

El subsol del delta L'aigua oculta i els equilibris ecosistèmics al tram final del Llobregat

The subsurface of the delta
Hidden water and ecosystem balances in the final stretch of the Llobregat

Joan M^a Martí Elias

Laboratori d'Urbanisme de Barcelona (LUB). Departament d'Urbanisme, Territori i Paisatge (DUTP),
Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech (UPC)
joan.marti.elias@upc.edu, ORCID : 0000-0001-6003-9415

RESUM

Al llarg del riu Llobregat, la gestió de l'aigua ha estat el motor del creixement urbà. Al seu tram final, la Vall Baixa i el Delta, es condensen diversos episodis antròpics que el converteixen en un cas d'estudi paradigmàtic. Un territori construït des de l'aigua i contra l'aigua, recolzat en un fràgil equilibri ambiental, on la comprensió de les dinàmiques ecosistèmiques resulten fonamentals per la disciplina urbanística. Es busca aprofundir en la relació entre la qualitat de l'aigua superficial i la subterrània, tot proposant solucions integradores per la gestió sostenible de l'aigua en contextos urbans a partir d'un enfoc multidisciplinari que combina anàlisis geogràfics, hidrològics i de morfologia urbana. Reconeixent la importància de l'aquífer i la interacció amb la ciutat construïda, s'assoleix un plantejament que esdevé la base sobre la qual proposar intervencions que recuperin l'escala local de les solucions hídriques.

Palabras clave: Llobregat, subsuelo, acuífero, equilibrio ecosistémico.

Bloque temático: análisis y proyecto territorial

ABSTRACT

Along the Llobregat River, water management has been the driving force behind urban growth. Its final stretch, the Vall Baixa and the Delta, condense all factors and make it a paradigmatic case study, embodying a territory shaped by water forces. The delicate balance of this environment underscores the fundamental role of understanding ecosystem dynamics in urban planning. The aim is to delve into the relationship between surface and groundwater quality, proposing integrative solutions for sustainable water management in urban contexts. Employing a multidisciplinary approach combining geographic, hydrological, and urban morphology analyses, the research acknowledges the significance of aquifers and their interaction with the built environment. This framework provides a basis for suggesting urban interventions aimed at restoring localized water management solutions.

Keywords: Llobregat, subsurface, aquifer, ecosystem balance

Topic: Analysis and territorial planning

1. El riu Llobregat, hidrologia i territori

1.1. 175km d'infraestructura productiva

Segons Vicenç Vives, Catalunya va fer la revolució industrial amb rius poc cabalosos, mitjançant un aprofitament exemplar dels recursos naturals en favor de l'economia (Carreras,2011). El Llobregat, en aquest sentit, és una veritable infraestructura territorial. Al llarg dels seus 175km, 54 rescloses capten les seves aigües, alhora que aquesta és tractada en 19 estacions diferents. Paral·lelament una xarxa de 276,58km de canals estiren el camí de l'aigua i garanteixen, a partir d'una lectura curosa de les pendents i dels accidents geogràfics, el màxim aprofitament de la força del riu, que compta amb un total de 77.392,70km² de superfície de regadiu, i 78.340,12km² de sòl industrial(Fig.01).

Aquest palimpsest ha afavorit que al llarg del Llobregat i els seus afluents es concentrin esplanades agrícoles, teixits industrials i nuclis urbans, augmentant la seva intensitat aigües avall, fins a una concentració d'aquests usos especialment important al tram final. Als darrers 20km de riu s'hi concentra el 21% de la superfície industrial, el 45% d'àrees de regadius i el 75% de població de la conca hidrològica (Fig.01). La densitat productiva i la pressió demogràfica converteixen aquest àmbit en un cas d'estudi paradigmàtic per analitzar com les dinàmiques de l'aigua esdevenen un element clau pel que fa a la integració del creixement urbà vers el territori.

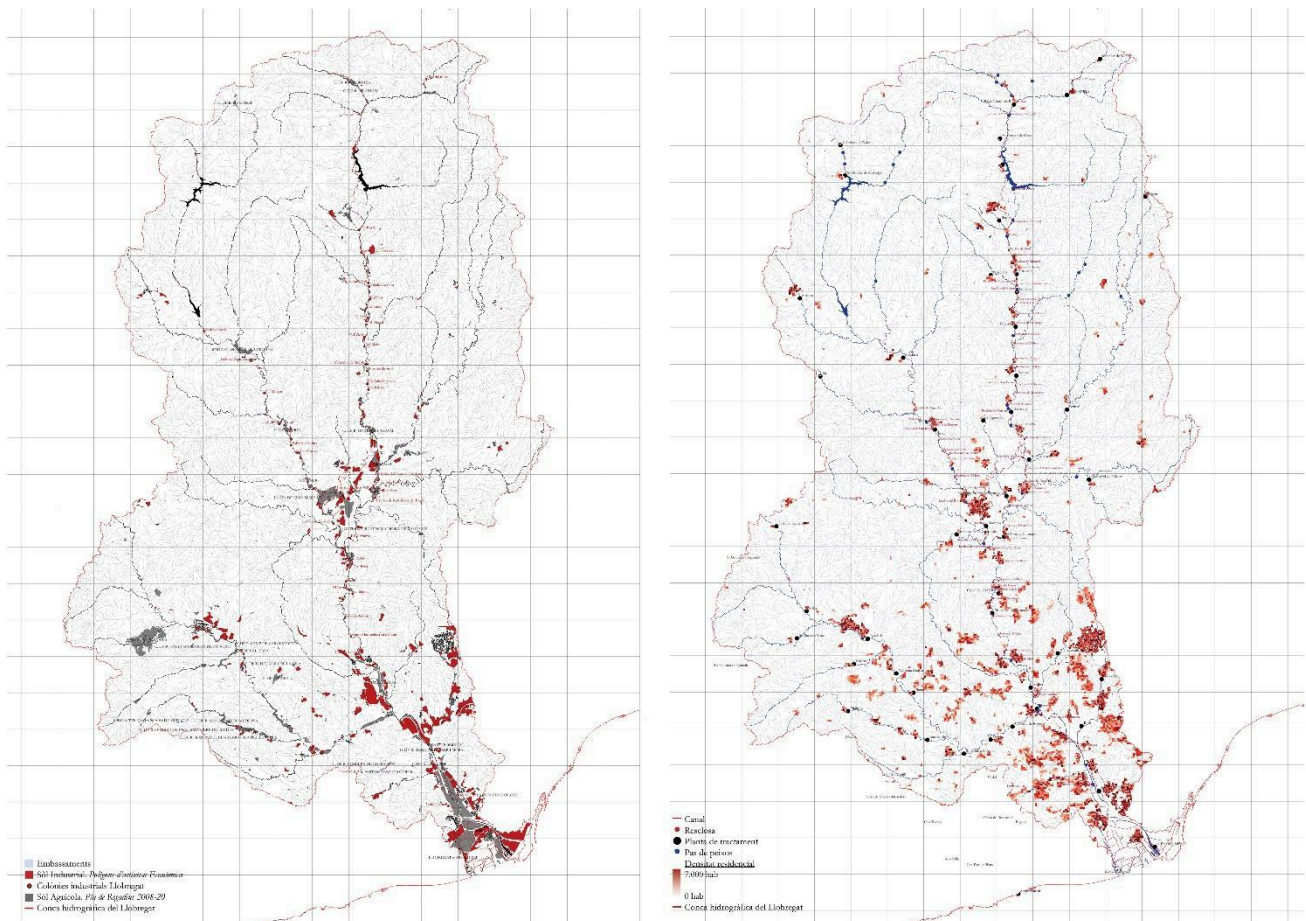


Fig.01 Usos productius i infraestructura de l'aigua al llarg del Llobregat. Elaboració pròpia a partir de dades de l'Hipermapa (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>).

1.2. La Vall Baixa, la construcció d'un territori des de l'aigua

La Vall Baixa i el Delta són les dues darreres unitats hidrològiques del Llobregat i queden delimitades pel massís del Garraf i l'Ordal a la llera dreta, la de Collserola a l'esquerra, i per 20km de línia de costa que van

des de Montjuic a llevant fins les botigues de Sitges a ponent. Sobre aquesta base geològica, tal com queda reflectit al plànol d'Almera l'any 1900 (Almera i Comas,1880), el territori s'organitza a través de franges paral·leles al riu fins arribar al delta, definint un espai inundable central i un conjunt de nuclis urbans connectats entre sí al llarg dels seus perímetres, al peu de mont dels dos massissos. Aquesta estructura mitjançant franges és extensiva en totes les infraestructures i creixements urbans presents dins l'àmbit, que s'articula al llarg d'un fèrtil buit central.

Els primers assentaments se situen al llarg de la línia d'inflexió entre les terres inundables i el peu de mont, on s'establí la primera via romana que creuava el riu pel pont del diable, a Martorell, i que s'estiraria cap a ponent mitjançant un pont flotant a Sant Boi. Aquesta línia, coneguda com Samontà, va enfil·lar el desenvolupament dels nuclis urbans al territori (Fig.02). El control de l'aigua mitjançant la construcció dels canals de la Infanta (1820) i de la Dreta (1855) convertí aquest buit central en un espai productiu, incrementant significativament el potencial agrícola de l'àmbit. Les principals rutes i vies de comunicació segueixen aquesta línia, adaptant-se a les lògiques de l'aigua situant-se en terrenys amb poca pendent protegits de les inundacions.

1.3. La construcció del llit del riu

Fins a mitjan segle XX, les intervencions a l'àrea inundable s'orientaven cap a la gestió de l'aigua, ja fos per a optimitzar-ne l'ús amb canals i sèquies o per controlar les riudes, seguint sempre les dinàmiques fluvials.

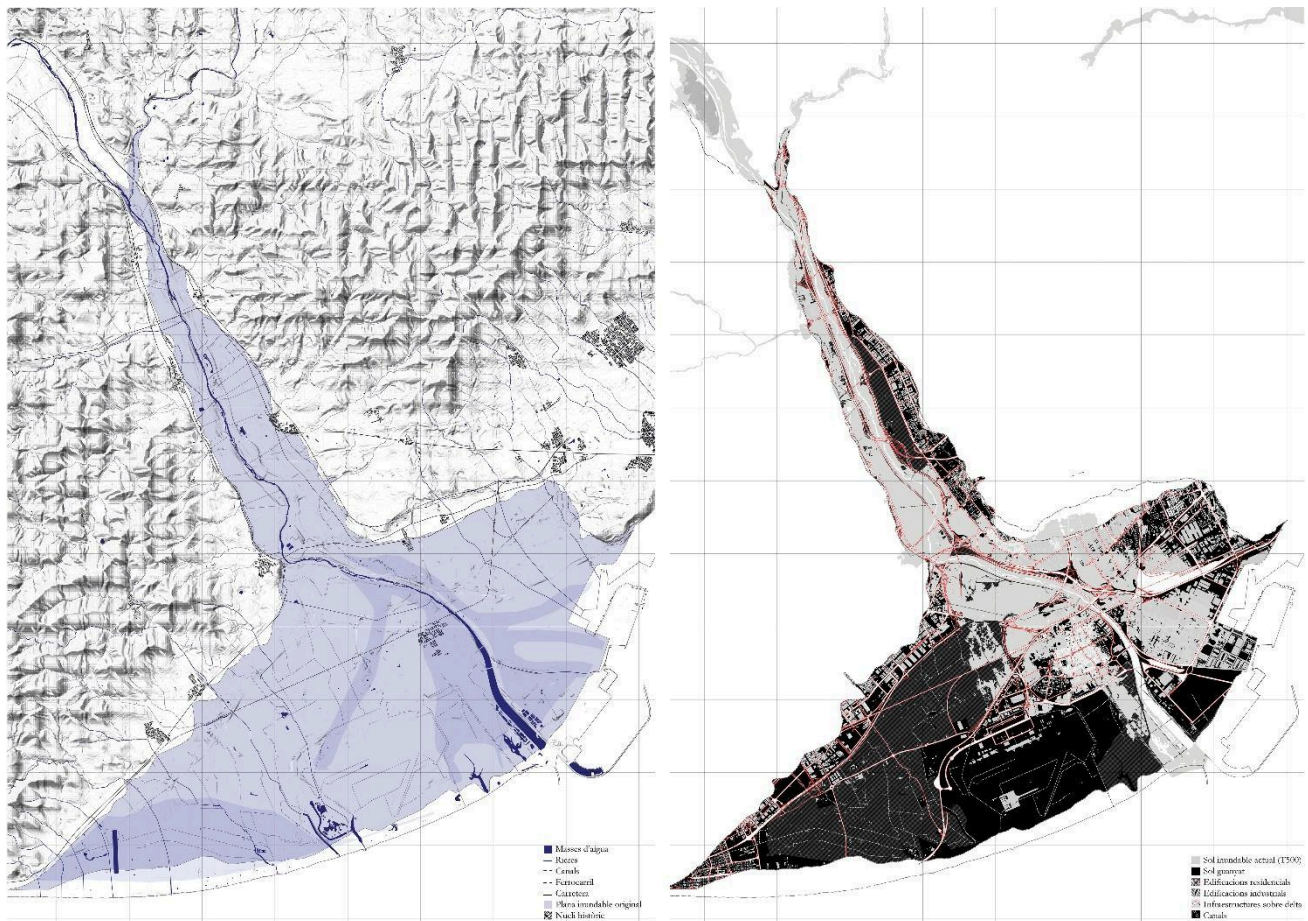


Fig.02 Estructura territorial original i nous creixements sobre el delta. Elaboració pròpia.

Un canvi substancial va arribar amb la construcció de grans infraestructures de mobilitat, com les autopistes, que es van situar sobre l'intacte llit del riu (Crosas i Martí,2021). Aquestes descansen sobre talussos que alteren la secció original del canal, actuant com a preses per a l'aigua en cas de riudes, evitant l'ocupació total del llit. Aquest fet ha comportat una reducció considerable del sòl inundable original vers el sòl inundable

actual, passant de 10.348,66ha a 3.191,23ha. Del sòl restant, actualment no inundable, 4.594,32ha han passat a ser urbanes o urbanitzables (Fig.02). Paral·lelament, les diverses rieres de l'hemidelta dret, responsables de les inundacions allà on les crescudes del riu no arribaven, s'han anat progressivament canalitzant i soterrant fins a la seva arribada al mar (Queralt i Isla,2018).

1.4. Una infraestructura de consum

La contaminació de l'aigua al tram final del Llobregat va ser un problema crític fins a mitjan segle XX, a causa dels vessaments domèstics, industrials i de les salmorres provinents del Cardener. Aquesta situació ha millorat progressivament gràcies a una xarxa d'infraestructures que es recolza en l'estructura territorial, basada en la construcció de diverses plantes de tractament i regeneració al llarg del riu, que actuen com a punts de control per a la gestió de les aigües. Els principals afluents, com l'Anoia i la Riera de Rubí, han estat desviats per evitar que les seves aigües afectin el tram final del Llobregat. Aquestes mesures, juntament amb la construcció de la dessalinitzadora(2009), han contribuït a millorar la qualitat de les aigües al territori.

La canalització de les rieres, la impermeabilització dels sòls i l'ús creixent d'aigua regenerada per a usos no prioritaris com el reg o el manteniment d'espais verds, han introduït una nova dimensió en el sistema hídric de la Vall Baixa i el Delta. Aquestes pràctiques són fonamentals per mantenir zones humides i garantir l'abastiment d'aigua en períodes de sequera, afegint una complexitat addicional al cicle de l'aigua deltaic i donant lloc a un tram final del riu on l'aigua no només flueix de la muntanya al mar, sinó que també és tractada, regenerada i redistribuïda aigües amunt per restituir equilibris territorials(Fig.04).

1.5. La forma de l'aigua, estructura territorial

El cicle de l'aigua al delta està estretament vinculat a la seva estructura, influït pels desenvolupaments urbans al llarg del temps. Tot i la pressió urbanística de Barcelona, que va alterar el delta del Besòs, aquí es va mantenir el buit central. Aquest, creat des de l'aigua i contra l'aigua, ha donat lloc a una complexa xarxa que sintetitza les dinàmiques territorials del Llobregat, garantint la productivitat enmig d'una àrea metropolitana de 3 milions d'habitants.

El Llobregat es configura per ser un sistema de línies i punts nodals on l'aigua es mou en diverses direccions a través d'infraestructures, i s'aprofita segons la seva qualitat. Les alteracions al cicle de l'aigua no només depenen del condicionament del llit fluvial, sinó també de les vores, més enllà del Samontà.

El comportament de l'aigua precipitada varia segons la cobertura del sol. Per exemple, les àrees boscoses tenen un alt coeficient de retenció, mentre que les àrees urbanes, impermeables, intercepten l'escolament i reconduïxen l'aigua que hauria d'anar a les rieres cap al sanejament urbà, trencant el funcionament tradicional de la vall i reduint la infiltració al subsol. Aprofundir en aquesta dimensió vertical, relacionada amb els components geomorfològics del territori i el creixement urbà, reformula la relació entre aigua i ciutat des d'una nova perspectiva, la de l'aigua oculta.

2. L'aigua oculta

Dins el cicle de l'aigua, el flux entre l'oceà i el continent es desplega a través de diverses rutes. La branca de retorn, objecte d'aquesta recerca, es divideix en dues sub-branques: la superficial i la subterrània. L'aigua pot evaporar-se a l'atmosfera, fluir com a escorrentia o infiltrar-se al subsol, arribant a un medi saturat. Això varia segons les característiques del sol i el tractament de la superfície, estant estretament relacionat amb la morfologia urbana. En aquest context, s'aprofundeix en la dimensió subterrània del cicle de l'aigua, en un element ocult però essencial per als equilibris ecosistèmics i l'abastiment de la metròpolis com és l'aqüífer de la Vall Baixa i el Delta del Llobregat.

2.1. L'aigua oculta i la secció de la vall

La formació geològica del delta afavorí la sedimentació de diversos estrats materials, amb diferents graus de porositat i permeabilitat, de manera que determinats sòls tenen capacitat de retenir i emmagatzemar masses

d'aigua, anomenats aqüífers. Al tram final del Llobregat, un aqüífer s'inicia als darrers 20km del riu, i consta de dos trams diferenciats. Al primer, entre Pallejà i Cornellà, l'aqüífer és lliure i unitari, mentre que a partir de Cornellà es divideix en dos, el superior, que també és lliure, i el profund, que és captiu i queda separat per una falca de llims que perd secció a les vores(Fig.03).

L'aqüífer superficial està conformat per sorres fines, la seva profunditat màxima ronda els 20 metres i l'espessor oscil·la entre els 5-10 metres. La recàrrega prové del mateix Llobregat, es nodreix d'aportacions laterals i de la infiltració de la pluja, així com les pèrdues de la xarxa d'abastiment. És més susceptible a perdre qualitat de la seva aigua a causa de pèrdues de clavegueram, fosses sèptiques o l'agricultura intensiva.

L'aqüífer profund es descobreix l'any 1893 (Ferret,1993), i se'n massifica el consum al llarg del segle XX donada la seva qualitat, car el llarg període de permanència en medis no saturats ajuda a la reducció del contingut biològic patògen de les aigües. Les seves entrades d'aigua depenen d'aportacions de l'aqüífer de la Vall Baixa i el superior del Delta, que presenta una bona connexió als marges, on el tascó de llims és menor.

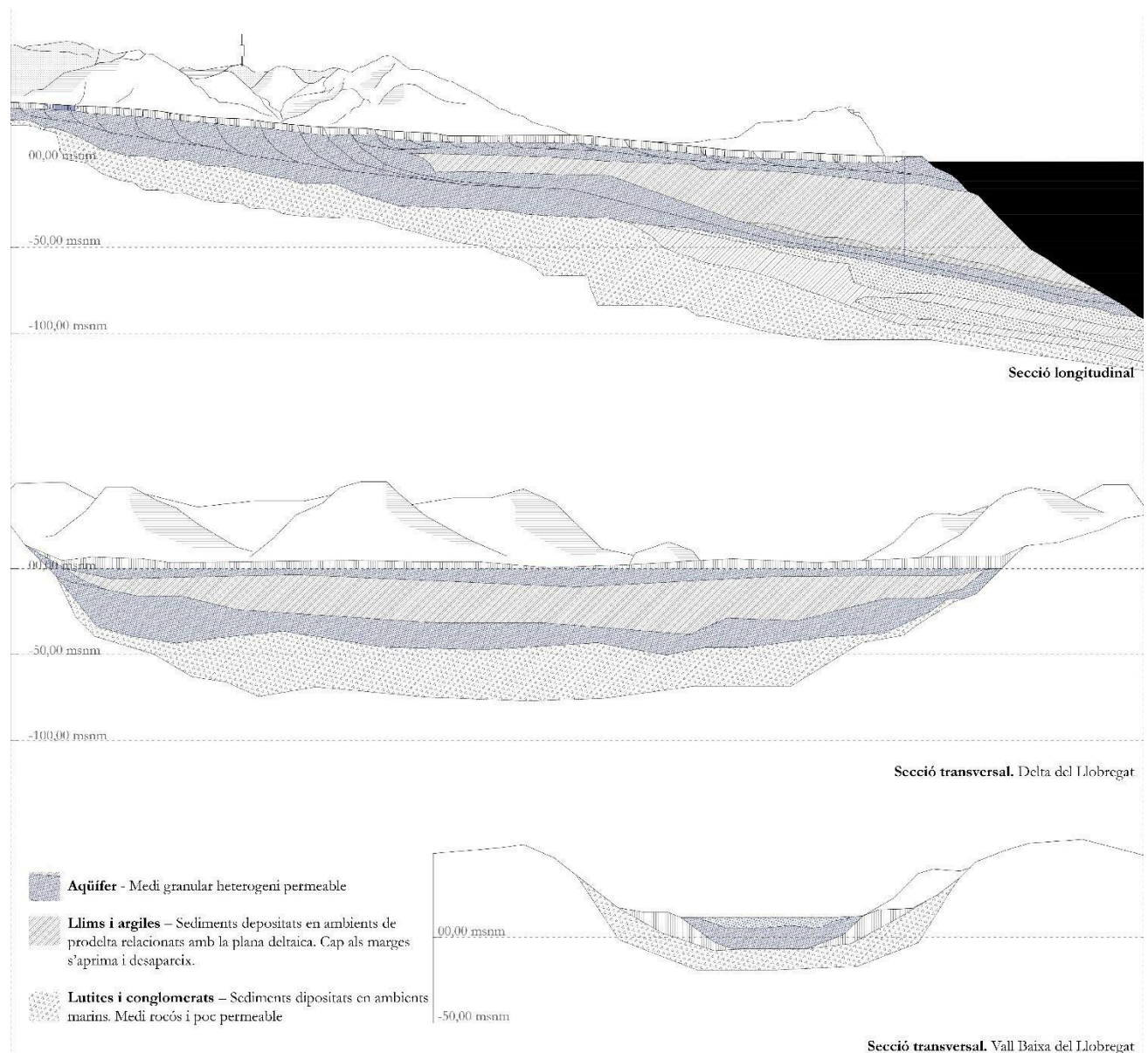


Fig.03 Dimensió de l'aigua oculta. Elaboració pròpia.

El consum d'aquestes aigües al llarg del segle XX va provocar un descens dels nivells piezomètrics per sota del nivell del mar, arribant a cotes de -25msnm els anys 60-70, que no es va revertir fins l'any 1976. Això va donar peu a la intrusió salina, que conjuntament amb la construcció de la dàrsena portuària n'afectaria profundament la qualitat de les aigües (Queralt i Isla,2018).

L'Aqüífer profund no representa únicament una font d'abastiment hídric, sinó que és una massa d'aigua imprescindible per al manteniment d'un ecosistema tan pressionat, mantenint la superfície d'aiguamolls i les funcions biològiques de les plantes mentre no s'esgoti la reserva edàfica de la franja radical (Custodio,2009).

Per tal de restablir els nivells de recàrrega de l'aqüífer es realitzen diverses operacions a partir de tres estratègies: 1/es remouen els sediments poc permeables del llit del riu per afavorir la infiltració (escarificació). 2/Es dissenyen diverses basses i àrees de recàrrega natural, pròximes al llit del riu, que funcionen a la vegada com a nodes biològics per a la fauna deltaica. 3/ La xarxa de pous i plantes de tractament permet que en moments d'excés d'aigua regenerada, aquesta es pugui bombar directament a l'aqüífer profund (Custodio,2012).

Tals actuacions han afavorit l'augment dels nivells piezomètrics de l'aqüífer, que han passat d'estar -20msnm l'any 1975 a reduir-se als -9msnm el 2001 i arribar als 2msnm l'any 2018. La infiltració i la impulsó se situen sempre en espais estratègics, infiltrant al llarg del llit del riu a la Vall Baixa i impulsant sobre l'aqüífer profund, ocupant sempre un espai cèntric dins del buit fluvial metropolità(Fig04).

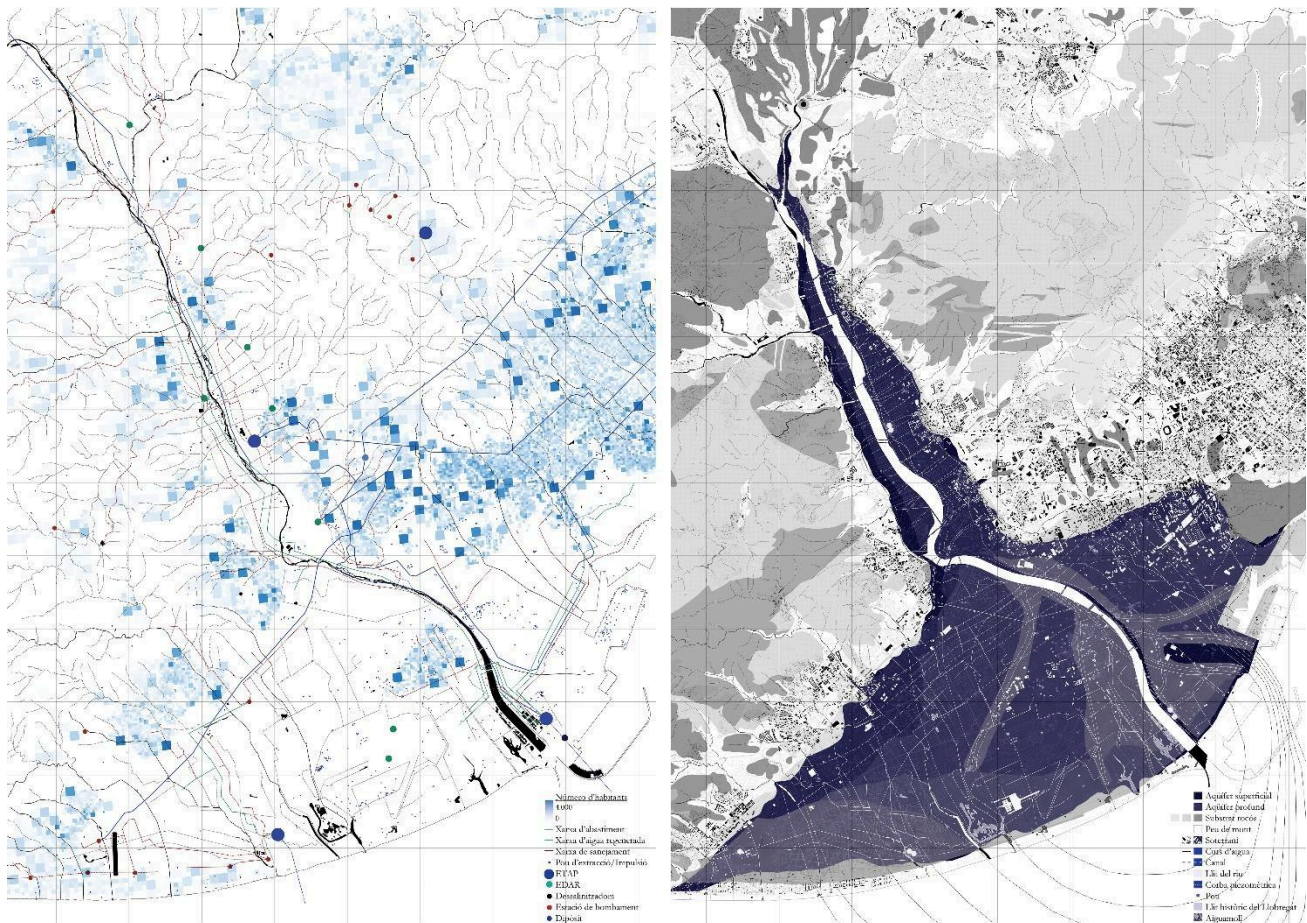


Fig.04 Infraestructura de distribució i subsol del tram final. Elaboració pròpia.

2.2. La importància dels marges

El llit del Llobregat s'ha convertit en un gran parc lineal de la Metròpolis de Barcelona. Una suma d'actuacions de planejament, enginyeria i paisatgisme es va realitzar en el període 2006-2015, amb una inversió de

32,1M€. És un procés que culminà l'any 2023 amb la recuperació socioambiental del Llobregat, des de Martorell fins al mar, amb un cost total de prop de 50M€ . En el seu conjunt s'ha aconseguit frenar les dinàmiques urbanes que afavorien la degradació del riu i s'ha recuperat com arteria d'un espai natural que desenvolupa funcions ecosistèmiques al servei dels ciutadans.

Amb la progressiva posada en funcionament del gran parc fluvial, els nous reptes s'obren més enllà dels marges del riu, ampliant la visió integral de la secció de la Vall i el Delta. Posant el focus en el solapament entre el procés urbanitzador de la ciutat sobre els sòls originàriament fluvials i estudiant els efectes que aquests produeixen, es pot obrir el debat sobre la importància de millorar la construcció de la ciutat metropolitana en relació al cicle de l'aigua fixant la mirada en els aspectes menys visibles d'aquesta.

El gran valor de les aigües de l'aqüífer profund del Delta es deu a la condició de captiu d'aquest, i es nodreix d'aigües provinents del llit del riu al llarg de la Vall Baixa i dels marges de l'aqüífer superior, on la falca de llims que els separa desapareix (Queralt et al., 2005). És en aquests marges on les aigües ocultes tenen una relació directa amb el que passa en superfície i, per tant, amb la construcció de la ciutat. El progressiu creixement de la ciutat sobre el llit major del riu esmentat ha conduït a la progressiva urbanització dels marges de l'aqüífer superior, allà on la composició geològica del sòl és més permeable. Aquesta, més enllà de contribuir a l'augment de l'aigua per escolament i a la necessitat de construir infraestructures, talla una recàrrega natural que ha de ser compensada mitjançant la complexa xarxa de regeneració, conducció i impulsio.

Aquesta situació revela l'oportunitat de recuperar dinàmiques naturals intrínseques del cicle de l'aigua mitjançant la detecció d'àrees estratègiques per impulsar la retenció i la infiltració natural de l'aigua.

2.2.1. Creixements deltaics

Dels creixements urbans sobre la plana deltaica, destaca la proporció de sòl destinat a activitats, que suposa un 39% del total. Aquesta tipologia de teixit urbà, des d'un punt de vista morfològic, dona lloc a grans extensions impermeabilitzades, solapades directament amb els límits de l'aqüífer. Sòls destinats a la indústria i la logística, una expressió manifesta de l'urbanisme del "zoning" que va imperar en la construcció de les metròpolis durant el segle XX, quan es van crear sectors monofuncionals ben connectats amb les grans infraestructures però aïllats dels nous espais residencials (Font,2004;Font et al.,1999). Dins l'Àrea Metropolitana de Barcelona ocupen esplanades privilegiades i són sectors sovint infra-utilitzats (Clua i Crosas,2018).

El potencial de transformació del sòl exclusivament industrial és un subjecte àmpliament estudiat des del punt de vista de la mixticitat d'usos i la integració dins la trama urbana. Tanmateix, la seva relació amb el cicle de l'aigua i el context territorial específic no ha estat explorada en profunditat. Atenent-nos a les seves característiques morfològiques i al caràcter genèric d'aquesta tipologia urbana, tenen un potencial de transformació important si es té en compte la seva situació privilegiada en relació a les lògiques ocultes de l'aigua a la Vall Baixa i el Delta.

Morfològicament, es tracta d'edificacions de poques plantes, amb àmplies superfícies de coberta i abundants espais buits entre l'edificació i els límits de parcel·la, destinats al moviment de vehicles. D'altra banda, els espais no ocupats per sòl industrial sobre la plana deltaica, gaudeixen sovint de la condició d'espais verds o zones lliures d'edificació, facilitant la implementació d'espais de recàrrega i retenció en sòl no contaminat (Martí i Crosas,2022).

Aprofitant la xarxa d'infraestructures deltaica, on diversos canals de reg i recollida discorren paral·lels a la línia del samontà i creuen els diversos teixits urbans, les àmplies superfícies de cobertes i la disponibilitat d'espais lliures dins les parcel·les facilitarien la implementació de sistemes de captació i conducció de l'aigua de pluja, que podria ser retinguda i infiltrada als espais verds que separen els polígons industrials, sovint ja qualificats com a connectors ecològics(Fig.05). No obstant, enfilant la secció de la Vall, una segona dimensió

de l'aigua oculta es revela, entesa com oportunitats de potenciar la infiltració allà on sigui necessari a partir de transformacions urbanes, quan es tenen en compte les àrees geomorfològicament inundables.

2.2.2. El pes de les rieres transversals

Més enllà del llit del riu, la topografia de Vall Baixa i el Delta defineix un seguit de cursos transversals, rieres. Aquests eixos recullen conques hidrogràfiques diverses, on algunes tenen una envergadura considerable, susceptibles de desbordar els sistemes de sanejament urbans en episodis extrems. Aquesta sèrie d'àmbits s'emplacen al llarg del creuament d'aquests eixos amb el Samontà, en àrees impermeables i marcades pel pas transversal d'infraestructures.

Es tracta d'espais vulnerables, situats al cor dels teixits residencials, protegits per infraestructures de contenció. L'actual panorama, on els episodis climàtics tenen tendència a ser més escassos però de major intensitat, augmenta el risc de col·lapse de les infraestructures de establertes segons normatives anteriors. Front al progressiu sobredimensionat d'un sistema antròpic d'intercepció mitjançant canals i col·lectors que consumeixen gran quantitat d'espai urbà, es destaca el potencial que tenen aquests àmbits per a esdevenir llocs on l'aigua recuperi la forma del territori, i es pugui frenar i infiltrar en el seu solapament amb els límits de l'aqüífer. Aquestes solucions "toves" reformulen un plantejament hidrofòbic per una solució atenta als equilibris ecosistèmics. Al llarg del tram final del Llobregat es detecten dos àmbits on abunden aquests punts crítics, el marge esquerre de la Vall Baixa i les rieres de l'hemidelta dret, on es concentren les majors rieres provinents de Collserola i el Garraf que entren en contacte amb àmbits urbanitzats.

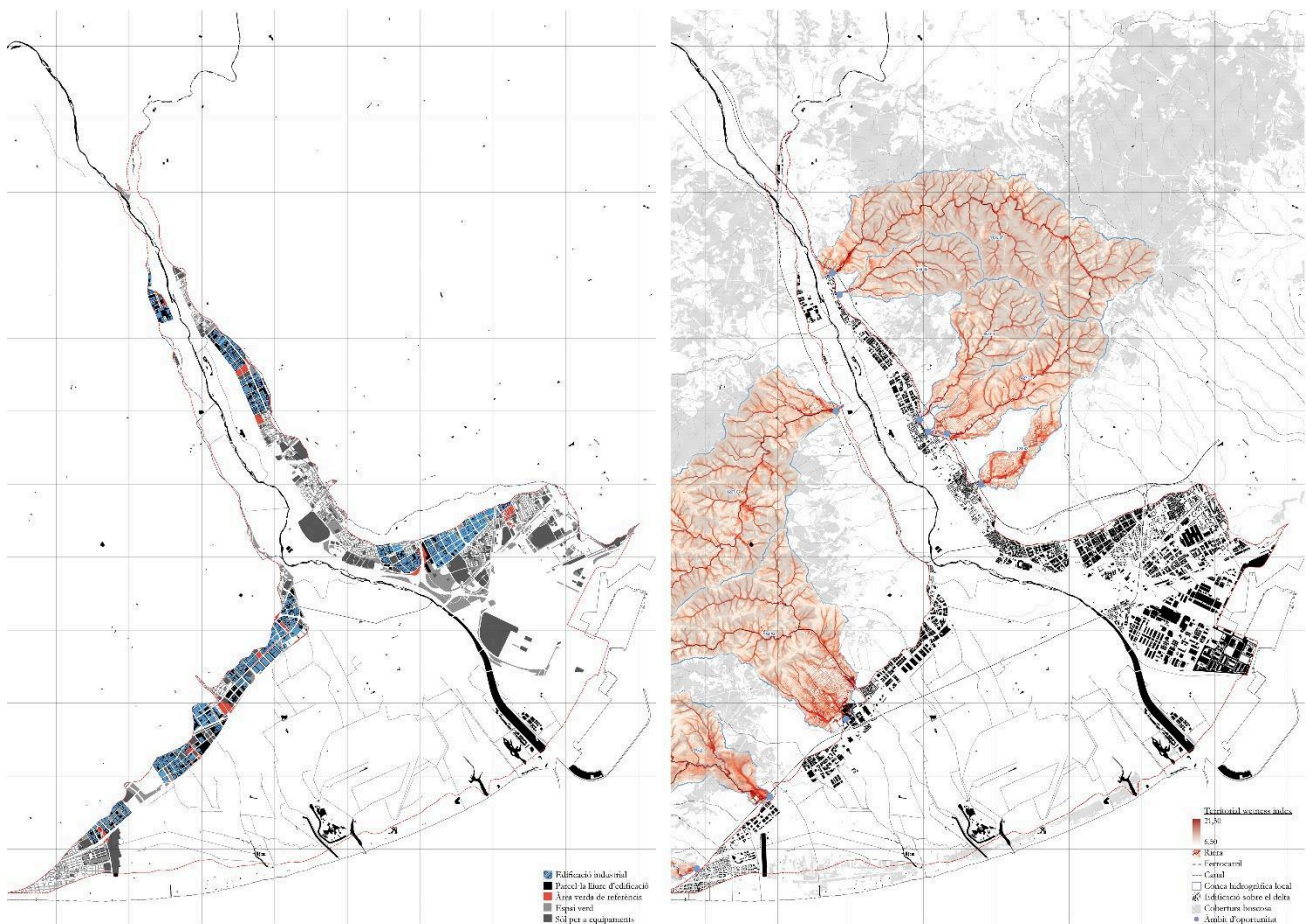


Fig.05 Creixements deltaics (esquerra) i rieres transversals (Dreta) com a noves oportunitats ecosistèmiques. Elaboració pròpia.

El volum d'aigua interceptada al llarg de la riera varia per diferents factors, sent el principal d'ells l'àrea total, però també segons la quantitat de superfície impermeable captadora, o les diverses capes de bosc, ja sigui dens o clar. El moviment de l'aigua esdevé doncs un factor que relaciona directament la cobertura del sòl

amb la ciutat construïda, i genera al seu pas una sèrie de punts crítics que poden ser objecte d'intervenció en clau ecosistèmica (Fig.05). Aprofitant els espais urbans residuals que deixa sovint el pas del tren al seu pas pels teixits urbans, es posen en valor aquests espais com a àrees de potencial inundació i infiltració, mitjançant el disseny de SUDS, així com la revegetació de les conduccions a cel obert per tal de reduir la velocitat de les aigües.

2.3. La secció de la Vall

La relació entre l'aigua oculta i el creixement urbà al llarg de la Vall Baixa i el Delta certifica que la importància del cicle de l'aigua va molt més enllà del llit del riu. Recuperant l'esperit de Patrick Geddes, és a partir d'entendre la secció de la Vall quan afloren els fràgils equilibris i des-equilibris ecosistèmics. La mirada des del subsol revela com les oportunitats per a la millora del cicle de l'aigua i l'optimització del funcionament ambiental del tram final del Llobregat no recau només en la gestió del riu i dels seus marges, sinó que les operacions de transformació en àrees fortament urbanitzades, integrades als teixits que basteixen la metròpoli, són d'especial importància. Es tracta en general d'àmbits que, tot i que gaudeixin d'una posició central i ben connectada, es troben en processos de transformació urbana actualment, ja sigui des del punt de vista de la mixticitat d'usos com la de l'espai públic, i per tant es revela com imprescindible aprofitar aquesta oportunitat per a recuperar, ni que sigui parcialment, els camins de l'aigua cap al subsol deltaic.

D'aquesta manera, l'aigua oculta revela dues grans lliçons pel que fa a la relació cicle de l'aigua-creixement urbà. D'una banda, connecta el territori a partir dels paràmetres físics en 3 dimensions (topografia, geologia i cobertura del sol), obrint l'espectre d'estudi més enllà del curs fluvial. Tanmateix, també certifica la relació directa entre la morfologia urbana i els projectes urbans amb el cicle de l'aigua, no entès com un element complementari sinó com un sistema a partir del qual es pot abordar una transformació dirigida a recuperar l'equilibri territorial, és a dir, ecosistèmic.

3. BIBLIOGRAFIA

- ALMERA I COMAS, J. (1880). De Montjuich al Papiol al través de las épocas geológicas. Memoria leída ante la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona en la recepción pública del Rdo. Dr. D. Jaime Almera y Comas, Pbro. (Librería Religiosa).
- CARRERAS, C. (2011). Jaume Vicens Vives, geògraf. Associació Recerques. Història, Economia, Cultura, 63, 21–32.
- CLUA, Á., CROSAS, C. (2018). Re-Mix. Paisatges Urbans Productius / Urban Industrial Landscapes. Laboratori d'Urbanisme de Barcelona.
- CROSAS, C., MARTÍ, J. (2021). Los equilibrios del agua oculta. Estrategias para un urbanismo ecosistémico en La Vall Baixa del Llobregat. ZARCH, 15, 80–95.
- CUSTODIO, E. (2009). Utilització de les aigües subterrànies a Catalunya i recuperació d'aqüífers: aspectes bàsics, implicacions econòmiques i integració. Nota d'economia, 93–94 (Monogràfic. Utilització de les aigües subterrànies a Catalunya i recuperació d'aqüífers), 141–163.
- CUSTODIO, E. (2012). Low Llobregat Aquifers: Intensive Development, Salinization, Contamination, and Management (pp. 27–49).
- FERRET, J. (1993). Primer centenari del descobriment de les aigües artesianes del delta del riu Llobregat, 1893-1993. Comunitat d'Usuaris d'Aigües del Delta del Riu Llobregat.
- FONT, A. (2004). L'explosió de la ciutat: morfologies, mirades i mocions sobre les transformacions territorials. COAC.
- FONT, A., LLOP, C., VILANOVA, J. M. (1999). La construcción del territorio metropolità. Morfogènesi de la regió urbana de Barcelona. Mancomunitat de Municipis de l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

MARTÍ, J., CROSAS, C. (2022). Morfología urbana y ciclo del agua en la metrópolis contemporánea. Potencial de las condiciones hidrográficas en fragmentos del Área Metropolitana de Barcelona. Cuadernos de Investigación Urbanística, 142, 40–58.

QUERALT, E., ISLA, E. (2018). L'aigua al Delta. In Els sistemes naturals del delta del Llobregat (pp. 43–70).

QUERALT, E., VILÀ, M., SOLÀ, V., i BERÁSTEGUI, X. (2005). Geology for groundwater management in a strongly anthropised area. Geo-hydrological map of the Llobregat alluvial and deltaic plain. GeoErlangen 2005 System Earth.