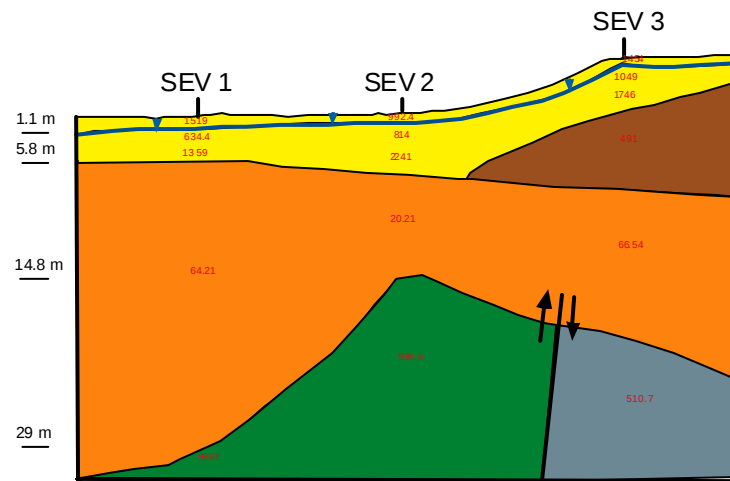
Aquesta opció es poc sòlida perquè per una banda el nivell piezomètric estaria als 6 metres de profunditat, a aquesta cota no explicaria la frondositat de les plantes ja que l'aigua penetraria al medi molt ràpidament i les plantes no se'n podrien aprofitar. Per altra banda, els valors de resistivitat de la zona saturada són molt i molt baixos, corresponents a una aigua molt saturada en sals podríem parlar fins i tot d'aigua de mar, i no és el cas.

Una formació granular no coherent i graduada és la definició que s'adequa perfectament a les sorres de la nostra zona, on la porositat depèn de la mida del gra de manera que, en general, quant major sigui la mida de gra menor serà la porositat. Per una banda, una major grandària de gra condiciona uns porus més amplis i, conseqüentment, major permeabilitat. De manera que la relació entre permeabilitat i porositat és inversa. Per l'altra, la relació entre porositat i resistivitat de la mostra també és inversa, amb la qual cosa es dedueix que la relació entre la resistivitat d'una mostra en les condicions a les que ens venim referint (granular, no coherent i graduada) i la seva permeabilitat ha de ser directa. (Plata, 2000) . Per tant deduïm que les nostres sorres tenen una bona permeabilitat, ja que tenen valors de resistivitats força alts.

En definitiva, l'opció més probable és la primera ja que s'ajusta més amb la informació que tenim.

Per acabar, cal dir que per corroborar tot el que s'ha esmentat caldria realitzar més estudis, concretament hidrològics, i sondeigs mecànics per tal de verificar les característiques hidrològiques i geològiques. Les perforacions haurien de permetre el reconeixement de totes les unitats litològiques identificades en la prospecció geofísica, així com la determinació dels nivells d'aigua de la zona.

CROQUIS 1



CROQUIS 2

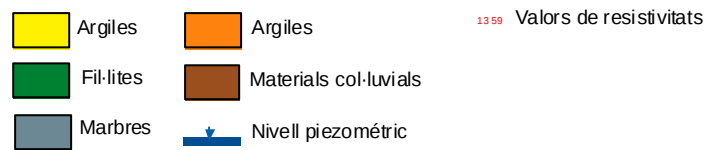
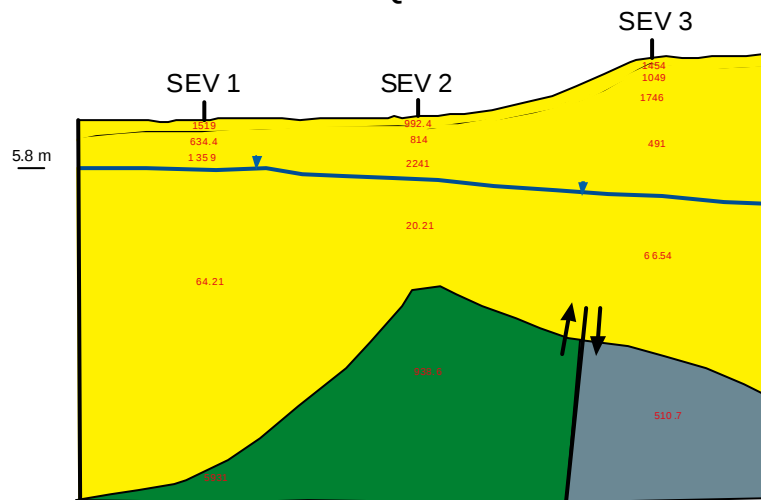


Figura 23: Croquis de les dues possibles interpretacions.

7.2. CONCLUSIONS GENERALS

Per tal de revalidar el curs que segueix l'aigua alliberada en el punt elegit de les sorreres, ha estat necessari estudiar des de diferents punts de vista les característiques de l'indret. Tot i que en aquest projecte l'aigua i els elements que constitueixen el sòl han estat tractats de manera independent, és inevitable desvincular-los ja que ambdós són imprescindibles quan es realitzen estudis d'aquestes característiques.

L'aigua pluvial procedent de la conca de Sa Riera, segons els últims anàlisis realitzat a la primavera 2007, compleix els requisits de qualitat òptima per tal de poder unir-se amb l'aigua procedent de la sortida de la depuradora. D'aquesta manera contribuiríem a augmentar el grau de dilució de les substàncies residuals que resten a la depuradora.

D'altra banda, el fet d'aportar un volum d'aigua destacable podria originar problemes diversos, com podria ser que s'afavorís un increment en el nivell freàtic que suposaria una pujada de les pressions intersticials, disminuint, d'aquesta manera, la resistència dels materials que conforma la vessant de l'explotació de sorres, on s'hi troba la surgència. Així mateix, aquest increment del flux subterrani pot determinar el desenvolupament de fenòmens de "piping", erosionant la vessant en qüestió. I el risc de patir una esllavissada de la vessant amb la colada de fang conseqüent. Recordem que la vessant està formada per sorres saturades d'aigua, seria molt gran.

També cal destacar el fet que si l'aigua pogués penetrar fins als marbres de la zona de Sa Riera on per sobre d'aquests es troben urbanitzacions, estaria recarregant l'aquífer càrstic que constitueix (Roquè, 1994) i també patirien un risc elevat d'esllavissades.

Una vegada considerats aquests punts, és necessari remarcar que l'aigua transcorre a través de les sorres a gran velocitat. Tot i així, la importància filtradora que tenen afavoreix la reducció de la concentració de diversos paràmetres. Un dels paràmetres que ens permet confirmar la connectivitat dels dos punts estudiats és l'intercanvi catiònic que es produeix en el sòl, aquest permet l'absorció d'una quantitat important d'amoní, causant-ne una reducció de la concentració de l'aigua.

Per concloure, podem dir que els estudis realitzats, tot i no ser molt complexes, ens ajuden a confirmar la nostra hipòtesi sobre el curs que segueixen les aigües després de ser abocades.

8. MODELITZACIÓ

8.1. CARACTERÍSTIQUES DEL MODEL

Mitjançant el programa InfoWorks CS (Collector System), pretenem modelitzar la xarxa de clavegueram de la situació actual i de l'alternativa proposada (a partir del conjunt de dades pluviomètriques, pendents, etc. obtingudes) per tal d'estudiar-ne el seu dimensionament i comportament en front de sis escenaris diferents. Necessitem definir una sèrie de paràmetres previs que el programa farà servir de base. Els que s'han emprats en el nostre cas són:

- Àrea de la superfície afectada: Aquest paràmetre ens variarà en funció de les subconques que impliquem a l'hora de tractar l'escolament de l'aigua de pluja; pel que fa al primer i segon escenari, aquesta àrea correspondrà al nucli i a les urbanitzacions pròximes a Sa Riera, i d'altra banda, en el tercer i quart escenari es contemplarà un increment del 10% pel que fa al creixement urbanístic, i per tant una major superfície impermeable. En el cinquè i sisè escenari, l'increment considerat de creixement urbanístic es considera del 50%.
- Altimetria (pendent del terreny): El pendent del terreny varia en tres trams de la xarxa. El més pronunciat el trobem en la canonada que va des del nucli del poble, on l'aigua es recull a través d'embornals, reixes, etc, fins a on acabava a la plaça de l'arbreda, on la canonada no té tant pendent. Però després la canonada torna a guanyar pendent, tot i que no tant com en el primer tram, per baixa fins al nivell de la Riera i acabar fins al dipòsit. Aquests pendents varien entre 20 i 40 m/m aproximadament.
- Impermeabilitat: es tracta d'un paràmetre molt important pel que fa als fenòmens d'escorrentia, ja que ens determina la quantitat d'aigua que ens anirà a parar a la xarxa de clavegueram, ja sigui separativa (com en el nostre cas), o bé unitària. Per tant, en els sis escenaris, al treballar en sòl urbà, hem considerat que la totalitat de la superfície de la zona d'estudi és impermeable (100%).
- Pluviometria: per definir aquest paràmetre hem treballat amb dos episodis de pluja, corresponents als dos últims anys, un primer de pluja mitjana i un segon d'intensitat màxima. Hem acabat escollint aquests dos dies en concret, després de fer una mitjana pel

que fa la quantitat de pluja caiguda al llarg d'aquest període de 2 anys dels quals disposàvem de dades pertinents. Posteriorment s'ha seleccionat un dia model com és el 17/02/07, en el cas de pluja mitjana (que es tracta d'una pluja continuada d'unes 9 hores aproximadament que representa una pluja total de 57 mm) amb una intensitat de 0.11mm/min; i en el cas de pluja màxima, s'han utilitzat les dades del dia 24/09/06 en el qual s'assolí un pic de 32 mm en 30 minuts, que representa una elevada intensitat amb un valor de 1.06 mm/min.

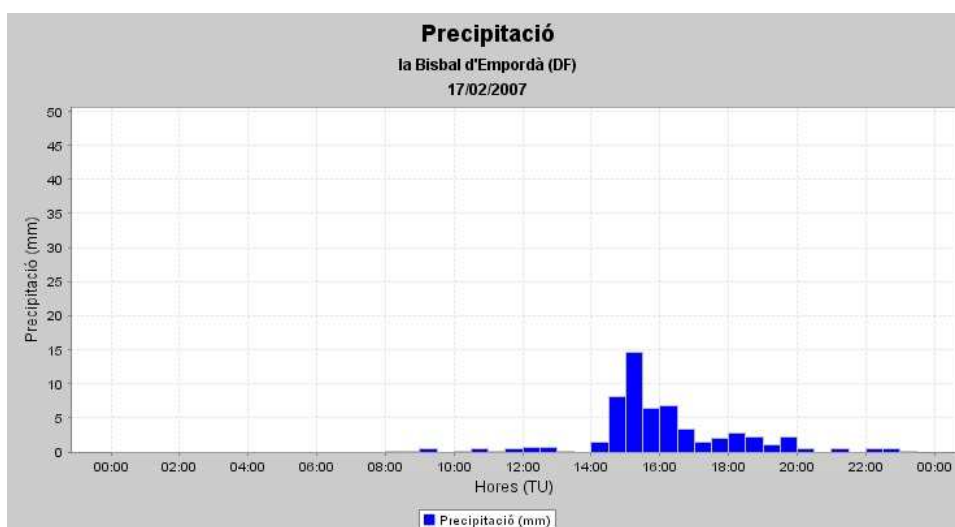


Figura 24: perfil diari de precipitació del dia 17/02/2007

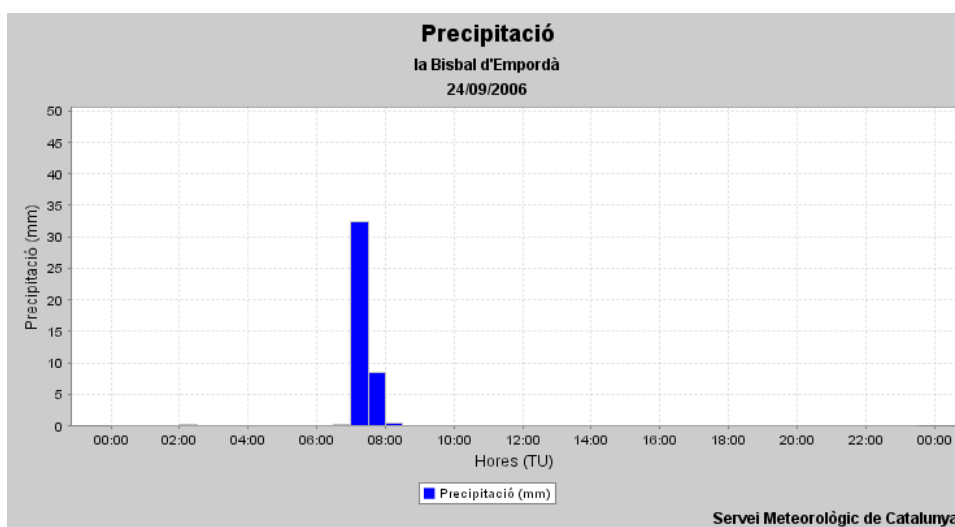


Figura 25: perfil diari de precipitació del dia 24/09/2006

8.2. SIMULACIÓ DELS DIFERENTS ESCENARIS

En aquest apartat es presenten els sis escenaris diferents en funció de la superfície urbanitzada i la pluja caiguda. També es presenten els resultats de la simulació per cadascun dels escenaris, que seran els que posteriorment ens ajudaran a decantar-nos per una alternativa de dipòsit o una altra.

1. Primer escenari:

En aquest primer model partim de l'episodi de pluja mitjà, corresponent al dia 17/02/07. Contemplem una àrea total de 600 m² que equival a la superfície, d'una banda, de la subconca del nucli urbà en qüestió i, de l'altra, a la superfície corresponent a les urbanitzacions pròximes a la riera. Donades aquestes circumstàncies, arribem als resultats següents:

- Volum total d'aigua recollida: 2484 litres
- Dimensió del dipòsit: 19,2 m³
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 1,368 m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0,01 m³/s de descàrrega

2. Segon escenari:

Aquest model continua contemplant la mateixa superfície de 600m², i per tant, només canvia el paràmetre del model de pluja tingut en compte, que en aquest cas correspon al del dia 24/09/06

- Volum total d'aigua recollida: 1653 litres
- Dimensió del dipòsit: 25m³
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 2,73m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0,01m³/s de descàrrega

Pel que fa al tercer, quart, cinquè i sisè escenaris, mantenim el dipòsit obtingut en l'escenari 1, de 19,2 m³ i, a partir d'aquí, modifiquem el paràmetre que fa referència al percentatge de zona urbanitzada, lligat directament a la permeabilitat del terreny. Aquest fet ens permet demostrar si el volum del dipòsit ens seria suficient en condicions futures si l'urbanització tendeix a augmentar.

Mantenim en aquests escenaris el dipòsit de dimensions més petites, ja que el pressupost d'aquestes construccions són bastant elevades i, per tant, es tendirà a solucionar el problema amb el menor cost possible. Els escenaris tercer i quart corresponen a un increment del 10% de la zona urbanitzada mentre que els escenaris cinquè i sisè a un increment del 50%.

3. Tercer escenari:

En aquest escenari l'àrea tractada augmenta en superfície un 10%, i per tant se'ns converteix en una àrea total de 660 m². D'altra banda i, com ja hem comentat anteriorment, la pluja que es té en compte és la de l'episodi mitjà, ja que hem agafat la dimensió de dipòsit de la mateixa.

- Volum total d'aigua recollida: 3861 litres
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 1.476 m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0.01 m³/s de descàrrega

En aquest cas, el dipòsit és capaç d'absorbir tota l'aigua de pluja que baixa per la canonada, tot i que en algun moment vessa. Tot i així, aquesta quantitat és poc significativa si la comparem amb el volum d'aigua recollit que adrecem a les sorreres.

4. Quart escenari:

En aquest escenari es manté la mateixa superfície total que en l'escenari tres però es canvia l'episodi de pluja tingut en considerat, que passa a ser el d'intensitat màxima corresponent al dia 24/02/06.

- Volum total d'aigua recollida: 1728 litres
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 2.452 m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0.01 m³/s de descàrrega

El dipòsit, igual que en l'altre escenari, té una bona capacitat per assimilar el cabal que li entra, tot i que també surt un cabal molt petit per el sobreexidor.

5. Cinquè escenari

En aquesta simulació tornem a tenir les dades pluviomètriques mitjanes com en els escenaris primer i tercer però ara la superfície urbanitzada ha patit un increment del 50%, fent que l'àrea total afectada per la nostra xarxa sigui de 900 m².

- Volum total d'aigua recollida: 3780 litres
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 1.98 m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0.01 m³/s de descàrrega

En aquestes condicions el dipòsit amb un volum de 19.2 m³ no pot assimilar el cabal que li entra d'aigua i pel sobreexidor es perd una quantitat d'aigua significativa.

6. Sisè escenari

Finalment, per l'última simulació, partim de les dades amb una intensitat de 1.06 mm/min i amb un creixement urbanístic del 50%.

- Volum total d'aigua recollida: 2514 litres
- Cabal màxim d'entrada al dipòsit: 3.708 m³/h
- Capacitat aproximada de la bomba: 0.01 m³/s de descàrrega

El dipòsit, com ha passat en l'escenari anterior, no pot absorbir l'aigua que li entra i, per tant, pel sobreexidor del dipòsit ens surt un cabal bastant elevat.

Cal destacar que, en tots els escenaris simulats, tractats el diàmetre de les canonades és de 600 i 700 mm, en funció del tram (la canonada que al dipòsit té un diàmetre de 600 mm, mentre que la que en surt correspon als 700 mm esmentats). Tanmateix, pel que fa la longitud total de canonada de la xarxa es manté igualment constant en els sis escenaris estudiats, i equival a una distància d'aproximadament 1,5 km.

Per tant, el resultat gràfic de la xarxa que obtenim, per qualsevol dels escenaris, ve a ser el següent:

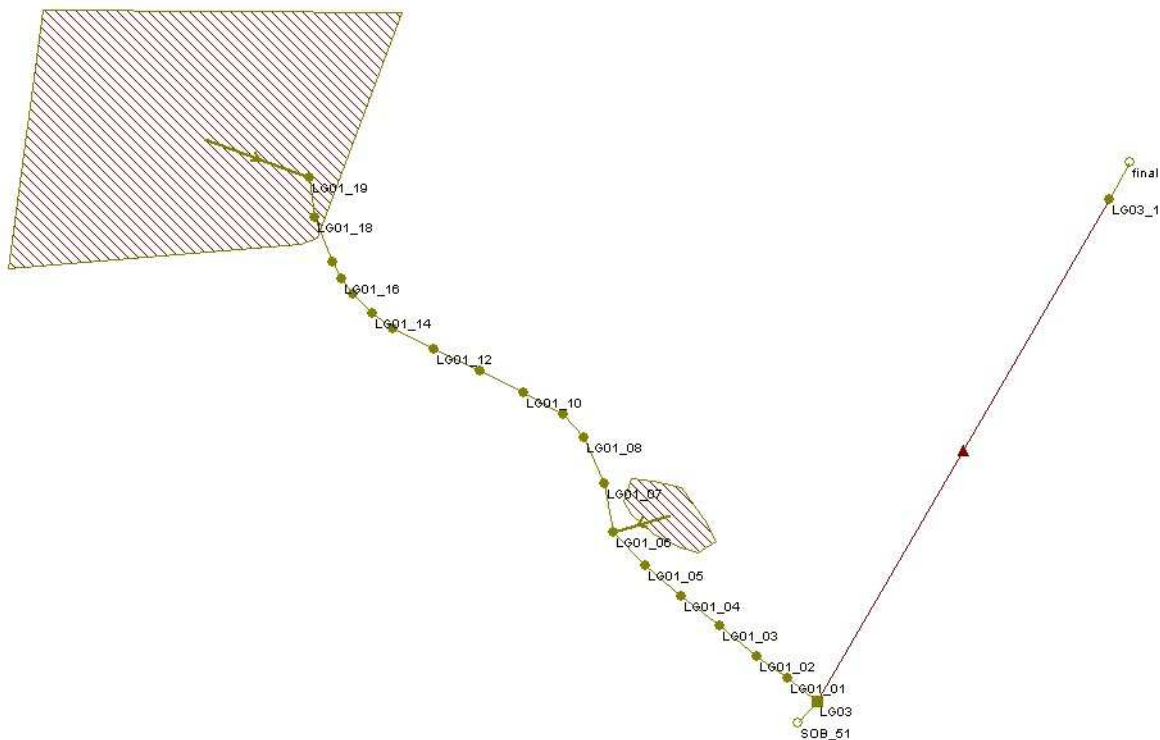


Figura 26: Croquis de la xarxa pluvial simulada mitjançant l'InfoWorks Cs.

Tal com s'observa en la figura 26, es tracta d'una xarxa en la qual s'han definit dues subconques que corresponen a les dues superfícies de sòl urbà sobre el qual fem la gestió de les aigües pluvials. Tanmateix, cal tenir present la disposició dels diferents pous de registre que s'ha tingut en compte, que és a raó d'un pou cada 50 metres, que és el que determinava el Pla Director de Clavegueram de Begur.

Al fer la secció d'un tram d'aquesta xarxa, obtenim el perfil que està representat a la figura 26. En aquesta s'hi pot apreciar el nivell en què es troba la superfície urbana, representat de color verd, i la canonada de pluvial delimitada per les línies roses, la qual queda parcialment soterrada. D'altra banda trobem un pou de registre, representat per un petit conducte vertical, situat a l'esquerre del perfil i el nivell de l'aigua queda determinat per la franja blava.

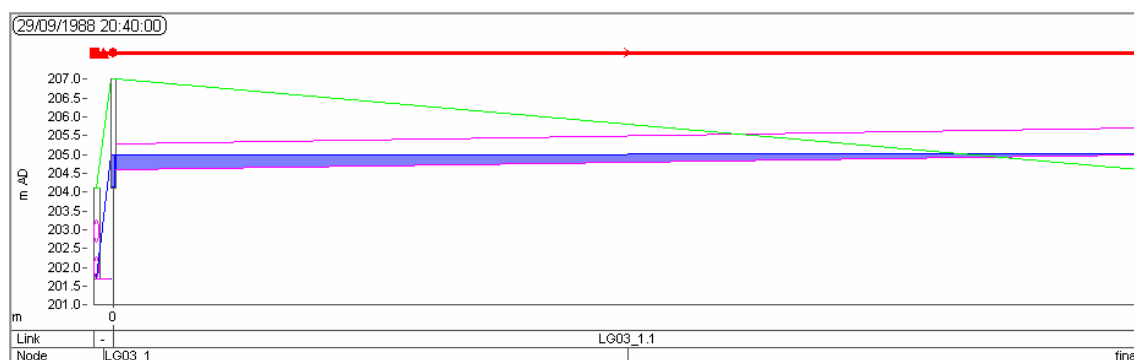


Figura 27: Perfil d'un tram de la xarxa pluvial simulada.

Finalment, a l'hora d'optar per la millor xarxa de pluvials que solucionés el problema detectat en la diagnosi, hem tingut en consideració el fet que fos capaç d'assimilar la quantitat d'aigua que s'acumula en poc temps, donats els episodis conflictius de pluja d'intensitats elevades, i que a més fos viable en el temps tenint en compte el creixement urbanístic que es pot donar a la zona. Així doncs, hem optat per l'elecció del dipòsit de 25m^3 , basant-nos igualment en el fet que del dipòsit de menors dimensions no té una capacitat suficient per acumular tot el cabal que baixa en condicions d'un increment urbanístic considerable.

9. EXPLICACIÓ DETALLADA DE LA PROPOSTA

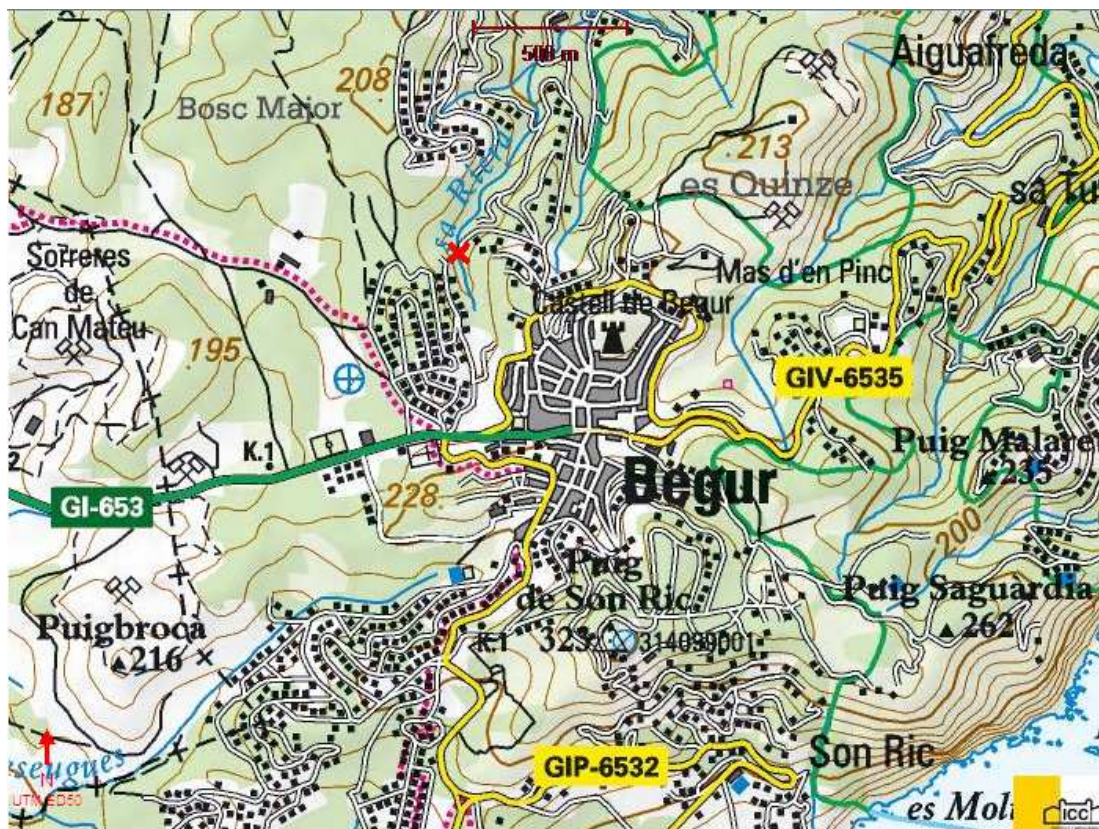
Arribats a aquest punt hem adquirit la capacitat necessària per sintetitzar tota la informació tractada, i d'aquesta manera plasmar la proposta sobre el terreny.

La xarxa més adequada per gestionar la problemàtica de les aigües pluvials que pateix el municipi de Begur, consisteix en un traçat d'aproximadament 1500 metres de canonada pluvial (ja que no ens hem pogut basar en dades georeferenciades sobre el terreny en qüestió), que parteix de l'actual canonada situada sota l'Arbreda, i desemboca a les sorreres, amb un diàmetre que variarà entre 600 i 700mm en funció del tram en que es trobi (de dipòsit amunt trobem les canonades de menor diàmetre, mentre que les de 700mm es troben un cop passat el dipòsit).

Pel cabal d'aigua que hem de gestionar amb una pluja de màxima intensitat doncs, obtenim un dipòsit amb un volum de 25 m^3 , el qual està dotat de sobreeixidors amb la finalitat d'expulsar l'aigua que no pugui assimilar en moments concrets de pics de pluja molt alts, tot i tractar-se de condicions atípiques ja que el dipòsit té una capacitat suficient. Per tant aquest mecanisme permetrà la sortida d'un cert volum d'aigua en puntes de cabal molt alt, menyspreable en comparació amb el que es bombarà cap a les sorreres. Tanmateix, aquest dipòsit té un cabal d'entrada màxim de $2,73 \text{ m}^3/\text{h}$ d'aigua, i s'ubicarà en un punt del tram de Sa Riera amb coordenades UTM = 516907 4645426.

9. Explicació Detallada de la Proposta

En el mapa que mostrem a continuació es pot apreciar la situació concreta del dipòsit.



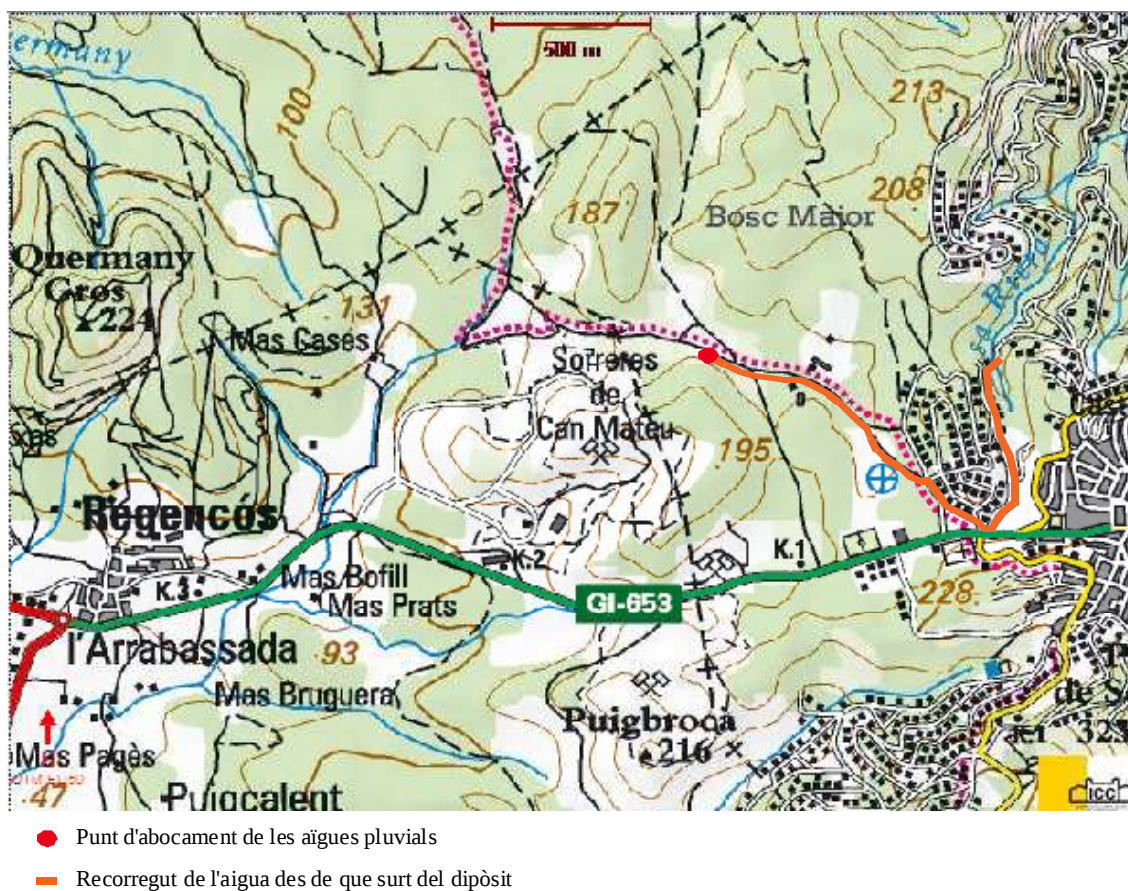
✗ Ubicació del dipòsit pluvial

Mapa 6: Ubicació del punt on es pretén situar el dipòsit.

D'altra banda, per tal de superar el fort pendent que trobem entre el dipòsit i les sorreres, ens ha calgut instal·lar una bomba del tipus *variable speed*, d'una capacitat de descàrrega de $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$, capacitat que pot augmentar-se o disminuir-se aquesta capacitat en funció del cabal d'entrada.

Caldria destacar també que la subconca de menors dimensions referent a les urbanitzacions recentment construïdes que hem contemplat en el model no estan encara capacitades d'una xarxa pluvial conjunta que canalitzi aquesta aigua esmentada cap al dipòsit. Així doncs, pel model proposat s'hauria de fer aquesta connexió, i unir-la a la xarxa en qüestió.

El mapa topogràfic corresponent al mapa 7, il·lustra el recorregut de la canonada que condueix l'aigua un cop ha sortit del dipòsit fins al punt d'abocament, senyalitzat amb vermell. Aquest recorregut s'ha traçat seguint el C/Carles de Vilademany.



Mapa 7: Seguiment del recorregut de l'aigua pluvial recollida.

De cares al manteniment de la xarxa cal tenir en compte la potència de la bomba i, per tant, el seu cost energètic, juntament amb la neteja corresponent als filtres de dipòsit. A banda d'aquests dos aspectes, la xarxa no precisa de cap altre manteniment concret.

9. *Explicació Detallada de la Proposta*

10. VERIFICACIÓ

Un cop realitzats els estudis de viabilitat pertinents, arribem a la conclusió que es tracta d'una proposta viable tot i que la seva aplicació suposa una important inversió inicial que, segons el nostre punt de vista, es compensa amb el benefici ambiental que suposa.

Per tal de justificar l'alternativa proposada hem tingut en compte diferents consideracions, necessàries a l'hora de tractar una situació d'aquestes característiques. Un d'aquests aspectes considerats, és el de la previsió de pluges en els propers anys, ja que es preveuen unes precipitacions cada vegada més minses i irregulars, juntament amb un increment pel que fa els episodis de pluges torrencials, els quals si es contemplen en diferents períodes de retorn, n'augmenten en nombre, fet que representaria un fort i creixent impacte com a conseqüència de les grans quantitats d'aigua precipitada. Es poden consultar dites previsions, realitzades pel Departament de Medi Ambient a l'annex 6.

Un altre punt important a valorar ha estat el fet d'avaluar l'impacte ecològic que podria originar una actuació d'aquesta magnitud en la que es modifiquen cursos de masses d'aigua. Així doncs, hem cregut convenient respectar el manteniment d'un mínim cabal de la riera de Sa Riera que garanteixi l'aport de nutrients fluvials necessari per la dinàmica marítima.

Tanmateix, la construcció d'aquest dipòsit ens permet disposar d'aigua pluvial que, en episodis de manca de precipitació, podria ser gestionada i posteriorment utilitzada per altres fins, tot hi que en aquest projecte no se li ha atribuït aquesta prioritat. Talment, l'aigua del dipòsit podria ser un recurs hídric important per fer front a altres demandes municipals com seria el rec de zones enjardinades, etc. S'ha de tenir present que, amb aquesta proposta, s'arriben a recuperar per cada episodi de pluja més de 2500 litres d'aigua, els quals en l'actualitat es perden abocant-los directament al mar.

Lligat a la demanda turística del municipi i amb la possibilitat sobre la taula d'habilitar un *pitch&patt* a una zona pròxima al punt on es té previst l'abocament de les aigües procedents del dipòsit, aquesta proposta seria directament aplicable al fet de fer circular part d'aquesta aigua a les instal·lacions en qüestió evitant, d'aquesta manera, el bombeig que suposaria portar aquest gran volum d'aigua que requereixen d'altres regions més llunyanes, com per exemple del municipi de

10. Verificació

Regencós. Així doncs, ja a hores d'ara, es preveu aquesta possible ubicació pels avantatges econòmics que suposaria la utilització de l'aigua procedent en aquest cas, de la depuradora de Begur si es manté en un futur i no s'opta per tancar-la degut als canvis legislatius.

També cal tenir en compte la quantitat de diners destinats a la neteja i manteniment dels desperfectes originats a la platja de Sa Riera en qüestió, degut a la mala gestió que hi ha actualment d'aquestes aigües pluvials. Així doncs, a l'Ajuntament cada vegada que es produeix un episodi d'aquestes magnituds, els hi suposa una despesa econòmica d'aproximadament d'uns 3000 €, fet que representa una inversió moderada si la comparem amb el fet de construir una infraestructura d'aquestes característiques, però cal valorar la garantia que, a llarg termini aquesta inversió es veurà clarament amortitzada amb el pas dels anys. El projecte en si pretén, doncs, minimitzar l'impacte ocasionat a la platja de sa Riera, degut al temperament turbulent en que circula l'aigua com a conseqüència directa de la gestió actual de l'aigua de pluja i, per tant, evitar les alteracions paisatgístiques originades, actuant en el focus del problema i així desentenant-nos del fet de mitigar els efectes un cop provocats.

D'altra banda, cal tenir present que a la zona propera a les sorreres s'hi troben aquífers dels quals se'n veuen beneficiades un parell de propietats privades que n'extreuen aigua per a ús propi, tot i no representar una forta pressió sobre aquest ecosistema. Tanmateix, és important tenir constància de la bona qualitat d'aquesta aigua a l'hora d'abocar l'aigua pluvial en una zona propera a aquests pous. Cal destacar que, tant els anàlisis que ens han proporcionat dels pous, com els realitzats per determinar la qualitat de l'aigua de pluja, els resultats són comparables i per tant no hi hauria d'haver cap problema si mai acabessin entrant en contacte.

Un altre punt considerat per validar la proposta ha estat el fet de conèixer la formació geològica, corresponent a la sorra "Mas Casas" i els seus terrenys pròxims (en els quals s'hi pretén abocar l'aigua en qüestió). Com ja s'ha dit anteriorment, el punt on es realitzen els abocaments és una duna formada a partir dels aportos eòlics procedents de la platja de Pals. Antigament, aquesta era una duna mòbil que anava avançant; per fer front això, es va considerar oportú reforestar-la amb pi blanc, d'aquesta manera s'aconseguia la fixació de la duna evitant-ne el seu desplaçament progressiu. Per aconseguir aquesta situació han fet falta uns 120 anys aproximadament. Per aquest motiu és interessant intentar afavorir que aquesta es mantingui en la seva ubicació actual. D'altra banda, és important realitzar una bona gestió de prevenció d'incendis ja que podria ser un factor que incentivés la desaparició d'aquest bosc.

El sòl on es realitza l'estudi és un sòl amb textura gruixuda que dona lloc a sòls arenosos que tendeixen a drenar més ràpid i són propensos a retenir menys humitats. Es caracteritza, doncs, per tenir els porus oberts, característica que indica que el terreny està ben estructurat i és favorable per la conducció de l'aigua i l'aire a través del mateix. Tanmateix, aquestes propietats també són positives perquè s'hi produeixin processos d'infiltració i de percolació. Fent, doncs, la conducció a aquests terrenys s'aconsegueix una disponibilitat hídrica important que permet mantenir els requeriments necessaris per la vegetació de la zona. No obstant, si es dugués a terme un aport elevat i constant en un terreny d'aquestes característiques, es podria afavorir la formació de colades de fang a llarg termini, com s'ha deixat constància en l'apartat de prospecció geofísica. Tot hi això, és poc probable que en la nostra proposta es doni un fenomen així ja que es tracta d'aportacions d'aigua puntuals.

I com a última consideració a l'hora de verificar la viabilitat de la proposta, cal accentuar la importància que suposa l'alliberació de l'aigua a la zona de sorreres establerta ja que, des d'aquest punt, l'aigua segueix el seu descens en direcció la plana de Regencós i, d'aquesta manera, es realimenten els aqüífers i rieres, zona de la qual s'abasta Begur per tal de cobrir les seves demandes hídriques. Per aquest motiu, l'aprofitament d'aquesta aigua, es converteix en el tancament d'un cicle que hores d'ara resta obert. Així doncs, es tracta d'una proposta de gestió de captació d'aquesta aigua que tendeix, amb el pas dels anys, a esdevenir potencialment imprescindible.

11. LÍNIES DE TREBALL FUTURES

En el treball s'ha presentat una proposta de projecte de gestió d'aigües pluvials. A partir d'aquí, s'ha de pensar en els passos a seguir per poder implementar-lo. En aquest sentit, considerem que s'han de realitzar una sèrie d'estudis complementaris abans d'aplicar la proposta tractada.

En primer lloc, caldria dur a terme una estudi de prospecció geofísica paramètrics, complementaris als ja realitzats al llarg d'aquest projecte, per tal de verificar la composició litològica exacta de la zona en qüestió. Aquests s'haurien de realitzar en els punts ja establerts, on s'han fet els corresponents sondeigs elèctrics verticals. A nosaltres no ens ha estat possible aquesta tasca, degut a la manca de pressupost i mitjans que aquesta suposa.

També cal considerar com un aspecte a tenir en compte la titularitat de les terres en les quals abocarem les aigües, ja que es tracta de finques privades de règim rústic. Així doncs, s'hauria de negociar la possibilitat de comprar-les per part de l'Ajuntament i d'aquesta manera evitar les possibles molèsties conseqüents d'aquesta gestió.

Tanmateix, tenint en compte l'interès turístic de Begur i el creixement que aquest suposa, serà necessari mantenir un vincle entre els plans de desenvolupament estructural de la població i les propostes de planificació del drenatge.

Un altra línia de treball correspon a la realització dels estudis pertinents per avaluar el risc detectat d'esllavissades a la duna on es troba la surgència d'aigua.

Per últim, fer referència a les dades emprades en la modelització a les quals no hi varem tenir disponibilitat, fet que ens ha comportat haver de fer estimacions no tan acurades que en el cas d'haver partit d'aquesta informació de base, i per tant seria necessari matisar-les per acabar-ne d'estar segurs.

13. Referències Bibliogràfiques

12. PRESSUPOST

Coneixent detalladament com és la xarxa, s'ha efectuat un pressupost estimatiu de l'obra per dur a terme la xarxa de pluvials proposada.

Descripció	Preu unitari	Unitats	Total
Fonament en rasa de formigó armat HA-25/F/20/IIa abocat amb bomba, armat amb 30 kg/m ³ d'acer en barres corrugades B 500 S inclou part proporcional d'encofrat lateral amb taulons de fusta	139,31€/m ³	25	3.482,75€
Excavació de rasa de més de 4 m de fondària i més de 2 m d'amplària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica del material excavat	12,95€/m ³	25	323,75€
Tub PVC corrugat, tipus Rib-loc, a 2 metres de fondària de 600 mm de diàmetre	100€/ml	1500	900.000,00€
Col·locació del tub, excavació, pous, serveis, rebliment...	500€/ml		
Dipòsit de recollida d'aigües pluvials per enterrar amb filtre integrat. Volum de 25.000 litres, de la sèrie d'emmagatzement de líquids REMOSA RECUBRIMIENTO	7.715€	1	7.715,00€
Bomba rain confort	2.225,81€	1	2.225,81€
Total (I.V.A inclòs)			913.747,31€

13. Referències Bibliogràfiques

13. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Llibres:

Aguiló Alonso, M., Aramburu Maqua, M.P. i Blanco Andray, A. (1992). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico : contenido y metodología*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente.

Balaguer, M.D., Colprim, J., Martín, M., Poch, M. i Rodríguez-Roda, I. (1998). *Tractament biològic d'aigües residuals urbanes*. A: Programa de doctorat "Tecnologies del Medi Ambient", Monografia nº1. Universitat de Girona.

Colin, B. (2001). *Química Ambiental* (2ª ed.). Barcelona: Reverté.

Collelldemont, P. (1991). *El Baix Ter: Begur, Belcaire...* Girona: Edicions Periòdiques de les Comarques.

Costa, L. (1993). *Begur*. Girona: Diputació de Girona: Caixa de Girona. Girona. (Quaderns de la Revista de Girona; 44. Monografies locals; 24.

Crites, R. i Tchobanoglous, G. (2000). *Aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados*. (1ª ed.). Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

Eaton, A.D, Clesceri L.S, Rice, E.W, Greenberg, A.E. (2005). *Standard Methods for the examination of water & wastewater*. (21è ed.). Washington: APHA, AWWA, WEF.

Gutierrez, J., i Gould, M. (1994). *SIG: : Sistemas de información*. (1a ed.) Madrid: Síntesis.

Martínez, J. i Ruano, P. (1998). *Aguas Subterráneas, captación y aprovechamiento* (1a ed.). Sevilla: Progenza.

Martínez, P.E., Martínex, P., i Castaño, S. (2006). *Fundamentos de Hidrogeología*. (1a ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Medenbach, O., i Maresch, W. (1990) *Rocas*. (1a ed.). Barcelona: Blume.

Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. (2000). *Libro blanco del agua en España*. Madrid.

Orozco, C., Pérez, A., González, M.N., Rodríguez, F.J., i Alfayate, J.M. (2003). *Contaminación ambiental: una visión desde la química* (1ª ed.). Madrid: Thomson. /

Pérez Mateos, J. (1965). *Análisis mineralógico de arenas : métodos de estudio*. Madrid: Patronato Alonso de Herrera

Rodier, J. (1981). *Análisis de las aguas (aguas naturales, aguas residuales, agua de mar)*. (1a ed.). Barcelona: Omega

Seoanez, M. (1995). *Aguas. residuales urbanas: Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*. (1a ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Informes i tesines:

Almirall, I. (2005). *Reducció d'abocaments en temps de pluja des de la xarxa de clavegueres de Granollers. Aplicació de bones pràctiques per la limitació dels abocaments des de xarxes unitàries*, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona (Nov-2005), Febrer 2007.

Crous, A. (2003). *Evolució de la línia de costa: Processos d'acreció i erosió a la costa catalana. Els casos de la cala de Sa Riera (cap de Begur) i la platja de La Marquesa (delta de l'Ebre)*. Universitat de Girona.

Gabàs, A. (2003). *Nous aspectes metodològics en l'exploració elèctrica i magnètica*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona.

Olmo, M., i López, J.A. *Actualidad de las técnicas geofísicas aplicadas en hidrogeología*. Instituto Tecnológico Geominero de España.

Perez, R., Piferrer, I., i Piña, M. (2005). *Estudi i propostes de gestió de les zones humides dels Estanys de Basturs*. Universitat de Girona.

Roqué, C., Brustí, D. i Pallí, L. *Informe geològic i geofísic de la zona de la depuradora de Begur*. Unitat de Geologia, Dept. de Ciències Ambientals, Universitat de Girona.

Roqué, C. *Estudi geològic de la Pedrera d'Àrids Bofia. Terme municipal de Regencós*. Unitat de Geologia, Dept. de Ciències Ambientals, Universitat de Girona.

Solé. Argman Arquitectes. *Estudi d'inundabilitat del tram de la riera de Vallgorguina comprès entre el Xeremell i el Pont del Pradell*, Ajuntament de Vallgorguina. Vallgorguina-Barcelona. (febrer 2006).

Sorea S.A. *Pla Director de Clavegueram de Begur*. (juny 2004)

Adreces electròniques:

Departament de Medi Ambient i Habitatge. (març 2007). *Sistema d'informació sobre el Patrimoni Natural : L'Inventari d'Espais d'interès Geològic*. Recuperat març 2007, des de

http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/natura/sistema_informacio/inventari_interes_geologic

Generalitat de Catalunya : Institut Cartogràfic de Catalunya. (2006). *Mapes*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

<http://www.icc.cat>

Northwest Geophysical Associates. (2004). *NGA*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

<http://www.nga.com>

Institut d'Estadística de Catalunya. (2005). *IDESCAT*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

<http://www.idescat.net/cat/poblacio/poblrecomptes.html>

Sánchez, F. J. Universidad de Salamanca. (2004). *Medidas puntuales de permeabilidad*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

<http://web.usal.es/javisan/hidro>

Consorci de la Costa Brava. (2006). *Consorti de la Costa Brava*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

<http://www.ccbgi.org/>

Generalitat d e Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. (2005). *Revista medi ambient: n° 36 “La gestió integrada de l'aigua”*. Recuperat període gener-maig 2007, des de

http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/revista/36

Wikipedia Foundation, Inc. (2007). *Wikipedia: la enciclopedia libre*. Recuperat gener – maig 2007, des de

<http://es.wikipedia.org>

Departament de medi ambient i habitatge. (2007). *Pàgina inicial departament de medi ambient i habitatge*. Recuperat gener – maig 2007, des de

<http://mediambient.gencat.net>

13. Referències Bibliogràfiques

Ajuntament de Begur. *Begur*. Recuperat gener – maig 2007, des de

<http://www.begur.org>

Departament de Medi Ambient i Habitatge. (2006). *Servei meteorològic de Catalunya*. Recuperat gener - maig 2007, des de

<http://www.meteocat.com>

Diari el Punt. (2005). *Punt*. Recuperat gener - maig 2007, des de

http://www.vilaweb.cat/www/elpunt/noticia?p_idcmp=1506280

Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. (2006). *Agència Catalana de l'Aigua*. Recuperat gener-maig 2007, des de

<http://mediambient.gencat.net/aca/ca/inici.jsp>

- A continuació es citen els documents consultats dins d'aquesta pàgina web:

Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries). Document de Síntesi. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Des de

http://mediambient.gencat.net/aca/documents/ca/directiva_marc/capitol1.pdf

Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'inuncat. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Agència catalana de l'aigua. Barcelona: 2001. Des de

http://mediambient.gencat.net/aca/documents/ca/planificacio/inuncat/conquesinternes/calculhidro_vii.pdf

Criteris d'intervenció d'Espais Naturals. Barcelona: Gener 2002. Des de

http://mediambient.gencat.net/aca/documents/ca/planificacio/criteris_tecnics/espais_fluvials.pdf

Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local. Barcelona: 2003. Des de

http://mediambient.gencat.net/aca/documents/ca/planificacio/criteris_tecnics/recomanacions_tecniques_estudis_inundabilitat.pdf

Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'inuncat. Conques Internes de Catalunya. Barcelona: juny 2001. Des de

<http://mediambient.gencat.net/aca/documents/ca/planificacio/inuncat/conquesinternes/muga.pdf>

Memoria 2004. Barcelona: 2004. Des de

<http://mediambient.gencat.net/aca/es//agencia/publicacions/mem2004.jsp>

Legislació:

Real Decreto 1138/90 por el que se aprueba la reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público, *BOE núm. 226 - 20.09.1990* (1990).

Directiva 91/271/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Cartografia:

Institut Cartogràfic de Catalunya. (1995) (1a ed.) . *Mapa topogràfic de Catalunya: Sa Riera; Escala 1: 5.000* [Mapa topogràfic]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2002) (3a ed.). *Ortofotomapa de Catalunya: Begur; Escala 1:5.000*. [Ortofotomapa]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2002) (3a ed.). *Ortofotomapa de Catalunya: Sa Riera; Escala 1:5.000*. [Ortofotomapa]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2001) (1a ed.). *Mapa topogràfic de Catalunya: Els Masos de Pals; Escala 1:10.000*. [Mapa topogràfic]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2001) (1a ed.). *Mapa topogràfic de Catalunya: Begur; Escala 1:10.000*. [Mapa topogràfic]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Pallí, L., i Roqué, C. (1991) (1a ed.). *Mapa geològic de Begur: Escala 1: 13.400 aprox.* [Document cartogràfic]. Barcelona: Unitat de Geologia de l'Estudi General de Girona de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Institut Cartogràfic de Catalunya (1994) (2a ed.). *Ortofotomapa de Catalunya: Palafrugell; Escala 1:25.000*. [Ortofotomapa]. Barcelona: Institut Cartogràfic de Catalunya.

Servicio Geográfico del Ejército. Vuelo Nacional (1956-1957). *Foto 57.585*. Full MTN 335. R-575. Escala aproximada: 1:30.000.

Institut Cartogràfic de Catalunya. (24 de maig de 1991). *Foto 1777*. Full MTN 335. P-2. Escala 1:22.000.

Instituto Geográfico Nacional. (Octubre de 1996). *Foto1042*. Full MTN 335. P-2. Escala aproximada: 1: 25.000.

13. Referències Bibliogràfiques

Recursos en format digital:

Servei Meteorològic de Catalunya i Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya. (2005). *Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per diferents períodes de retorn.*

14. ANNEXES

ANNEX 1: INFORMACIÓ DE BASE

- 1.1. Dades en format digital
- 1.2. Dades pluviomètriques

ANNEX 2: MAPES USOS DEL SÒL

ANNEX 3: AIGÜES

- 3.1. Legislació
- 3.2. Informació addicional dels mètodes químics d'anàlisi de les aigües
- 3.3. Percolació
- 3.4. Relació DBO₅ i DQO
- 3.5. Resultats riera de Sa Riera
- 3.6. Determinació ISQA

ANNEX 4: ANÀLISIS POUS

ANNEX 5: INFORMACIÓ SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICS

ANNEX 6: FOTOGRAFIES

- 6.1. Begur, Sa Riera i sorra
- 6.2. Dia pluja
- 6.3. Punts recollida mostres d'aigua
- 6.4. Prospecció geofísica

ANNEX 7: NOTÍCIA DEL PUNT DIARI

Continguts:

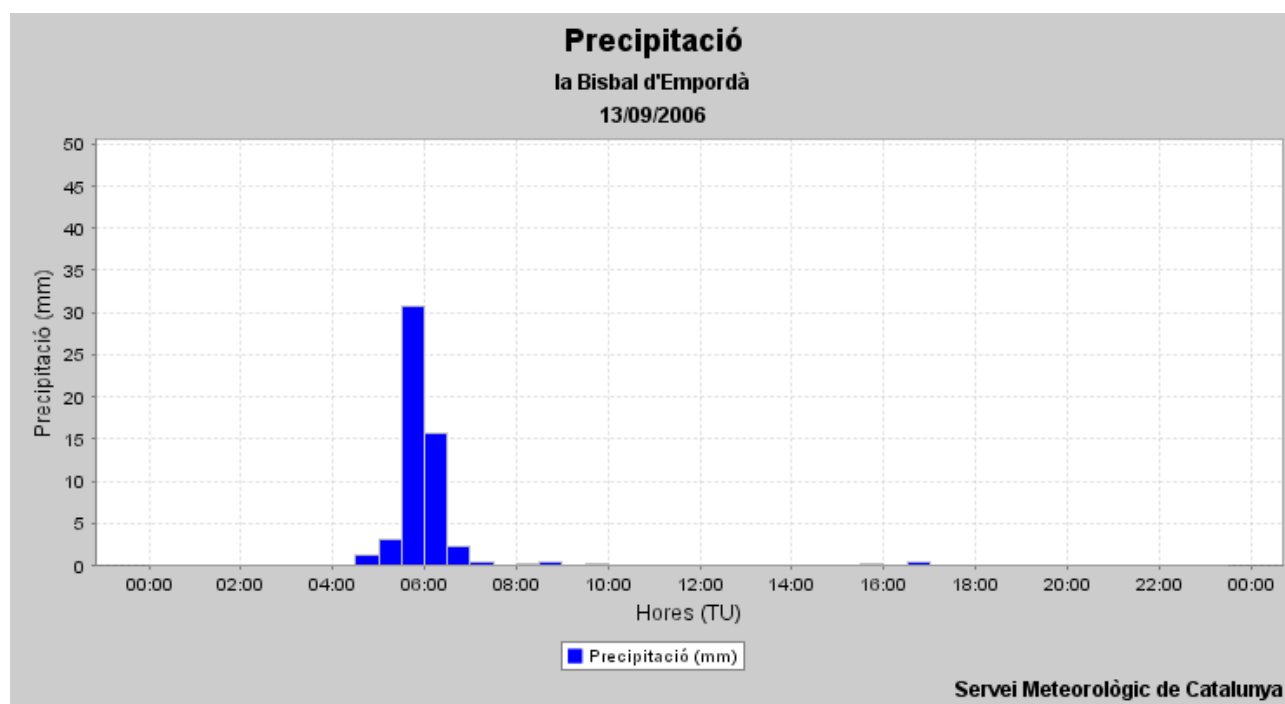
ANNEX 1: INFORMACIÓ DE BASE

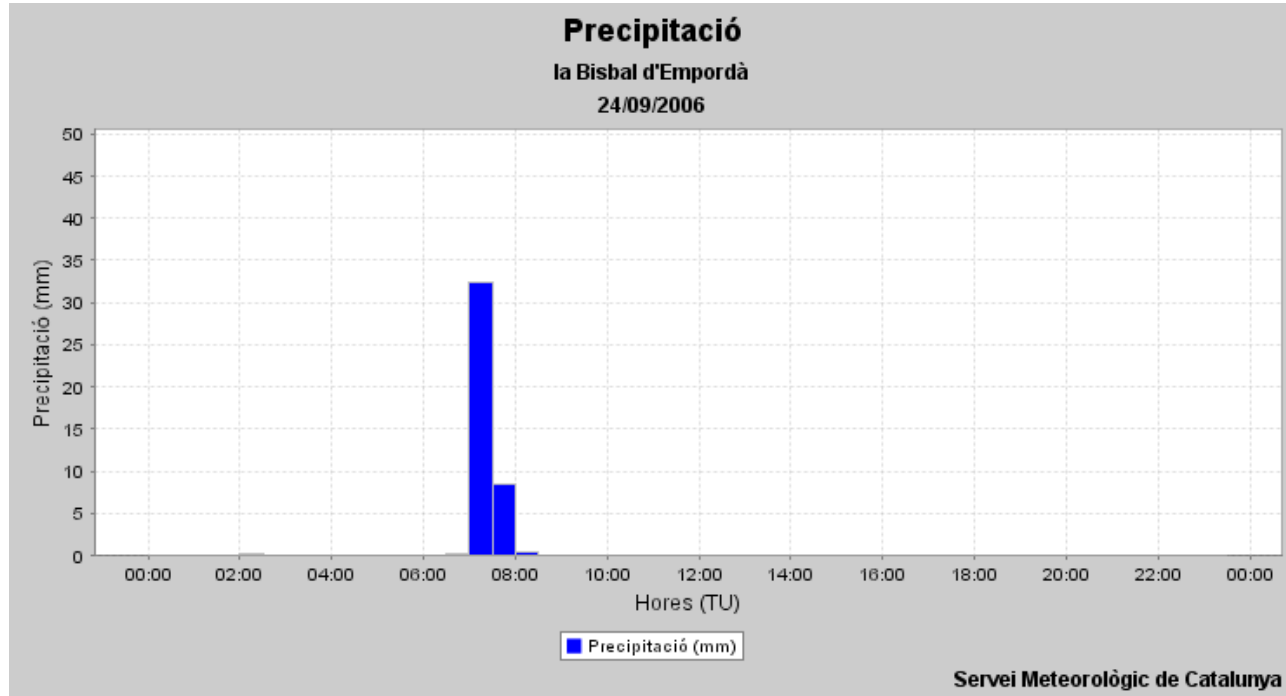
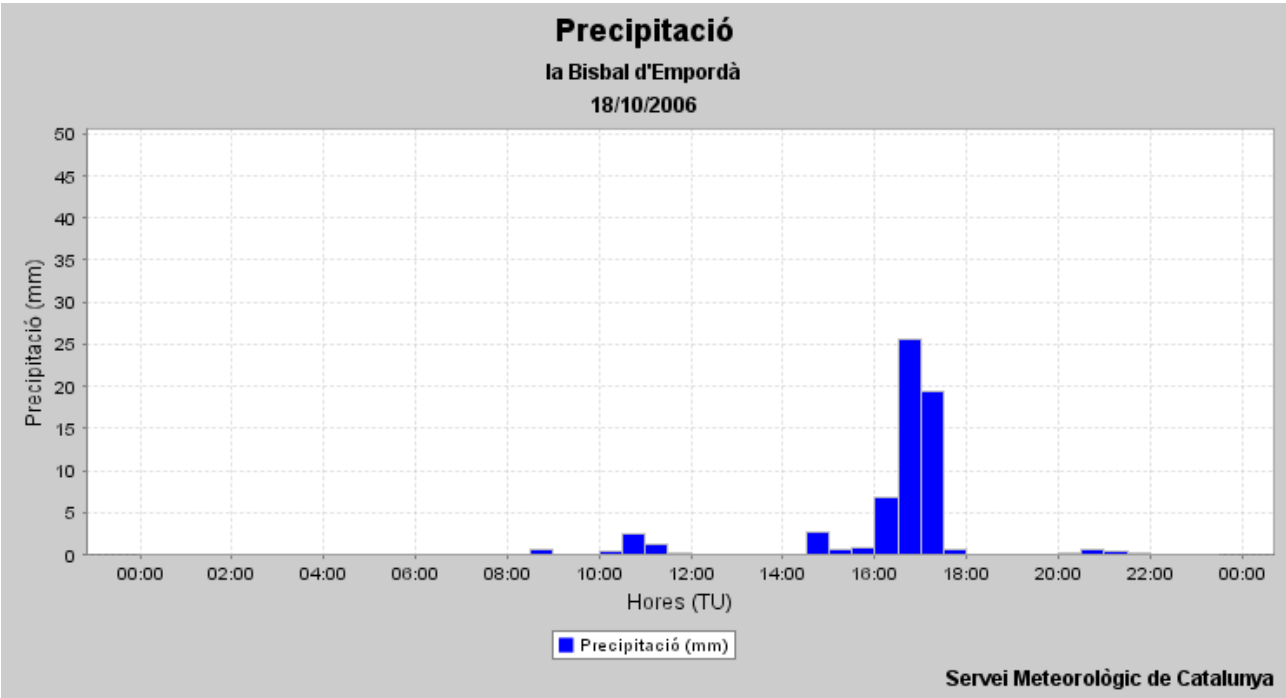
1.1. Dades en format digital

(Cartografia + mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn)

1.2. Dades pluviomètriques

Per tal de poder realitzar l'estudi, ha estat necessari fer un anàlisi de la pluviometria de la zona, concretament de Begur i de la Bisbal d'Empordà. S'han observat diferents dies per tal de poder saber la mitjana i la màxima pluja observada en els últims anys. En aquest annex s'hi pot trobar un recull dels dies més destacables que s'han pogut observar, és a dir, aquells episodis on en un període curt de temps han caigut grans quantitats d'aigua. En aquests dies, han arribat a precipitar més de 25 litres en mitja hora.



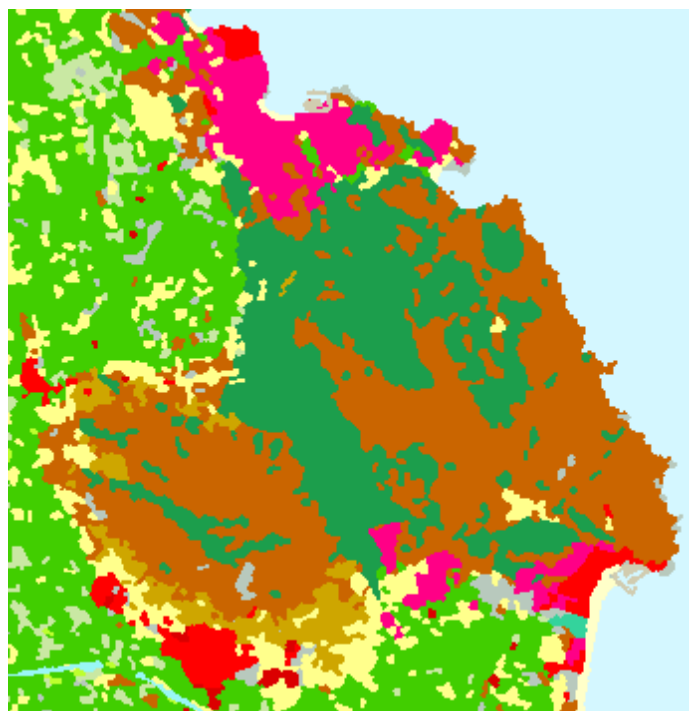


ANNEX 2: MAPES USOS DEL SÒL

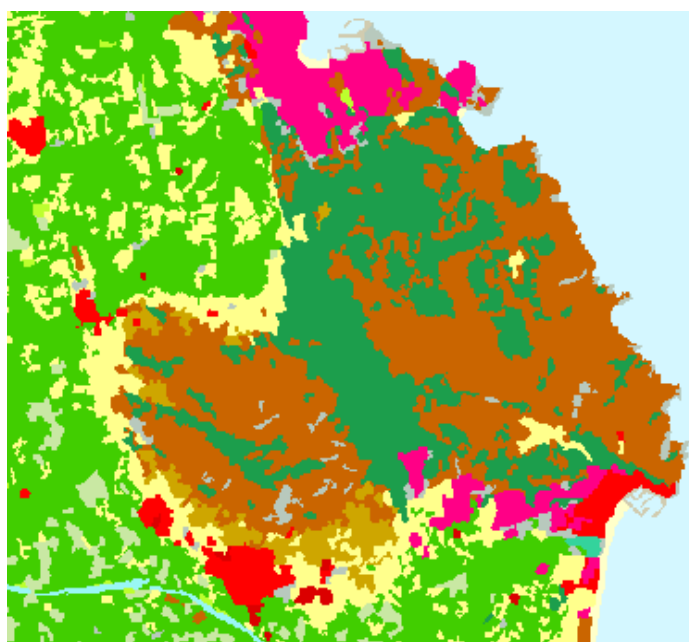
En aquest punt, es pot observar l'evolució dels usos del sòl des de 1992 fins a 2002. en aquest cas es veu una visió més detallada de com estan considerats els diferents espais del municipi.

Llegenda diferents categories de sòl:

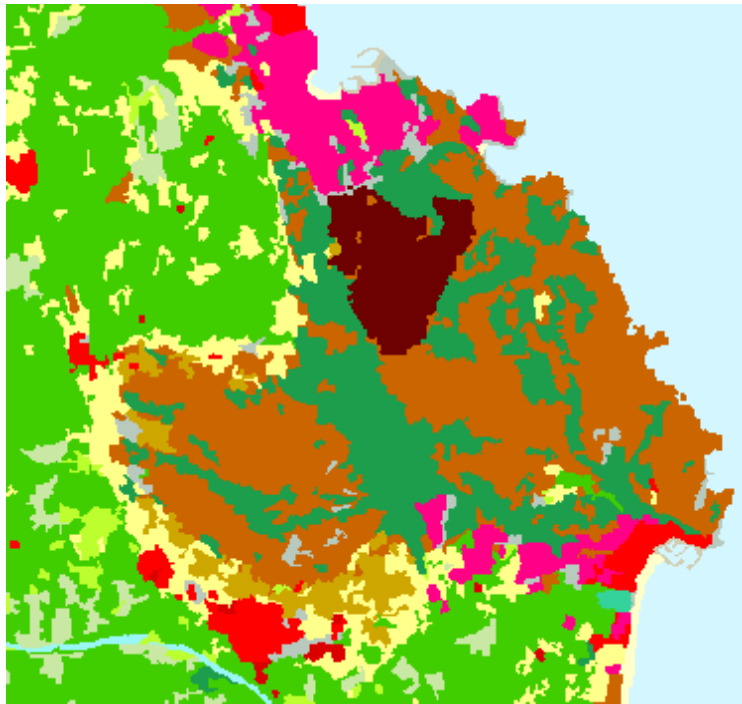
	Fora de l'àmbit de Catalunya
	Aigua continental
	Aigua marina
	Congestes
	Infraestructures viàries
	Urbanitzacions
	Nuclis urbans
	Zones industrials i comercials
	Conreus herbacis de secà
	Conreus herbacis de regadiu
	Fruiters de secà
	Fruiters de regadiu
	Vinya
	Prats supraforestals
	Bosquines i prats
	Bosc d'escleròfil·les
	Bosc de caducifolis
	Bosc d'aciculifolis
	Vegetació de zones humides
	Sòl amb vegetació escassa o nul·la
	Zones cremades
	Sorrals i platges



Usos del sòl 1992



Usos del sòl 1997



Usos del sòl 2002

ANNEX 3: AIGÜES

3.1. Legislació

A continuació es mostren dues taules les quals fan referència a la qualitat de l'aigua superficial des de dos programes de sanejament diferents. Aquests valors han estat utilitzats per establir la qualitat de les aigües analitzades.

- Categories de qualitat de l'aigua residual realitzat per la Junta de Sanejament de la Generalitat de Catalunya dins el Departament de Medi Ambient.

Les categories i els usos que en principi els hi correspondria serien:

<u>Categoria</u>	<u>Usos previstos</u>
1	TOTS ELS USOS EXIGENTS ▪ fàcil potabilització ▪ vida piscícola exigent ▪ possibles zones de bany ▪ regadius exigents ▪ usos industrials exigents ▪ especial interès ecològic
2	AMPLIS USOS, AMB PRECAUCIONS ▪ Potabilització amb tractaments intermedis ▪ Vida piscícola no tant exigent ▪ Algunes zones de bany molt localitzades ▪ Regadius no tant exigents ▪ Usos industrials menys exigents
3	USOS RESTRINGITS ▪ Potabilització però amb tractaments avançats ▪ Possible vida piscícola d'espècies molt resistents ▪ Regadius poc exigents ▪ Usos industrials poc exigents

4

USOS MÍNIMS

- Regadius molt poc exigents

Els valors associats a cada una de les categories serien els següents:

PARÀMETRE	UNITATS	1	2	3	4
pH	Unitats	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6 – 8,5	6 - 9
Temperatura	°C	21,5	25	25	30
Conductivitat a 20°C	µs/cm	1000	1000	1000	2500
DBO	mg/l	3	5	7	15
DQO (dicromat)	mg/l	30	30	30	60
Matèria en suspensió	mg/l	25	25	50	100
Oxigen dissolt	mg/l	7,1	6,7	3	2
Nitrogen total	mg/l	1	2	3	10
Nitrats	mg/l	25	50	50	100
Nitrits	mg/l	0,01	0,03	1	2
Amoni	mg/l	0,5	1	4	20
Fosfats (P₂O₅)	mg/l	0,4	0,7	0,7	20
Sulfats	mg/l	250	250	250	1000
Clorurs	mg/l	200	200	200	700

Taula d'elaboració pròpia a partir dels valors mostrats per la Junta de Sanejament.

14. Annexes

- Qualitat de les aigües segons el programa de sanejament de les aigües residuals industrials de 2003, que ens indica els nivells de qualitat fisicoquímica per avaluar l'estat de les aigües:

Paràmetre	Unitats	Nivell de l'estat de les aigües				
		Molt bo	Bo	Moderat	Deficient	Dolent
		1	2	3	4	5
pH	unit. pH	No s'observen variacions significatives respecte dels valors naturals 6,5 ÷ 9,5 com a interval de referència general				
Temperatura	°C	No s'observen variacions significatives respecte al règim de temperatures natural. Temperatura màxima de referència general 25 °C				
Oxigen dissolt	% saturació					
. Trams alts		>90	70	50	25	<25
. Trams baixos		>80	60	40	20	<20
Oxidabilitat (al permanganat)	mg/l	3	7	10	20	>20
DBO	mg/l	3	5	7	15	>15
TOC	mg/l	3	5	7	12	>12
Clorurs	mg/l					
. Zones de salinitat natural baixa		50	100	200	400	>400
. Zones de salinitat natural moderada		100	250	400	600	>600
. Zones de salinitat natural elevada		300	600	1000	2000	>2.000
. Zones de transició o de forta intrusió salina		salí de manera natural				
Sulfats	mg/l					
. Zones de contingut natural baix		50	100	200	400	>400
. Zones de contingut natural moderat		100	200	400	600	>600
. Zones de contingut natural elevat		200	400	600	800	>800
Amoni	mg/l	0,2	0,5	1	5	>5
Nitrats	mg/l	5	25	50	100	>100
Fosfats	mg/l	0,1	0,5	1	2	>2

3.2. Informació addicional dels mètodes químics d'anàlisi de les aigües

Cromatografia iònica

Normes i documents de referència

UNE-EN ISO 10304-2

Standard Methods 20 th ed. XXXX-X

Manual Instructions "761 Compact TC"

Manual Instructions "813 Compact Autosampler"

Presa de mostres

Reactius (s'utilitzen reactius de qualitat analítica desconeguda)

- Aigua Milli Q
- Fase mòbil
L'eluent consta d'una solució de carbonat sòdic (Na_2CO_3) 1 mM i hidrogencarbonat (NaHCO_3) sòdic 3,2 mM.
- Solucions de supressor (H_2SO_4 50Mm/ Aigua Milli Q)

Instrumental

- 761 Compact Ion Chromatography
- Manual d'instruccions 761 Compact Ion Chromatography
- Manual d'instruccions Compact Autosampler
- Recipients per l'eluent i per les solucions de supressor
- Material laboratori (matrassos aforats, vas de precipitats, pipetes graduades, kit de filtració, filtres de membrana mida de porus 0,45µm...)
- Estufa assecat
- Balança analítica

Determinació del nitrogen amoniacal

Documentació utilitzada

Standard Methods 20 th ed. XXXX-X
Manual Instructions "761 Compact TC"
Manual Instructions "813 Compact Autosampler"
Presa de mostres

Determinació del nitrogen total

Normes de referència

ISO 5663: 1984
UNE EN 25663
Standard Methods 4500- Norg

Reactius:

H₂SO₄ concentrat
Catalitzador Kjeldahl (Se)
Àcid bòric al 30% (dissolem 30 g d'àcid bòric en un litre d'aigua destil·lada)
Hidròxid de sodi al 40%
Àcid sulfúric 0.01 N: es prepara a partir d'àcid sulfúric 0,1 N SV.

Patrons:

Glicocola H₂NCH₂COOH
Patró de 100 ppm N (0,2620 grams de glicocola i s'arrasen a 500 ml d'aigua destil·lada)
Patró de 500 ppm N (1,3204 grams de glicocola i s'arrasen a 500 ml d'aigua destil·lada)

Instrumental

- Digestor Büchi digest system k-437
- Destil·lador Büchi distillation unit B-324
- Valorador automàtic Metrohm 7195 titrino
- Tubs de digestió o mineralització

Demanda Química d'Oxigen

Normes de referència

Determinació DQO: mètode del dicromat. UNE 77004.

Standard Methods 20 th ed. 5220^a, 5220 .

Presa de mostres segons UNE.

Reactius

- b) Àcid sulfúric 2 M
- c) Sulfúric-sulfat de plata (Ag_2SO_4)
- d) Dicromat de potassi 0,040 M amb 80 g de Hg_2SO_4
- e) Sulfat de ferro II i amoni 0,05, aquesta solució s'ha de normalitzar a diari.
- f) Solució patró de DQO amb hidrogenftalat de potassi (500 ppm O_2)
- g) Ferroïna

Instrumental

- Campana extractora
- Digestor de tubs
- Balança
- Dosificador d'ampolla
- Tubs i refrigerants d'aire
- Pipeta doble aforada de 5 ml
- Bureta de precisió de 25 ml classe A

Determinació del TOC

Normes de referència

Directrius i la determinació del carboni orgànic total (COT) i del carboni orgànic dissolt (COD).

Norma espanyola UNE-EN 1484:1997

Carboni Orgànic Total, Agregate orgànic constituents (5000). Standard Methods for the examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WEF, 20 th ed. 1998.

Manual d'instruments TOC-VCPH/CRN i Software TOC Control IV.

Reactius

- Preparació de solucions estàndar de TC
- Reactiu d'hidrogen ftalat de potassi
- Aigua ultra pura
- Preparació de solucions estàndar de IC

- Reactiu d'hidrogen carbonat de sodi
- Carbonat de sodi
- Aigua ultra pura
- Aigua de dilució per netejar la xeringa i l'agulla..

Instrumental

- Equip de buit per filtrar 0,45 µm
- Vials 24 ml, taps i sèptums
- Automostrejador amb un carro de 93 mostres
- Software TOC-Control V
- Manual d'instruccions TOC-V CPH/CPN
- TOC-V CSH SHIMADZU

3.3. Mecanismes d'infiltració-percolació

Les aigües residuals es poden tractar de diferents maneres, una mecanisme seria el tractament que es fa en el sòl. Aquest es coneix com a mètode d'infiltració i percolació i consisteix en l'aplicació d'aigua a sòls per tal d'arribar a aconseguir un grau determinat de tractament, generalment terciari. Aquest mètode és força efectiu quan es disposa de sòls adients, com poden ser els sòls de duna o determinats sòls sorrencs.

Es coneixen tres processos diferents de tractaments d'aigües residuals en el sòl: la taxa baixa, la infiltració ràpida i el flux de superfície. En aquest apartat, es prestarà un interès especial al tractament d'infiltració ràpida.

La percolació és el flux d'un líquid a través d'un medi porós no saturat, sota l'acció de la gravetat. En aquest cas, estariem parlant del drenatge que segueix l'aigua quan percola per un determinat sòl sorrenc.

La infiltració ràpida és un procés de tractament del sòl semblant a la infiltració intermitent en els filtres de sorra. L'aigua residual es tractada mitjançant mecanismes de distribució a nivell, que conté terra permeable. L'aigua residual que percola a través del sòl, a mesura que drena és tractada mitjançant mecanismes físics, químics i biològics. No obstant, la majoria dels sistemes d'infiltració ràpida que es troben en funcionament utilitzen la percolació mitjançant el drenatge natural cap a les fonts superficials, en molts pocs casos es generen drenatges subterranis per conduir les aigües tractades cap a la superfície.

En aquests tractaments d'aigua es produeixen mecanismes que contribueixen a la disminució dels seus constituents, degut a la relació que s'estableix entre el medi biològic, físic i químic.

El sòl és un filtre biològic que conté una gran quantitat de bacteris. La disminució de la demanda biològica d'oxigen té lloc quan hi ha una absorció dels compostos orgànics en solució i quan es produeix l'oxidació bacteriana, ja que la gran majoria de microorganismes es troben en abundància en les capes superiors.

Per comprendre la disminució dels sòlids en suspensió cal tenir clar que es remouen per filtració i quan traspassen entre mig de les partícules que constitueixen el sòl. L'aplicació intermitent de l'aigua permet tres coses: que els sòlids remoguts s'assequin, que es degradin en el cas que es tractin de sòlids orgànics i per últim, que s'incorporin a la matriu del sòl. Amb el pas del temps, els sòlids inorgànics també acaben formant part del sòl.

Un altre compost important és el fòsfor, els principals mecanismes que influeixen en la seva reducció són les plantes, ja que l'assimilen. No obstant, també hi ha altres sistemes de regulació com serien la precipitació química i l'adsorció.

Per minvar la concentració de nitrogen de les aigües cal tenir en ment la nitrificació i la desnitrificació. Aquests dos processos tenen lloc en els sòls aeròbics, ja que aquestes afavoreixen la nitrificació i en les zones anòxiques s'hi produeix la desnitrificació. Aquests dos mecanismes contribueixen a la reducció de l'amoni i dels nitrats.

La concentració de metalls que pugui tenir una aigua residual, s'acaba reduint, ja sigui per adsorció del sòl, precipitació, intercanvi iònic o bé per formació de complexos. Els sòls orgànics de textura fina són idonis per aconseguir quasi l'eliminació d'aquests elements, en el cas de sòls sorrenços, la reducció pot arribar a ser del 90%.

Per aconseguir l'eliminació de compostos orgànics és necessària l'aplicació de mecanismes com la fotodescomposició, volatilització, degradació...

La reducció dels microorganismes, incloent els bacteris patògens, virus... s'efectua a través de la filtració de l'aigua a través del sòl, l'adsorció, la dessecació, la radiació, la predació i l'exposició a

altres condicions ambientals adverses. Les bactèries poden arribar a reduccions de l'ordre del 99,9% o més, mitjançant el moviment de l'aigua residual, la filtració i l'adsorció.

Per concloure, dir que el tractament que rep l'aigua que percola per aquests tipus de sòls és molt beneficiós, ja que redueix en gran part les concentracions excessives que té l'aigua residual, l'efecte depuratiu que caracteritzen aquests tipus de sòls fa que l'aigua guanyi en qualitat

Els dipòsits eòlics a on es proposa conduir les aigües dels episodis pluvials indirectament actuarien de biofiltres. Per tal que el procediment sigui efectiu i les sorres actuïn de filtre lo millor és deixar anar l'aigua de forma intermitent sobre la superfície del terreny. Si això no es fa així i es porta a terme una inundació continua es reduirà en gran part la velocitat de percolació amb el temps i no afavorirem al tractament aeròbic que normalment té lloc en el sòl.

Quan l'aigua de la depuradora s'infiltra en el terreny, la matriu del sòl actua com unitat de tractament, actua de filtre biològic; mentre que en els sistemes de flux superficial actuen altres factors, com serien: la superfície del sòl, la vegetació i els organismes presents en el sòl.

Les característiques necessàries que ha de tenir el sòl per tal que es produeixi la infiltració ràpida són:

Característica	Valors aconsellables
Profunditat del sòl	> 5 peus
Permeabilitat del sòl	Ràpida
Interval de permeabilitat	> 2 pulg/h
Profunditat de l'aigua subterrània	10 peus (1)
Pendent	Menys del 10 % per evitar mogudes excessives del terreny

1. Profunditats menors són acceptables durant l'operació o quan existeixen drenatges subterranis.

3.4. Relació DBO₅ i DQO

Per tant uns valors elevats de DBO₅ indiquen una concentració alta de matèria orgànica biodegradable, a continuació es cita la classificació de les aigües que podem establir depenent del valor de DBO₅ obtingut (Orozco et.al):

- Aigües molt pures, DBO₅ < 3 ppm O₂
- Puresa intermitja, DBO₅ 3-5 ppm O₂
- Aigua contaminada, DBO₅ < 8 ppm O₂
- Residuals urbanes, DBO₅ 100-400 ppm O₂
- Indústria alimentària o similar, DBO₅ fins a 10.000 ppm O₂

Cal tenir en compte que la degradació de la matèria orgànica que es produeix en un riu es molt diferent de la obtinguda en un anàlisi fet al laboratori, ja que un riu es tracta d'un sistema dinàmic obert, amb turbulències, una temperatura variable, rep una llum solar i es pot trobar en condicions aeròbies o anaeròbies. A diferència d'això en el laboratori tractem amb un sistema tancat, amb una font de carboni molt limitada, la temperatura es manté constant, la mostra es troba a la foscor i presenta unes condicions aeròbies permanents (Orozco et.al). Per tant, és un mètode amb un seguit de limitacions, no detecta les substàncies poc biodegradables, com les lignines, olis..., es pot veure afectat per la presència de substàncies tòxiques per les bactèries Pb, Cu, Hg, Cr⁶⁺, detergents...

Es pot establir una relació entre la DBO₅ i la DQO, d'aquesta manera coneixerem la naturalesa dels contaminants orgànics que conté l'aigua.

DBO₅/DQO < 0.2 indica la presència predominant de contaminants de naturalesa orgànica no biodegradables

DBO₅/DQO > 0.6 ens marca la presència predominant de contaminació orgànica de naturalesa biodegradables.

3.5. Resultats riera de Sa Riera

Com ja s'ha citat anteriorment, s'ha cregut convenient fer un anàlisi de l'aigua que transcorre per Sa Riera per tal de garantir-ne el seu estat químic, necessari per complir els objectius mediambientals per les aigües ambientals establerts. Per arribar a l'estat químic idoni per una

massa d'aigua superficial les concentracions de contaminants no han de superar els requisits establerts a la Directiva Marc de l'Aigua.

CARÀCTERS FÍSICS			
Paràmetre	Unitats	Aigua de Sa Riera	Mètode
Color	-	Incolor	Qualitatiu
Olor	-	Inolor	Qualitatiu
Terbolesa	NTU	1,24	Electrometria
MES	mg/l	6	Gravimètric (1)
Temperatura	°C	10	Electrometria
Conductivitat	S/cm	$1,112 \cdot 10^{-3}$	Electrometria
CARÀCTERS QUÍMICS			
Paràmetre	Unitats	Aigua de Sa Riera	Mètode
pH a 20°C	-	7,85	Electrometria
Oxigen dissolt	mg/l	5,24	Electrometria
DBO ₅	ppm	< 1,00	(2)
DQO	ppm	12	(3)
SO ₄ ³⁻	ppm	199,236	Cromatografia iònica
Cl ⁻	ppm	126,079	Cromatografia iònica
Br ⁻	ppm	0,722	Cromatografia iònica
PO ₄ ³⁻	ppm	0,244	Cromatografia iònica
TOC	ppm	4,623	Per diferència del TC amb IC
TC	ppm	83,62	Determinació automàtica
IC	ppm	78,99	Determinació automàtica
TKN	ppm	0,6	Digestió
Nitrogen amoniacal	ppm	0,4	Destil·lació i valoració automàtica amb elèctrode de pH
N-NO ₃ ⁻	ppm	2,906	Cromatografia iònica
N-NO ₂ ⁻	ppm	0	Cromatografia iònica

- (1) Filtració d'una mostra representativa a través d'una membrana de filtració de 0,45 micres. Secat a 105° i pesat. Centrifugació de la mostra representativa (durant 5 minuts com a mínim, amb una acceleració mitjana de 2.800 a 3.200 g.), secat a 105° i pesat.
- (2) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Determinació de l'oxigen dissolt abans i després de 5 dies d'incubació a 20 °C ± 1°C en completa obscuritat. Inhibició de la nitrificació.
- (3) Mostra homogeneïtzada, sense filtrar ni decantar. Dicromat potàssic.

Taula: Resultats obtinguts de l'aigua recollida al rec de Sa Riera.

Observant aquestes dades, ens podem adonar que l'aigua de Sa Riera presenta una quantitat d'oxigen dissolt superior a 5 ppm, això indica que en aquesta massa d'aigua hi podem trobar peixos, tot i que les condicions no són del tot favorable ja que el cabal que porta d'aigua és molt baix.

Com que presenta un valor de $\text{DBO}_5 < 3 \text{ ppm O}_2$ podem determinar que l'aigua procedent del rec de Sa Riera es tracta d'aigua molt pura.

Si establim una relació entre DBO_5/DQO obtenim un valor molt inferior a 0.2 . Això ens està indicant la presència predominant de contaminants de naturalesa orgànica no biodegradables.

3.6. Determinació de l'ISQA

Càlcul de l'Índex simplificat de la qualitat de l'aigua (ISQA):

L'ISQA , és un índex utilitzat per mirar la qualitat de les aigües superficials. Per això s'ha utilitzat per determinar la qualitat de l'aigua que tenen les aigües estudiades en el projecte. Aquest índex és una eina de treball que utilitza l'ACA per determinar la qualitat de les aigües, per tant, no és normalitzat a nivell estatal, ni europeu.

L'aigua de l'efluent de la depuradora no es pot considerar aigua superficial, s'ha d'entendre com un abocament; això implica que en aquest cas l'ISQA no es pugui aplicar.

L'ISQA utilitza cinc paràmetres físicoquímics de caire general com són: la temperatura, la matèria orgànica (oxidabilitat al permanganat), les matèries en suspensió, l'oxigen dissolt i la conductivitat , segons la fórmula:

$$\text{ISQA} = T (A + B + C + D)$$

Pot oscil·lar entre els valors **0** (mínima qualitat) i **100** (qualitat màxima).

A continuació es presenten els càlculs realitzats per obtenir el valor d'ISQA:

Determinació de l'ISQA de l'aigua de la riera (taula de l'annex 3.5).

- **T** es dedueix de la temperatura (t) en °C de l'aigua del riu.
 - o Si $t = 10$ °C aleshores $T = 1$
- **A** es dedueix a partir del TOC mesurat en mg de C/l,
 - o Si $a = 4.6 \leq 5$ aleshores $A = 30 - a \rightarrow A = 30 - 4.6 = 25.4$
- **B** es dedueix a partir de la matèria en suspensió (MES) en mg/l.
 - o Si $MES = 50 \leq 100$ aleshores $B = 25 - (0.15 * MES) \rightarrow B = 25 - (0.15 * 6) = 24.1$
- **C** es dedueix a partir de l'oxigen dissolt (O2) en mg/l.
 - o $C = 5.24 < 10 \rightarrow 2.5 \cdot O_2 \text{ dis} = 13.1$
- **D** es dedueix de la conductivitat expressada en $\mu\text{S/cm}$ a 18°C.

La conductivitat a 25°C és de $1112 \mu\text{S/cm} \rightarrow$ a 18 °C és de $956.32 \mu\text{S/cm}$

- o Si conductivitat ≤ 4000 aleshores $D = (3.6 - \log d) * 15.4$

$$D = (3.6 - \log 956.32) * 15.4 = 9.5$$

$$\text{ISQA de l'aigua de la riera} = 1 (25.4 + 24.1 + 13.1 + 9.5) = 72.1$$

Determinació de l'ISQA de l'aigua que de la llacuna (els valors utilitzats són els presents a la taula 9 de l'apartat 7.1.1.6).

- **T** es dedueix de la temperatura (t) en °C de l'aigua del riu.
 - o Si $t = 10.10$ °C aleshores $T = 1$
- **A** es dedueix a partir del TOC mesurat en mg de C/l,
 - o Si $a = 0.8 \leq 5$ aleshores $A = 30 - a \rightarrow A = 30 - 0.8 = 29.2$
- **B** es dedueix a partir de la matèria en suspensió (MES) en mg/l.
 - o Si $MES = 16 \leq 100$ aleshores $B = 25 - (0.15 * MES) \rightarrow B = 25 - (0.15 * 16) = 22.6$
- **C** es dedueix a partir de l'oxigen dissolt (O2) en mg/l.
 - o $C = 7.27 < 10 \rightarrow 2.5 \cdot O_2 \text{ dis} = 18.2$
- **D** es dedueix de la conductivitat expressada en $\mu\text{S/cm}$ a 18°C.

La conductivitat a 25°C és de 1760 $\mu\text{S}/\text{cm}$ $\rightarrow$ a 18 °C és de 1513.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$

o Si conductivitat ≤ 4000 aleshores $D = (3,6 - \log d) * 15,4$

$$D = (3,6 - \log 1513,6) * 15,4 = 6,5$$

$$\text{ISQA aigua de la llacuna} = 1 (29.2+22.6+18.2+6.5) = 76.5$$

Els valors ISQA obtinguts ens indiquen que l'aigua de la llacuna té millor qualitat que l'aigua de la riera. No obstant, la diferència entre ambdós és molt baixa. Trobem que l'aigua de la riera presenta una quantitat de carboni orgànic total força elevada en comparació a l'aigua de la bassa, aquest és el factor més remarcable que en determina la diferència de la qualitat. A la riera l'aigua només circula en períodes puntuals, no hi ha pràcticament fauna i tampoc hi ha espècies vegetals que creixin dins l'aigua, el consum de la matèria orgànica en aquest tram és molt baix.

ANNEX 4: ANÀLISIS POUS

1er anàlisi

Referència: 441

Mostra presa per: propis interessats

Tipus d'anàlisi: mínima

Data-hora presa: 30/11/00 10:00

Sol·licitant: Sr Vargas

Data recepció: 30/11/00

Població: Begur

Data final anàlisi: 30/11/00

Punt de mostreig: pou particular

Determinacions "in situ":

Paràmetre	Resultat obtingut	CMA	Mètode emprat
Temperatura	25°C	-	Termometria

Caràcters organolèptics:

Terbolesa	0,08 U.N.F.	6	Nefelometria
Olor (25°C)	1	-	Qualitatiu
Sabor (25°C)	1	-	Qualitatiu

Caràcters físico-químics:

Conductivitat a 20°C	3112 µS/cm	-	Electrometria
----------------------	------------	---	---------------

Substàncies no-desitjables:

Nitrats	19,3 mg NO ₃ ⁻ /l	50	Espec. UV/vis
Nitrits	< 0,02 mg NO ₂ ⁻ /l	0,1	Espec. Absorció
Amoníac	< 0,05 mg NH ₄ ⁺ /l	0,05	Espec. Absorció
Clor residual lliure	0 mg Cl ₂ /l	-	Espec. Absorció

Caràcters microbiològics:

Coliformes totals	0 UFC /100ml	0	Filtració membrana
-------------------	--------------	---	--------------------

2on anàlisi

Referència: 442

Sol·licitant: Sr. Vargas

Població: Begur

Punt de mostreig: pou particular

Mostra presa per: propis interessats

Data-hora presa: 05/03/01 11:00

Data recepció: 05/03/01

Data final anàlisi: 06/03/01

Determinacions "in situ":

Paràmetre	Resultat obtingut	CMA	Mètode emprat
Temperatura	25°C	-	Termometria

Caràcters organolèptics:

Terbolesa	0,05	6	Nefelometria
Olor (25°C)	1	-	Qualitatiu
Sabor (25°C)	1	-	Qualitatiu

Caràcters físico-químics:

Conductivitat a 20°C	2853 µS/cm	-	Electrometria
----------------------	------------	---	---------------

Substàncies no-desitjables:

Nitrats	13,8 mg NO ₃ ⁻ /l	50	Espec. UV/vis
Nitrits	< 0,02 mg NO ₂ ⁻ /l	0,1	Espec. Absorció
Amoníac	< 0,05 mg NH ₄ ⁺ /l	0,05	Espec. Absorció
Clor residual lliure	0 mg Cl ₂ /l	-	Espec. Absorció

Caràcters microbiològics:

Coliformes totals	0 UFC /100ml	0	Filtració membrana
-------------------	--------------	---	--------------------

3r anàlisi

Referència: 785

Sol.licitant: SOREA

Població: Begur

Punt de mostreig: pou particular Sr. Vargas

Mostra presa per: propis interessats

Data-hora presa: 06/06/05 9:00

Data recepció: 06/06/05

Data final anàlisi: 07/06/05

Caràcters organolèptics:

Paràmetre	Resultat obtingut	VP ⁴	Mètode emprat
Olor (25°C)	< 1	3	Dilució
Sabor (25°C)	< 3	3	Dilució
Color	< 5 mg/1 Pt/Co	15	Clorometria visual
Terbolesa	0,74 UNF	5	Nefelometria

Caràcters físico-químics:

Conductivitat a 20°C	907 µS/cm	2500	Electrometria
pH	7,33	6,9 – 9,5	Electrometria

Substàncies no-desitjables:

Amoni	< 0,15 mg/ l	0,5	Espec. Absorció
Clor residual lliure	0 mg/ l	1	Espec. Absorció

Caràcters microbiològics:

Escherichia coli	0 UFC/100ml	0	Filtració membrana
Bacteris coliformes	0 UFC/100ml	0	Filtració membrana

⁴ VP: Valor paramètric: nivell màxim o mínim de cada paràmetre d'acord al R.D. 140/2003

ANNEX 5: INFORMACIÓ SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICS

Un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) és un conjunt organitzat de hardware, software, dades geogràfiques i personals, dissenyat per a compatir, emmagatzemar, manipular, analitzar i desplegar en totes les seves formes la informació geogràficament referenciada amb la finalitat de resoldre problemes complexos de planificació i gestió. De forma general, estan formats per una base de dades que conté les dades geogràfiques, i un sistema de representació gràfica. Tots dos subsistemes estan més o menys integrats, depenen del tipus de SIG. Aquests models, poden mostrar la informació obtinguda en capes temàtiques per realitzar l'anàlisi.

De sistemes de representació gràfica principalment hi ha dos, que són raster i vectorial, els quals estan molt allunyats en els seus fonaments teòrics, ja que el raster o de retícula, utilitza un sistema d'imatges i es centra en les propietats de l'espai més que en la precisió de la localització. Divideix l'espai en caselles regulars on cada una d'elles representa un únic valor. Quant major siguin les dimensions de les caselles (resolució) menor serà la precisió o detall en la representació de l'espai geogràfic. Pel que fa al vectorial utilitza conjunts de coordenades; l'interès de les representacions es centra en la precisió de localització dels elements sobre l'espai. Ambdós sistemes són complementaris i desenvolupen papers específics i intercanviables.

Pel que fa a les funcions que pot desenvolupar un sistema SIG es pot destacar que segons *Rhind* (1990), distingeix 6 grans tipus de qüestions:

Localització: informació referent al que hi ha en un lloc concret (ex. Quanta població escolar hi ha en un lloc concret, etc.). es tracta de fer una consulta on és necessari realitzar la informació cartogràfica amb la base de dades adequada.

Condició: A partir d'unes condicions prèvies especificades, el programa ha d'indicar on es compleixen o no aquestes condicions.

Tendències: el fonamental és la comparació entre diferents situacions temporals. (si poden incloure condicions). Això suposa treballar en diversos mapes de la mateixa zona però de diferents anys.

Rutes: el sistema és capaç de calcular el camí òptim entre dos punts a través d'una xarxa.

Pautes: certes regularitats especials d'espai poden ser detectades amb l'ajuda d'un SIG.

Els sistemes de informació geogràfica, són molt polivalents, amb un camp d'aplicació molt ampli, i poden ser utilitzats en la majoria d'activitats, adquirint un caràcter imprescindible en la majoria d'estudis. Com per exemple per delimitar i veure l'evolució d'una conca hidrogràfica, per a la gestió ambiental d'un municipi, per conèixer els cultius d'una zona, etc.

ANNEX 6: FOTOGRAFIES

6.1. BEGUR, SA RIERA I SORRERA



Castell de Begur



Platja de Sa Riera



Sorrera

6.2. DIA PLUJA



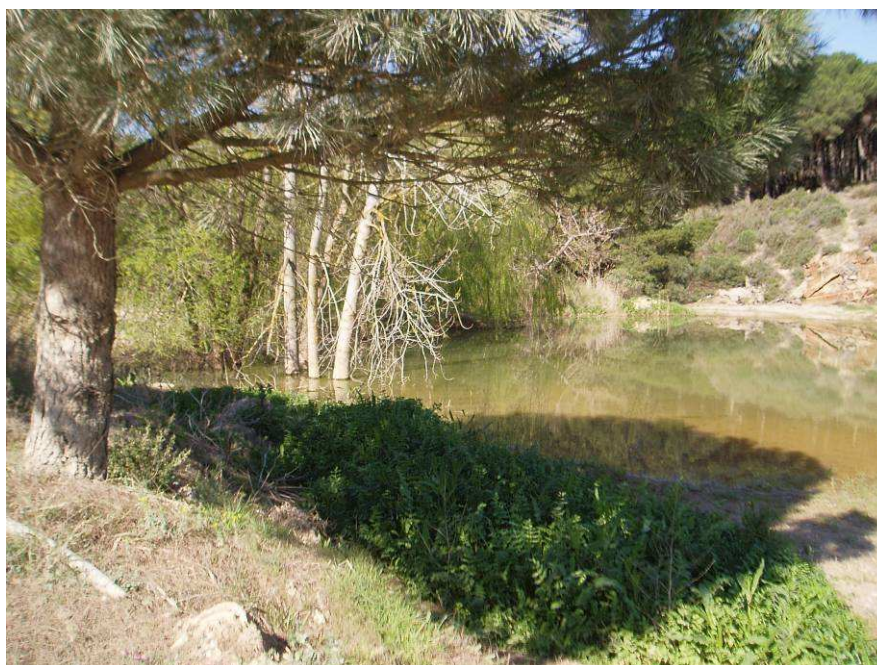
Rec d'Es Valls



6.3. PUNTS RECOLLIDA MOSTRES D'AIGUA



Rec d'Es Valls



Bassa sorrera

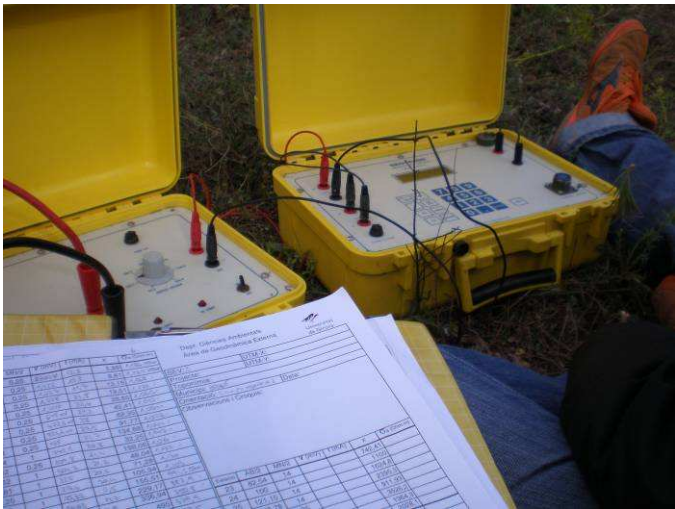


Sortada depuradora



Sortida depuradora

6.4. PROSPECCIÓ GEOFÍSICA



ANNEX 8: NOTÍCIA DEL PUNT DIARI

Un aiguat amb una màxima de 131 l/m2 deixa esclavissades i inundacions al Baix Empordà

Amb baixos i soterranis inundats i rieres desbordades, l'aiguat de ben poc va servir contra el problema de la sequera

[JOAN TRILLAS](#). Begur

Un fort aiguat, amb una màxima de 131 l/m2 a Begur, la més alta a tot Catalunya, var castigar la matinada del dimarts amb inundacions i esclavissades el Baix Empordà. Amb baixos i soterranis inundats o rieres desbordades, l'aiguat va deixar un rastre dessolador i de poc van servir contra la sequera. Palamós, Palafrugell, Torroella i Begur van ser molt castigats. En aquesta darrera població va ser necessari desallotjar una casa pel risc d'esfondrament del teulat, mentre la força de l'aigua assolava sa Riera, i a Torroella, un home va haver de ser rescatat en ser arrossegat amb el vehicle. Els Bombers van fer a la demarcació de Girona una quarantena de sortides, la majoria al Baix Empordà.

Van ser unes hores molt dures. Unes hores en què l'aigua es va escolar per pàrguings, locals comercials i habitatges, fins al punt d'arribar als primers pisos, en sortir pels lavabos. La pluja que va anar caient a partir de la mitjanit s'havia ja transformat en un monumental xàfec cap a les dues de la matina. Begur va rebre el gros de l'aiguat: cap a 131 l/m2. La velocitat i volum de l'aigua va castigar la població i va afectar durament sa Riera i Aiguafreda. A Palafrugell, amb 114 l/m2, es va haver de tallar l'autovia de Calella i, també, el carrer Llibertat, davant l'ajuntament, en esfondrar-se una part del paviment. La carretera C-31 entre Palamós i Mont-ras també es va haver de tallar unes hores. A Torroella, amb 123 l/m2, un home va ser rescatat pels bombers del seu vehicle en ser arrossegat per una riera. I a Palamós, amb 103 l/m2, el més espectacular va ser quan l'aigua va arrossegar terra de la urbanització en construcció del Molí de Vent fins a Sant Joan. Els problemes al col·lector a Sant Antoni va provocar un vessament d'aigües residuals al mar.



(Fotografies que reflecteixen les magnituds de les inundacions)
Font: Diari el Punt

ACRÒNIMS

ACA	Agència Catalana de l'Aigua
CMA	Concentració Màxima Admisible
DBO	Demanda Biològica d'Oxigen
DBO₅	Demanda Biològica d'Oxigen en 5 dies
DMA	Directiva Marc de l'Aigua
DQO	Demanda Química d'Oxigen
EDAR	Estació depuradora d'aigües residuals
Ha	Hectàrea
hb-eq	Habitant equivalent
IC	Carboni Inorgànic
IMPRESS	L'anàlisi de pressions i impactes
L	Litre
LEQUIA	Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental
m²	Metres quadrats
m³	Metres cúbics
MES	Matèria en suspensió
NDIR	Analitzador d'Infraroig No Dispersiu
NPOC	Carboni Orgànic No Purgable
PDUSC	Pla Director Urbanístic del Sistema Costaner
SEV	Sondeig Elèctric Vertical
SST	Sòlids totals en suspensió
SSV	Sòlids volàtils en suspensió
TC	Carboni Total
TOC	Carboni Orgànic Total